

Oru 4014



Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA  
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC

CR1  
4014  
Ex. 2



# VIII SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO

## ANAIS

### *1<sup>st</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS PROCEEDINGS*

Brasília, 24 a 29 de março de 1996.

**BIODIVERSIDADE E PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE  
ALIMENTOS E FIBRAS NOS CERRADOS**

***BIODIVERSITY AND SUSTAINABLE PRODUCTION OF  
FOOD AND FIBERS IN THE TROPICAL SAVANNAS***

#### **EDITORES/EDITORS**

Roberto Carvalho Pereira, PhD  
Luiz Carlos Bhering Nasser, PhD

PLANALTINA-DF, BRASIL  
1996

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao:

**CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS - CPAC**

BR - 020, km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

73301-970 Planaltina - DF, Brasil

Telefone: (061) 389-1171, Fax (061) 389-2953

E-mail: rpereira@cpac.embrapa.br

lnasser@sede.embrapa.br

**INTERNATIONAL PHONES AND FAX OF EMBRAPA-CPAC**

Phone: 55(61)3891171

55(61)3893442

55(61)3891121

Fax: 55(61)3892953

Tiragem: 1000 exemplares.

Preço: R\$ 15,00 / US\$ 16,00

SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8., 1996, Brasília. Anais do 8º Simpósio Sobre o Cerrado: biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados e proceedings do 1ª International Symposium on Tropical Savannas: biodiversity and sustainable production of food and fibers in the Tropical Savannas / Editado por Roberto Carvalho Pereira e Luiz Carlos Bhering Nasser. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. xii + 508p.

1. Cerrado - Congresso - Brasil. 2. Savana - Congresso - Brasil. 3. Diversidade biológica. 4. Agricultura sustentada. I. PEREIRA, R.C., ed. II. NASSER, L.C.B., ed. III. EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF) IV. International Symposium on Tropical Savannas, 1., 1996, Brasília. V. Título.

CDD 630.9155

<b>Embrapa</b>	
Unidade:	.....
Valor aquisição:	.....
Data aquisição:	25.10.99
N.º N. Fiscal/Fatura:	.....
Fornecedor:	.....
N.º OCS:	.....
Origem:	.....
N.º Registro:	99.00328

## PREFÁCIO

A idéia de se realizar um Simpósio Internacional sobre Savanas Tropicais, concomitantemente ao nosso já tradicional Simpósio sobre o Cerrado, foi muito bem recebida pela comunidade científica do Brasil e dos demais países onde as savanas constituem, na prática ou potencialmente, uma importante área de produção de alimentos para o mundo. Os dirigentes da EMBRAPA, com seu apoio incondicional, e os membros da nascente Comissão Organizadora (C.O.), com sua dedicação e entusiasmo, iniciaram os trabalhos visando corresponder às expectativas de todos. Os percalços foram muitos mas as dificuldades foram sendo superadas uma a uma. Aos organizadores dos próximos Simpósios sobre o Cerrado desejamos maiores facilidades, lembrando que sempre será possível melhorar o nível de um evento científico como esse.

Uma prova da grande receptividade por parte dos cientistas do Brasil e do exterior pela realização do evento está no número e na qualidade dos artigos científicos sobre o tema **Biodiversidade e Produção Sustentável de Alimentos e Fibras nos Cerrados**.

A C.O. do evento resolveu desta vez enfrentar dois desafios que não haviam sido ainda tentados nos simpósios nacionais anteriores: receber trabalhos voluntários para apresentação na forma de pôsteres e entregar, durante o evento, os Anais/Proceedings do **1<sup>st</sup> International Symposium on Tropical Savannas/ VIII Simpósio sobre o Cerrado**. Os dois objetivos foram alcançados.

Este volume, com 520 páginas, está sendo entregue no primeiro dia do evento, com 33 artigos científicos de participantes convidados e 74 artigos científicos resumidos, de autores voluntários brasileiros e estrangeiros.

Todas essas conquistas foram possíveis devido também ao suporte da EMBRAPA (CPAC e SPSB), de instituições internacionais (JICA e FAO) e nacionais (CNPq, MAARA-SDR, FINEP, FAP-DF e BNB), de empresas privadas (Monsanto, Manah, Cyanamid, Du Pont, Uniroyal e FMC), além da ANDEF- Associação Nacional de Defesa da Agricultura. A C.O. agradece a todos que, direta ou indiretamente, fizeram possível a realização do evento.

Esta publicação contém, na primeira parte, artigos científicos de participantes convidados – painéis e palestras – e, na segunda, artigos científicos de autores voluntários, que serão apresentados sob a forma de pôsteres.

A C.O. dá as boas vindas a todos os participantes, esperando que cada um aproveite o máximo do Simpósio e tenha uma excelente estada no Brasil e em Brasília, em particular.

*Roberto Carvalho Pereira, PhD.*

Presidente da Comissão Organizadora

## SIMPÓSIOS SOBRE O CERRADO

SIMPÓSIO	LOCAL	DATA	PRESIDENTE/COORDENADOR	NÚMERO DE PARTICIPANTES
I	São Paulo, SP	5 a 7/12/62	Mário Guimarães Ferri, USP	250
II	Rio de Janeiro, RJ	8 a 11/11/65	Carlos Toledo Rizzini, Jardim Botânico	300
III	São Paulo, SP	15 a 19/6/71	Mário Guimarães Ferri, USP	400
IV	Brasília, DF	21 a 25/6/76	Mário Guimarães Ferri, USP	800
V	Brasília, DF	12 a 16/2/79	Delmar Marchetti, EMBRAPA-CPAC	900
VI	Brasília, DF	4 a 8/10/82	Delmar Marchetti, EMBRAPA-CPAC	550
VII	Brasília, DF	4 a 7/4/89	Pedro Jaime de Carvalho Genú, EMBRAPA-CPAC	400
VIII	Brasília, DF	24 a 29/3/96	Roberto Carvalho Pereira, EMBRAPA-CPAC	?

### OBSERVAÇÃO

*Alguns artigos, referentes a palestras e painéis, deixaram de ser publicados por não terem sido recebidos pela Comissão Organizadora.*

## APRESENTAÇÃO

O Brasil é um dos países com maior diversidade genética, respondendo por cerca de 30% das plantas e espécies animais que ocorrem no mundo. Dentre os diferentes biomas brasileiros, os Cerrados, com seus 207 milhões de hectares, apresenta uma grande diversidade faunística e florística em suas diferentes fisionomias vegetais.

Até meados deste século esta região era considerada como marginal para produção agrícola, no entanto, devido ao desenvolvimento da pesquisa e de tecnologias agrícolas que viabilizaram sua utilização em bases econômicas, hoje ela é responsável pela produção de cerca de 35% de grãos e carnes do país.

O modelo de ocupação da terra utilizado, baseado no uso intensivo de insumos e máquinas pesadas, se de um lado, nos últimos vinte anos, duplicou a área plantada e elevou em quatro vezes a produtividade, por outro, trouxe alguns problemas ambientais como a degradação do solo, perda da matéria orgânica, disseminação de plantas daninhas, pragas e doenças e perda da biodiversidade.

O avanço do conhecimento científico e tecnológico, obtidos pela pesquisa agrícola nas últimas décadas, oferecem a base de conhecimentos para entender os diferentes processos ecológicos da biosfera e as técnicas necessárias para o seu monitoramento e recuperação das áreas degradadas.

Neste contexto, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, através do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, tem a honra de promover o **1<sup>st</sup> International Symposium on Tropical Savanas**, em conjunto com o **VIII Simpósio sobre Cerrado**, que se apresenta como uma oportunidade ímpar para uma discussão dos avanços dos conhecimentos e tecnologias relacionados ao tema **Biodiversidade e Produção Sustentável de Alimentos e Fibras**, com a participação de representantes da comunidade científica nacional e internacional, técnicos, extensionistas, políticos, estudantes e produtores.

Estes **Anais/Proceedings**, vem trazer a todos os interessados nas questões ambientais e em especial, aos agricultores comprometidos com uma produção sustentável, importantes informações sobre o aproveitamento racional dos Cerrados e demais ambientes savânicos em outras partes do mundo.

*Jamil Macêdo, PhD.*  
Chefe do CPAC-EMBRAPA

# COMISSÃO CIENTÍFICA

## Coordenadores

Edson Lobato  
Francisco Eduardo C. Rocha  
Lucilene Maria de Andrade  
João Rezek Junior

## Revisores

Adalberto C. Café Filho  
Alberto Carlos Queiroz  
Allert R. Suhet  
Amábilio Jose Aires Camargo  
Ana C. Karl  
Ana Luiza Borges  
Arminda Moreira de Carvalho  
Austecínio L. de Farias Neto  
Carolyn Proença  
Claudete Teixeira Moreira  
Cláudio Sanzonowicz  
Cláudio T. Karia  
Dimas V.S. Resck  
Djalma Martinhão G. de Souza  
Edson Lobato  
Elino Alves de Moraes  
Fernando Antonio M. da Silva  
Francisco E.C. Rocha  
José Carlos Corrêa  
José Carlos Souza Silva  
José da Silva Madeira Neto

José Eurípedes da Silva  
José Filipe Ribeiro  
José Ribamar Nazareno dos Anjos  
José Ronaldo Magalhães  
José Teodoro de Melo  
Leila C. F. Ferraz  
Lourival Vilela  
Lucilia Maria Parron  
Lucilene M. de Andrade  
Luiz Carlos Bhering Nasser  
Marcos A. de Freitas  
Maria Jose D. Charchar  
Maria Leonor R.C.L. Assad  
Milton A.T. Vargas  
Sueli M. Sano  
Roberto C. Pereira  
Thomas Adolfo Rein  
Vicente P.G. Moura  
Wilma R. C. Ribeiro  
Wilson Vieira Soares

## SUMÁRIO / CONTENTS

### PAINÉIS E PALESTRAS / PANELS AND LECTURES

	Página Page
Biodiversity of the flora of the Cerrado. <b>James A. Ratter and José F. Ribeiro</b> .....	3
Fire as a factor influencing the diversity of life forms in neotropical savannas. <b>Juan F. Silva</b> .....	6
Manutenção e recuperação da biodiversidade do bioma Cerrado: o uso de plantas nativas. <b>José F. Ribeiro e José C.S. Silva</b> .....	10
Recursos edáficos dos Cerrados: ocorrência e potencial. <b>João C. Ker e Mauro Resende</b> .....	15
Recursos biológicos: ocorrência e variabilidade. <b>Maria Leonor R.C.L. Assad</b> .....	20
Relação entre o desenvolvimento agrícola e a biodiversidade. <b>Carlos A. Klink</b> .....	25
Sustentabilidade dos sistemas nos cerrados. <b>Orfeo A. Droguetti Affin e Yuri L. Zinn</b> .....	28
Nitrogen cycling and sustainability of improved pastures in the brazilian "Cerrados". <b>Robert M. Boddey, Bruno J.R. Alves and Segundo Urquiaga</b> .....	33
Crop pasture rotations in the brazilian "Cerrados". <b>James M. Spain, Miguel A. Ayarza and Lourival Vilela</b> .....	39
Effect of long-term periodic fire on plant diversity in a "Cerrado" region. <b>George Eiten and Regina H.R. Sambuichi</b> .....	46
Repensando a teoria da formação dos Campos Cerrados. <b>Paulo de T. Alvim</b> .....	56
Scientific contribution of the JICA project to sustainable agricultural development in the "Cerrados". <b>Toru Kubota</b> .....	59
Contribution of CIAT to the sustainable development of the Cerrados. <b>Raúl R. Vera and Miguel A. Ayarza</b> .....	70
Utilização da pesquisa-desenvolvimento para o desenvolvimento da agricultura familiar da região de Silvânia, Brasil. <b>François Bertin</b> .....	72
Principais contribuições do ORSTOM para o desenvolvimento sustentado dos Cerrados. <b>Maurice Lourd</b> .....	75
A partnership approach for setting the research agenda for sustainable development of the Cerrados. <b>Eric R. Stoner</b> .....	79
Manejo de solos e sustentabilidade dos sistemas agrossilvipastoris na região dos Cerrados. <b>Dimas V.S. Resck</b> .....	81
Characterisation of land-use of "Cerrado" oxisols with <sup>31</sup> P NMR. <b>Henry Neufeldt and Wolfgang Zech</b> .....	90
Effects of tillage and cropping system on infection of soybean by <i>Diaporthe phaseolorum var. caulivora</i> (Southern stem canker). <b>Craig S. Rothrock and Daniel V. Phillips</b> .....	93
Disease of the root system: soybean sudden death syndrome. <b>Donald E. Hershman</b> .....	97
Mechanization in savanna regions: effect of machines and implements on the soil. <b>Ettore Gasparetto</b> .....	100
Plantio direto em regiões do Cerrado. <b>Marcio J. Scaléa</b> .....	102
Combine development trends for the savanna regions. <b>Heinz D. Kutzbach</b> .....	104
A mecanização como estratégia para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável: colheita de grãos nos Cerrados. <b>Amilcar Centeno</b> .....	112
Cerrados do Nordeste do Brasil: caracterização, fatores alavancadores e restritores. <b>Francisco M.C. França</b> .....	115
A pecuária de corte brasileira no terceiro milênio. <b>Kepler Euclides Filho</b> .....	118

Pecuária nos Cerrados: produção de leite. <b>Vidal P. de Faria</b> .....	121
Sistemas intensivos de produção animal. <b>Artur C. de Camargo</b> .....	123
Sistemas extensivos e semi-intensivos de produção: pecuária bovina de corte nos Cerrados. <b>Alexandre de O. Barcellos</b> .....	130
Mechanization: contribution to high level sustainable production - from tillage to mechanical weed control. <b>Rüdiger Krause</b> .....	137
Prospects for sustainable grain production systems in the "Cerrados" (Brazilian savannas). <b>Carlos R. Spehar</b> .....	139
Potencial socio-econômico da cultura da seringueira. <b>Eurico Pinheiro e Fernando S. V. Pinheiro</b> .....	152
Potencial socio-econômico da cultura da pupunha como alternativa para os Cerrados. <b>César P. Teixeira, Júlio C. de A. Paiva e Paulo A. Fraga</b> .....	159

## PÔSTERES / POSTERS

### Recursos Naturais / Natural Resources

Estimativa preliminar do número de térmitas nos Cerrados. <b>Anthony Raw</b> .....	165
Estudos etnobotânicos de espécies medicinais de uso popular no Cerrado. <b>Roberto F. Vieira e Marcus V. de M. Martins</b> .....	169
Avanço da sojicultura sobre campos úmidos em área de chapada no Triângulo Mineiro. <b>Marilena O. Schneider</b> .....	172
Sustentabilidade dos sistemas de produção dos Cerrados do entorno de Iraí de Minas, MG: uma contribuição metodológica para seu estudo. <b>Shigeo Shiki, José F. Fernandes Filho, David G. Francis, João Cleps Júnior, Rosselvelt J. Santos, Adilson M. Fernandes e Simone de F. Narciso</b> .....	175
Os condicionantes morfológicos da organização da paisagem natural e agrária dos Cerrados: o caso da bacia do rio Araguaia. <b>Claudete A.D. Baccaro, Roberto Rosa, Samuel do C. Lima, Celso A. de Siqueira e Katia G. de O. Pereira</b> .....	179
Regeneração da vegetação de Cerrado em uma área de empréstimo no Parque Nacional de Brasília. <b>Rodrigo S. Corrêa</b> .....	182
Genetic diversity in <i>Stylosanthes</i> species: a GIS mapping approach. <b>Peter G. Jones, Ross Rebgetz, Brigitte L. Maas e Peter C. Kerridge</b> .....	186
Aspectos fenológicos de seis espécies vegetais em matas de galeria do Distrito Federal. <b>Neiva B. Antunes e José F. Ribeiro</b> .....	190
Conservação <i>ex-situ</i> de recursos genéticos do Cerrado: plantas medicinais, ornamentais e meliponíneos. <b>Terezinha A.B. Dias, Roberto F. Vieira, Marcus V.M. Martins, Cláudia M.C. Mello, Marcelino C. Boaventura, Alba E. Ramos, Marta C. Assis, Frederico A. Ramos, Pedro P. Monteiro e Germana M.C.L. Reis</b> .....	195
Teste de tetrazólio em sementes de <i>Cyrtopodium</i> sp., orquídea do Cerrado. <b>Cláudia M.C. Mello, Rui A. Mendes, Marisa de Goes e Luciene D. Cardoso</b> .....	198
Regionalização de vazões na bacia Araguaia-Tocantins: primeiros resultados. <b>Gerard Cochonneau</b> .....	200
Mortalidade de plantas lenhosas do Cerrado após duas queimadas prescritas. <b>Margarete N. Sato e Heloisa S. Miranda</b> .....	204
Mortalidade de plantas lenhosas em Campo-sujo submetido a queimadas prescritas. <b>Gabriela T. da Silva, Margarete N. Sato, Heloisa S. Miranda e Danilo A. Furtado</b> .....	208
Avaliação da patogenicidade de <i>Cylindrocladium clavatum</i> em plântulas de Baru ( <i>Dipteryx alata</i> ). <b>Maria de F. Santos, Marta G.R. Faiad e Wilma R.C. Ribeiro</b> .....	213
Geopedology and sustainability of sodium-affected soils under savanna from Roraima, northern Amazonia. <b>Carlos E. Schaefer</b> .....	216
Areias river (Goiás, Brazil): assessment to the water with view to use in supply the Federal District. <b>Marlos J.M. de Souza and Antonio J.A. Rocha</b> .....	223
Relação intensidade/duração/período de retorno de chuva em Goiás: Aporé, Caiapônia e Israelândia. <b>Alfredo R. da Costa, Jefferson P. de Lemos e Luiz Géa Júnior</b> .....	226
Aspectos ambientais da ocupação dos cerrados na região de Iraí de Minas, área do PRODECER - I. <b>Samuel do C. Lima, Antônio G. Ribeiro, Maria A. dos Santos e Deocleciano B. Rosa</b> .....	230

Habitat preference of <i>Trachypogon</i> (Gramineae) in South American savannas. <b>Antonio C. Allem and José F.M. Valls</b> .....	234
Complexos gênicos e coleções nucleares: estratégia para recursos genéticos nos Cerrados. <b>Eduardo A.V. Morales e Afonso C.C. Valois</b> .....	237
Fitossociologia de uma reserva ecológica de Cerrado adjacente a plantios agrícolas. <b>Bruno M.T. Walter e José F. Ribeiro</b> .....	242
Aspectos ambientais e agrônômicos da agricultura irrigada na bacia do Rio Jardim, Distrito Federal. <b>Rodrigo H.C. Dolabella</b> .....	242
Temperatura do câmbio de espécies lenhosas do Cerrado durante queimadas prescritas. <b>Eduardo P. da R. e Silva e Heloisa S. Miranda</b> .....	249
Alterações no uso da terra da microbacia hidrográfica do córrego do Olária, Brazlândia, Distrito Federal. <b>Silvana P. Moreira, Fernando A.M. da Silva e Maria L. Meirelles</b> .....	258

## Produção Vegetal / Plant Production

Dano associado ao gênero <i>Fusarium</i> como patógeno radicular das culturas de feijão e soja nos Cerrados. <b>Celso K. Tomita, Jeander O. Caetano e Adalberto C. Café Filho</b> .....	263
Avaliação citogenética de <i>Kielmeyera coriacea</i> . <b>Renata Silva e Lisete C. Davide</b> .....	268
Potentialities for the production of irrigated wheat in the Brazilian "Cerrado" region. <b>Dijalma B. da Silva, Antonio F. Guerra and Gustavo C. Rodrigues</b> .....	271
Patterns of soil water potential and seedling survival in the "Cerrados" of Central Brazil. <b>Augusto C. Franco, Gabriela B. Nardoto and Monica P. Souza</b> .....	277
Determinação da umidade de sementes de "lobeira" ( <i>Solanum lycocarpum</i> ) através de forno de microondas. <b>Marlene de M. Malavasi, Antônio C. Davide e Ubirajara C. Malavasi</b> .....	281
Fruit, seed production and size structure in some evergreen tree species of the Venezuelan savannas. <b>Carlos García-Núñez, Aura Azócar and Juan F. Silva</b> .....	284
Potencial para produção de quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) nos Cerrados. <b>Carlos R. Spehar e Roberto L.B. Santos</b> .....	290
Avaliação de genótipos de girassol ( <i>Helianthus annuus</i> ) nos Cerrados do Distrito Federal. <b>Austecínio L. de Farias Neto, Renato F. Amabile, Carlos E.L. da Fonseca e Juscelino A. de Azevedo</b> .....	293
Matéria orgânica, cobertura morta e outros fatores físicos que influenciam a formação de apotécios de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> em solos de Cerrado. <b>Leila C.L. Ferraz, Adalberto C. Café Filho, Luiz C. B. Nasser e Juscelino A. de Azevedo</b> .....	297
Nitrate assimilation in "Cerrado" woody species. <b>Mercedes M.C. Bustamante, Alessandra R. Kozovits, Liliane F. Silva and Giovana F. Duarte</b> .....	302
Importância da transmissão de <i>Diaporthe phaseolorum</i> f.sp. <i>meridionalis</i> pela semente de soja ( <i>Glycine max</i> ) na região dos Cerrados. <b>Nelson R.L. Román, Marcos A. de Freitas, Luiz C.B. Nasser e Wilma R.C. Ribeiro</b> .....	308
Genetic improvement through exploiting natural diversity. <b>Peter C. Kerridge, Esteban A. Pizarro, José Francisco M. Valls, Pedro J. Argel, Alexandre Barcellos and Brigitte L. Maass</b> .....	311
Fluxo de CO <sub>2</sub> sobre um Cerrado <i>stricto sensu</i> . <b>Joyce M.G. Monteiro e Antônio C. Miranda</b> .....	312

## Manejo do Solo / Soil Management

Frações orgânicas e inorgânicas de fósforo em um solo de Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. <b>Alexandre G. de Araújo, Miguel A. Ayarza, Dennis K. Friesen e Lourival Vilela</b> .....	319
Influence of land-use on the distribution of water stable aggregates and P status of sandy and clayey "Cerrado" oxisols, Brazil. <b>Julia Lilienfein, Anette Freibauer, Henry Neufeldt, Roelof Westerhof, Miguel A. Ayarza, José E. da Silva, Dimas V.S. Resck and Wolfgang Zech</b> .....	323
Caracterização da distribuição do tamanho de agregados de diferentes sistemas de manejo e seu conteúdo de carbono em latossolo vermelho-escuro na região dos Cerrados, Brasil. <b>Hamilton M. Guedes, Dimas V.S. Resck, Isaías da S. Pereira, José E. da Silva e Luís Hernan R. Castro</b> .....	329
Diagnose foliar na cultura da soja em áreas de implantação da cultura da cana-de-açúcar em Goianésia-GO, Brasil. <b>Wilson M. Leandro, J.P. Oliveira Jr., E.M. Brasil, Sebastião A. Oliveira, J.C. Chitolina, R.T. Reis, R.L. Dias, R.T. Magalhães e S.A. Botelho</b> .....	334

Níveis de suficiência no solo para soja (BR-15 e IAC-15) em Goianésia-GO, através do método DRIS. Wilson M. Leandro, Sebastião A. Oliveira, E.M. Brasil, J.P. Oliveira Júnior, J.C. Chitolina, R.T. Reis, S.R. Artiaga, S.R. Pereira e S.A. Botelho .....	337
Alterações nas propriedades químicas de um latossolo: sob pastagem cultivada, após queima. José A.M. Bono, Manuel C.M. Macedo e Valéria P.B. Euclides .....	341
Reação de cultivares de trigo do Cerrado à acidez do solo. Cantídio N.A. de Sousa .....	346
Eficiência de diferentes fontes e doses de fósforo na produção de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk em areia quartzosa. Julio C.R. de Almeida, Manuel C.M. Macedo e Cacilda B. do Valle .....	350
Adequate nutrient levels for <i>citrus</i> . A.C.C. Bernardi and Q.A.C. Carmello .....	354
Efeito da calagem e de alguns nutrientes sobre o desenvolvimento de três espécies de <i>Stylosanthes</i> cultivadas em solo de Cerrado. Valdinei T. Paulino, Maria T. Colozza, Joaquim C. Werner e Ivani P. Otsuk .....	357

## Fertilidade do Solo / Soil Fertility

Efeito de diferentes sistemas de manejo na distribuição de macro e microagregados e no teor de carbono orgânico em latossolo vermelho- escuro na região dos Cerrados, Brasil. Isaías da S. Pereira, Dimas V.S. Resck, Hamilton M. Guedes, José E. da Silva e Luís Hernan R. Castro .....	367
Influência de diferentes sistemas de manejo no teor de matéria orgânica e no tamanho e distribuição de poros em latossolo vermelho-escuro argiloso na região dos Cerrados, Brasil. Márcio N. dos Santos, Dimas V.S. Resck, José E. da Silva e Luís Hernan R. Castro .....	372
Avaliação da fauna do solo sob vários sistemas de manejo em um latossolo da região dos Cerrados. Laucir O. Rodrigues, Lourival Vilela, Miguel A. Ayarza e Kiniti Kitayama .....	375
Avaliação do desempenho de um arado de discos em função da velocidade de trabalho. Cláudio A.B. Franz e Sergio M. Folle .....	379
Caracterização de espécies de adubos verdes para o cultivo de milho em latossolo vermelho-escuro originalmente sob Cerrado. Arminda M. de Carvalho, João R. Correia, Philippe Blancaneaux, Luciene R. da S. Freitas, Hélio A. Menezes, João Pereira e Renato F. Amabile .....	384
Contribuição dos fungos micorrízicos arbusculares nativos no estabelecimento de uma gramínea pioneira ( <i>Aristida setifolia</i> ) em áreas degradadas no Cerrado. Carlos R. Martins, Jeanne C.C. de Miranda e Leo N. de Miranda .....	389
Efeito de fungos micorrízicos arbusculares nativos de Cerrado no crescimento de soja adubada com nitrogênio ou inoculada com <i>Rhizobium</i> . Jeanne C.C. de Miranda e Leo N. de Miranda .....	393
Temperatura do solo em um campo sujo de Cerrado durante uma queimada prescrita. Beatriz M. de C. Neves e Heloisa S. Miranda .....	396
A análise morfo-estrutural como uma ferramenta para a avaliação da sustentabilidade de sistemas agrossilvipastoris nos Cerrados. Pedro L. de Freitas, Philippe Blancaneaux e Roland Moreau .....	400

## Silvicultura e Melhoramento Florestal / Silviculture and Forestry Breeding

Avaliação de procedências e progênies de <i>Pinus patula</i> ssp. <i>tecunumanii</i> aos 115 meses de idade, em Planaltina-DF. Vicente P.G. Moura, João Rezek Junior e Joselito B. Oliveira .....	409
Comportamento da candiúva ( <i>Trema micrantha</i> ) em dois sítios e sob dois regimes de nutrição. José M.R. Faria e Antônio C. Davide .....	417
Influência da gomose do eucalipto (Pau-preto) na rebrota de procedências de <i>Eucalyptus grandis</i> , em Planaltina-DF, região de Cerrado. Vicente P.G. Moura, Joselito B. Oliveira e Valdemir de M. Vieira .....	421
Comportamento de clones de seringueira em Camapuã, Estado de Mato Grosso do Sul. Eny Duboc, Mario C. Kitamura e O. Rodrigues Junior .....	426
Resistência de procedências de <i>Eucalyptus pilularis</i> à formação de kino, no Cerrado. Vicente P.G. Moura, Yuri L. Zinn e Joselito B. Oliveira .....	431
Comparação entre duas formas de coveamento em área minerada. Rodrigo S. Corrêa e Benício de Melo Filho .....	436

## Forrageiras e Pastagens / Pastures and Forages

Conventional and multiple cropping systems of upland rice for reclamation of degraded <i>Brachiaria decumbens</i> pastures. <b>Armindo N. Kichel, Cesar H.B. Miranda and Manuel C. Macedo</b> .....	443
Avaliação agrônômica de cultivares de sorgo forrageiro nos Cerrados de Rondônia. <b>Newton de L. Costa</b> .....	446
Diferimento de capineiras de capim-elefante cv. cameroon nos Cerrados de Rondônia. <b>Newton de L. Costa e Valdinei T. Paulino</b> .....	450
Desempenho agrônômico de leguminosas forrageiras nos Cerrados de Rondônia. <b>Newton de L. Costa e Ricardo G. de A. Pereira</b> .....	454
Metodologia para avaliação de pastagens e resultados de pesquisa. <b>Domício do Nascimento Junior, José M. da S. Diogo e Mércia V.F. dos Santos</b> .....	458
Establishment performance of oversown and pure-sown forage legumes in savanna environments in Ghana. <b>Peter Barnes</b> .....	461
Composição botânica da dieta de bovinos em pastagem nativa do cerrado submetida à queima. <b>Patrícia A. Brâncio, Domício do Nascimento Júnior, Elino A. de Moraes e Adair J. Regazzi</b> .....	465
Avaliação preliminar de espécies forrageiras no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados: perspectivas futuras. <b>Cláudio T. Karia e Ronaldo P. de Andrade</b> .....	471

## Produção Animal / Animal Production

Metais pesados e flúor em tecidos de bovinos recebendo superfosfato triplo. <b>Henrique O.S. Lopes, Eurípedes A. Pereira, Wilson V. Soares, Geraldo Pereira, Maria F.V. da Costa, Ronaldo L. Sanches, Denise K. dos S. Aquino, Adibe L. Abdalla, Dorinha M.S.S. Vitti e Antonio C. Gomes</b> .....	479
La expansion de la agricultura y de la ganaderia en las sabanas tropicales de America del Sur. <b>René Billaz y Víctor Palma</b> .....	484

## Sócioeconomia / Socioeconomy

Strategies for sustainable exploitation of the moist savanna zone of West Africa. <b>Robert J. Carsky, G Tian and V.M. Manyong</b> .....	495
A evolução do café nos Cerrados. <b>Geraldo Pereira e Joseneida L.P. de Aguiar</b> .....	499

**Painéis e Palestras**  
*Panels and Lectures*

# BIODIVERSITY OF THE FLORA OF THE CERRADO

JAMES A. RATTER<sup>1</sup> and JOSÉ F. RIBEIRO<sup>2</sup>

The "Cerrado" is the natural vegetation of some 2 million km<sup>2</sup> of Central and Amazonian Brazil, representing about 22% of the national territory. In terms of area, it is exceeded by only one vegetation formation in Brazil, the Amazonian tall forest (hylaëa) which covers approx. 3.5 million km<sup>2</sup> (about 40% of the country). As is well known, a dynamic relationship has existed between these two vegetation types during the Pleistocene, with expansion of the "Cerrado" area and contraction of the hylaëa into refugia during glacial periods and the opposite occurring during interglacials. Such processes have produced complicated distribution patterns in both flora and fauna, and fragmentation of populations has probably led to exuberant speciation. A great deal of study has been devoted to this subject in the hylaëa but, as yet, such aspects have received little attention in the "Cerrado".

The "Cerrado" is a vegetation formation of great antiquity and there are even suggestions that it existed in prototypic form in the middle Cretaceous, before the final separation of the South American and African continents. Unfortunately, however, there is little fossil evidence of the geological history of "Cerrado" vegetation, although deposits which can be interpreted as typical grassy "Cerrado" are known from the Tertiary.

The combination of the great age of the Cerrado and the relatively recent (Pleistocene) dynamic phase in their distribution patterns has probably led to their exceptionally rich overall biodiversity, estimated as totaling 60,000 species of plants, animals and fungi by Dias (1992). The long history of the biome has allowed the evolution of complex interactions between organisms, e.g. the exceptionally diverse rust flora showing high specificity to the native angiosperms (Dianese *et al.*, 1993), and the great numbers of insect and other plant galls. More recent disruption of populations

probably led to the evolution of many rather 'close' species in the isolated gene pools.

In the main, this communication concentrates on the diversity of tree and larger shrubby species of the Cerrado, since existing information is more complete than for the vegetation of the ground layer. The base list was provided by Rizzini (1963) and added to by Heringer *et al.* (1977). In all they record 774 woody species belonging to 261 genera in the Cerrado, of which 336 species (= 43%) are regarded as endemic to the vegetation. They consider only the vegetation of the "Cerrado" *sensu lato* 'proper', and associated gallery and mesophilous forests are excluded. Since 1977 much research has been carried out on the floristic and phytosociology of the Cerrado and the number of species recorded has increased. The present consensus probably gives an estimate of about 1000 species; however, one has to take care with this figure as there is a danger of including extraneous species (e.g. weedy species such as *Cecropia* spp. and *Trema micrantha*, gallery forest species, etc.) and it is possible that the number of 'true' "Cerrado" tree and large shrub species is slightly lower.

The most important families in terms of species numbers, using the figures of Heringer *et al.* (1977), are: Leguminosae (153 spp., all three subfamilies), Malpighiaceae (46 spp.), Myrtaceae (43 spp.), Melastomataceae (32 spp.), and Rubiaceae (30 spp.). But in many areas the vegetation is dominated by Leguminosae and Vochysiaceae (with 23 spp. in the cerrado) because of the abundance of the three species of 'pau terra' (*Qualea grandiflora*, *Q. parviflora* and *Q. multiflora*) belonging to the latter family. The largest genera are *Byrsonima* (22 spp.), *Myrcia* (18 spp.), *Kielmeyera* (16 spp.), *Miconia* (15 spp.) and *Annona* (11 spp.) - in all cases the species range from trees to those of the ground layer, and

<sup>1</sup> Royal Botanic Garden of Edinburgh, 20A Inverleith Row, Edinburgh EH3 5LR Scotland, UK.

<sup>2</sup> EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, DF 73301-970, Brasil. email.felipe@cpac.embrapa.br

in *Byrsonima* and *Annona* to particularly small plants (e.g. *B. gaultherioides* and *A. pygmaea*).

Heringer *et al.* (1977) analyzed the geographic affinity of the 261 genera they listed and found that 205 had species in common with the Brazilian Atlantic forest, 200 with the Amazonian forest, 30 with the 'matas secas semidecíduas' (mesophilous forests), 51 with the campo limpo, and seven (three of which are monotypic) not occurring in any other vegetation type.

Recent work carried out by ourselves (Ratter & Dargie, 1992; Ratter *et al.*, in press) and by Castro (1994) has been directed towards discovering patterns of geographic distribution of "Cerrado" vegetation by the comparison of all floristic surveys available using multivariate techniques. The studies have covered almost the entire "Cerrado" area and have also included some isolated Amazonian savannas. In all, we have compared 98 sites while Castro has studied 78 areas and 145 species lists. The results of these two studies have still to be published in detail but seem to be very much in accord. Our study (Ratter *et al.*, in press) demonstrated a strong geographic pattern in the distribution of the flora and allowed the recognition of 6 groups: southern (São Paulo and S. Minas Gerais), southeastern (largely Minas Gerais), central (Federal District, Goiás and parts of Minas Gerais), central-western (largely Mato Grosso, Goiás and Mato Grosso do Sul) and northern regions (principally Maranhão, Tocantins and Pará), as well as a distinct group of Amazonian savannas. Castro considered altitude in addition to latitude and longitude and identify 8 groups in the two way indicator species analysis (TWINSPAN); he also demonstrated species overlap and replacement, mainly related to latitude.

Diversity of trees and large shrubs occurring at a single site (alpha diversity- Whittaker, 1960 sense) may reach as high as 150 species per hectare, but is generally considerably lower than this, while at the other extreme it can be less than 10 species in the isolated Amazonian savannas. On the other hand, a remarkable regional intersite heterogeneity (gamma diversity) occurs, as demonstrated by our most recent work comparing 98 sites throughout the cerrado region (Ratter *et al.*, in press). In total 534 species were recorded, of which 158 (30%) occurred at a single site only, while none occurred at all sites and only 28 species (5%) were present at 50% or more. The most widespread species was *Qualea grandiflora* which occurred at 82% of sites. The extreme floristic heterogeneity (gamma i.e. inter-regional diversity) of "Cerrado" vegetation has important consequences for conservation planning, since it will necessitate the establishment of many protected areas to preserve the biodiversity adequately. The sites we have recorded with the highest species numbers ('biodiversity hot-spots') are in Mato Grosso, Goiás (Alto Araguaia region), Tocantins and in the Federal District.

The number of species growing together in a small area of "Cerrado" can be surprising. For instance, at Fazenda Água Limpa, the ecological reserve of the University of Brasília in the Federal District, one can find six species of *Miconia* and *Byrsonima*, and five species of *Erythroxylum* and *Kielmeyera*. This is less than the 12 *Eschweilera* species found in a single hectare of Amazonian rainforest near Manaus, or the many *Pouteria* species found in similar habitats, but the number of individuals of each species found in these cerrado mixed populations is certainly very much greater. In addition the diversity of growth form of the "Cerrado" congeners is much greater than in the forest.

Recent research has thrown light on the mechanisms underlying the maintenance of so much diversity in the "Cerrado" vegetation. Various workers have demonstrated that the vast majority of "Cerrado" species so far investigated are obligate outbreeders and that self-incompatibility is very widespread (see Gibbs, 1990), indicating that the breeding systems are such as to promote a high level of outcrossing and thus much diversity and flexibility. In addition, strong barriers to inter specific hybridization in the form of seasonal isolation, differences in pollination systems and internal genetic barriers, seem to be common. This type of information, telling us how the "Cerrado" really functions at the genetic level, is vital for the long-term planning of strategies of conservation. For example, knowledge of breeding systems is important in determining the size of populations which should be conserved to maintain the genetic viability of a species.

The diversity of smaller plants (herbs, subshrubs and small shrubs: vegetação rasteira) is much richer than for trees and large shrubs, and species numbers are so high that detailed floristic lists are only available for comparatively few localities. Rizzini (1963) gives the figures of more than 500 genera for smaller plants against less than 200 for trees and large shrubs, while the results of detailed surveys in the Federal District (Pereira *et al.* 1993; Ratter, 1986) show between four and seven times the number of species of the former against the latter. A recent study on natural "Cerrado" vegetation close to a soybean plantation in Barreiras-BA has shown a figure of 74 woody species against more than 500 species of smaller plants. Extrapolating from the Federal District figures, and taking 1000 as the number of tree/large shrub species from the "Cerrado", would give a figure of more than 5000 for the smaller species - but obviously extrapolating in this way may be very dangerous!

So far we have only dealt with species diversity of vascular plants of the 'true' "Cerrado" vegetation, but it must be remembered that the cerrado biome also contains an abundance of gallery forests and, where richer soils occur, great extensions of mesophilous forests. A number of recent surveys of cerrado areas have shown a greater diversity of

tree/shrub species in the gallery forests than in the cerrado itself. Furthermore there are great differences in floristic composition of galleries across the vast cerrado region, those of the west and north showing stronger links to the Amazonian rainforests and those of the centre and south show stronger affinity with the montane semideciduous forests of southeastern Brazil (Oliveira-Filho & Ratter, 1995). The great majority of the species of these forests occur in other vegetation formations but a significant number are 'gallery endemics'. The mesophilous forests have a very characteristic flora, but with a greater tendency for species dominance and a lower floristic diversity than occurs in the "Cerrado". As is well known, transitions occur between such forests and the mesotrophic forms of cerradão, and they have a number of characteristic species in common, e.g. *Astronium fraxinifolium* and *Dilodendron bipinnatum*.

During the last 25 years a vast area of the "Cerrado" region, representing at least 40% of its original extension, has been converted to modern agricultural use, either as improved pastures planted with exotic grasses or as arable for the cultivation of principally annual crops (soya, maize, etc.). The rate of destruction is alarming and since very little of the "Cerrado" biome is in existing conservation areas great emphasis must now be concentrated on action to preserve its rich biodiversity. The exceptional floristic heterogeneity of the region makes the task more difficult, as very many areas will be required to save a good representation of the flora and fauna. It is essential that present survey work to determine biogeographical patterns and the location of biodiversity 'hot-spots' should be increased and accelerated so that information is available for the selection of reserves. Attention must also be paid to the development of more environmentally friendly and sustainable use of "Cerrado" areas (e.g. extractivism, lower density stocking, etc.) which will allow exploitation without drastic destruction of biodiversity.

## REFERENCES

- CASTRO, A.A.J.F. Comparação florística de espécies do Cerrado. *Silvicultura*, v.15, n.58, p.16-18, 1994.
- DIANESE, J.C.; BURICÁ, P.; HENNEN J.F. *Batistopsora gen. nov.* and new *Phakopsora*, *Ravenelia*, *Cerotelium*, and *Skierka* species from the Brazilian Cerrado. *Fitopatol. Bras.*, v.18, p.436-450, 1993.
- DIAS, B.F. de S. 2, Cerrados: uma caracterização. In: DIAS, B.F. de S., coord., **Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Brasília: FUNATURA-IBAMA, 1992. p.11-25.
- GIBBS, P. Self-incompatibility in flowering plants: a neotropical perspective. *Revta Brasil. Bot.*, v.13, p.125-136, 1990.
- HERINGER, E.P.; BARROSO, G.M., RIZZO, J.A.; RIZZINI, C.T. A Flora do Cerrado. In: FERRI, M.G., coord., **Simpósio sobre o Cerrado, 4**. São Paulo: Ed. Univ. de São Paulo, 1977. p. 211-232
- OLIVEIRA-FILHO, A.T.; RATTER, J.A. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Edinburgh Journal of Botany*, v.52, p.141-194, 1995.
- PEREIRA, B.A.S.; SILVA, M.A.; MENDONÇA, R.C. **Reserva Ecológica do IBGE**, lista das plantas vasculares. Brasília: Fundação IBGE, 1993.
- RATTER, J. A. **Notas sobre a vegetação da Fazenda Agua Limpa**. Brasília: Editora UnB, 1986. (Textos Universitários, 3)
- RATTER, J.A.; DARGIE, T.C.D. An analysis of the floristic composition of 26 cerrado areas in Brazil. *Edinburgh Journal of Botany*, v.49, p.235-250, 1992.
- RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S.; ATKINSON, R.; RIBEIRO, J.F. (in press). Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation II: comparison of the woody vegetation of 98 areas. *Edinburgh Journal of Botany*, v.53.
- RIZZINI, C.T. A flora do cerrado. Análise florística das savanas centrais. In: FERRI, M.G. coord., **Simpósio sobre o Cerrado, 4**. São Paulo: Ed. Univ. de São Paulo, 1963. p.127-177
- WHITTAKER, R.H. **Communities and ecosystems**. 2 ed. New York: MacMillan, 1975.

# FIRE AS A FACTOR INFLUENCING THE DIVERSITY OF LIFE FORMS IN NEOTROPICAL SAVANNAS

JUAN F. SILVA<sup>1</sup>

---

## LIFE FORMS

Life forms, growth forms, architectural models and biomass allocation patterns are different names given to the study of the diversity of plant growth. Although life form analysis is a promising approach since it encompasses ecological and evolutionary basis for the study of plant morphology, it has developed very little since the Raunkier's life form system. Since morphology is closely related to function, the life form approach is essentially dynamic and based on a morpho-functional view of plant diversity. Raunkier's system has this morpho-functional view since the position of buds relates to survival mechanisms, architectural designs and the dynamics of seasonal regrowth. However, it was designed for temperate communities and is of very limited use in tropical terrestrial ecosystems. There is a need to develop ecologically sound systems for the analysis of life form diversity in tropical vegetation.

Beyond the description of growth forms of savanna plants, little has been done to develop comparative systems to allow the study of life form diversity and the factors influencing it. Several difficulties have to be overcome in order to develop such a system. Several species are not easy to classify because their growth habit is a partial response to seasonal drought and fire. Many of both herbaceous and woody species rely on seasonal regrowth from underground meristems, but there is little detailed knowledge about underground plant architecture. Furthermore, functional properties of savanna plants are still largely unknown.

The functional significance of life forms is relevant for the sustainability of the savanna ecosystem and for the study of the evolution of the savanna plant biota. Functional aspects include phenological, demographic and physiological

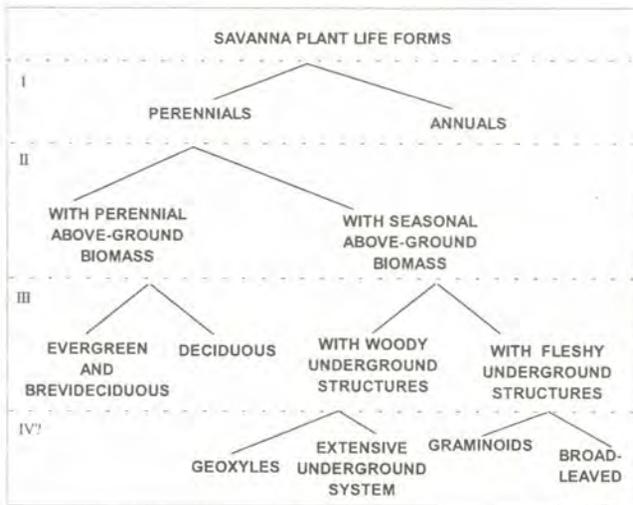
properties of plant species that are pertinent in terms of individual survival and reproduction. However, each of these aspects is rich in many functional details and we risk to be carried away with the impressive array of variations and combinations that may entangle the comparative approach.

Sarmiento & Monasterio (1983), based on a phenological approach, classified savanna plants in three large groups: a) annuals, b) with seasonal above ground parts and c) with perennial above ground parts. The first group is small and variable according to the habitat. In the other two groups there is a wide variety of morpho-functional types, which are described by these authors. Group (b) contains two subgroups: plants with woody underground organs and with herbaceous underground rhizomes. The approach taken by Sarmiento and Monasterio combines two very important qualities: it is simple and it is meaningful. A system based on three main groups with few subgroups encompasses most of the morpho-functional diversity of tropical savannas. It also allows to consider effects of environmental factors in the short-term (ecological) scale and the long-term (evolutionary) scale. However, two aspects of this system deserve further discussion: a) subgroups are still to be defined; and b) their functional differences need to be clarified.

The principle of parsimony should be kept in mind to develop the Sarmiento-Monasterio system keeping intact its powerful simplicity. To elaborate in this direction, a preliminary classification is intended in the diagram showed in Figure 1. We made some additions to the four original terminal groups by differentiating between deciduous and evergreen in the group with perennial above-ground biomass. We also separated the group with fleshy underground

---

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Ecológicas de los Andes Tropicales, Fac. de Ciencias, Universidad de Los Andes (ULA), Mérida, Venezuela.



**FIG. 1 -** The Sarmiento-Monasterio system of savanna life forms showing four hierarchy levels with seven terminal life forms. Categories at level IV are tentatively suggested in this paper. Further divisions of evergreen and deciduous perennials as well as of annual plants and graminoids could be included. (Diagram based on Sarmiento & Monasterio, 1983).

perennating structures into graminoids and broad-leaved plants. Observe that in this classification the first two hierarchy levels are functional; level I based on demographic properties and level II based on phenological properties.

Concerning functional roles, it seems now clear that evergreen neotropical savanna trees are functionally different from and complementary with the concurrent graminoid species (Goldstein & Sarmiento, 1987; Solbrig *et al.*, 1995b). This is concerned with water, carbon and nutrient cycles and the plant responses to the seasonality of energy, water and fire regimes. Functional differences between those two life forms and the half-woody forms are still unclear. Differences concerning nutrient supply (Medina & Huber, 1992) seem to be important between grasses (more dependent on nitrogen supply) and legumes (more limited by phosphorus supply), and these may be related to the distinction between graminoids, broad-leaved herbs and subshrubs. Functional differences between evergreen and deciduous savanna trees are still unclear, although differences in carbon balance have been related to their contrasting biomass allocation patterns (Azócar *et al.*, 1996).

## FIRE AS AN ECOLOGICAL DETERMINANT

The two most important environmental factors determining the diversity of savanna ecosystems in the

neotropics are water and fire as already stated by Warming (1892). According to soil texture and depth, availability of moisture for plant growth is well stratified in the soil profile, and it follows an annual rhythm according with the seasonality of rainfall (Medina & Silva, 1990). It is also affected by annual fluctuations in total amount of rainfall, resulting in sequences of drier or wetter years, although this has not been well documented. On the other hand, fire is an episodic event whose frequency has increased with human settlements. The effects of savanna burning depend largely on the frequency and intensity of fire, and these depend on the annual production of the grass layer which in turn is a function of annual rainfall. Fire and water are therefore interacting determinants (Silva, 1995).

Fire, usually taking place at the end of the dry season, causes different and sometimes opposing effects. It kills, not only woody plants but also dominant graminoids (Silva *et al.*, 1990, 1991). It suddenly changes the amount of radiation, and hence the temperature, at the soil surface and releases mineral nutrients trapped in the standing biomass. Fire stimulates the germination of some species, the regrowth of the aerial biomass and the flowering of herbaceous species (Frost & Robertson, 1987). The synchrony of burning with the onset of rains reinforces the seasonal rhythm of savannas, producing a burst of energy, water and nutrients at the soil surface where the buds of most savanna species are then in a dormant condition (Solbrig *et al.*, 1995a).

## FIRE AS A SELECTIVE FORCE

Savanna fire regime is influencing plant and population growth in the short ecological term and it seems to be an evolutionary force shaping plant form and function in tropical savannas. In their remarkable 1983's paper, Sarmiento & Monasterio analyzed many examples of the plastic responses of different woody life forms to fire regime and forwarded several interesting hypotheses on the evolution of adaptive responses to fire in several groups of woody species. Savanna woody species show an extraordinary plastic versatility, partially due to their special meristematic arrangement. This increases survival to burning and is considered an important factor for savanna stability (Archer *et al.*, 1995).

Fire regime may also be acting as a selective force shaping savanna grasses. Some grass species have to rely on underground reserves in order to rapidly regrowth their foliage and bloom after savanna burning. In contrast to other grasses, they show high rates of below/above-ground biomass allocation patterns (Silva, 1987). These architectural and phenological patterns are concurrent with other life history traits, suggesting adaptive arrays (Sarmiento, 1992). Furthermore, annual and perennial grasses differ in their

ability for population survival under different fire regimes (Canales *et al.*, 1994; Silva, 1995; Silva *et al.*, 1990, 1991). Some species may have evolved from tolerance to dependence on high fire frequency because of human induced burning of savanna vegetation (Silva *et al.*, 1991).

Several traits (such as underground reserves of water, energy and meristems) which increase survival during dry spells also decrease mortality from fire. During dry years fire is less likely to occur, but during wet years, the probability of fire occurrence and fire intensity increase. This is the reason fire and water availability seem to be acting in complementary or interacting ways to shape the diversity of life forms in savanna communities.

### FIRE AND THE DIVERSITY OF LIFE FORMS

How can we compare savanna communities on the basis of their life form diversity? First of all, we need a classificatory system of life forms more adequate than the Raunkier's system. It seems apparent that general systems for the world's vegetation are unlikely to be successful. Classificatory systems for specific types of communities, such as the one suggested by Sarmiento & Monasterio (1983) for neotropical savannas, may overcome the shortcomings of wider approaches. Furthermore, we need suitable indexes to measure life form diversity. Commonly used indexes to measure the diversity of species in a community are perfectly adequate for this purpose. In this way, we take into account the number of life forms present in the community (richness) and how these life forms are represented in the community (relative number of species in each life form).

Sarmiento (1983) analyzed species and phenological diversity of the grass component along moisture gradients in Venezuelan savannas with the same index. A more recent attempt to measure species and functional diversity to compare different savanna communities in western Venezuela showed a strikingly similar pattern of variation of both diversities (Castillo, 1995). In this study, ten different functional groups were used. Unfortunately, none of these two studies have to do with the influence of fire regime.

We expect the relationship between diversity of life forms and fire frequency in savannas to be bell-shaped (Fig. 2). This type of response to frequency of disturbance has been found in different communities, although not for the same causes (Fuentes, 1988). Some life forms, such as deciduous trees, are more susceptible to mortality by fire than others. As the frequency of fire increases, density of deciduous trees decreases because the likelihood of individuals being killed becomes higher, even within the small forest islands. Evergreen trees have higher probabilities of survival to fire

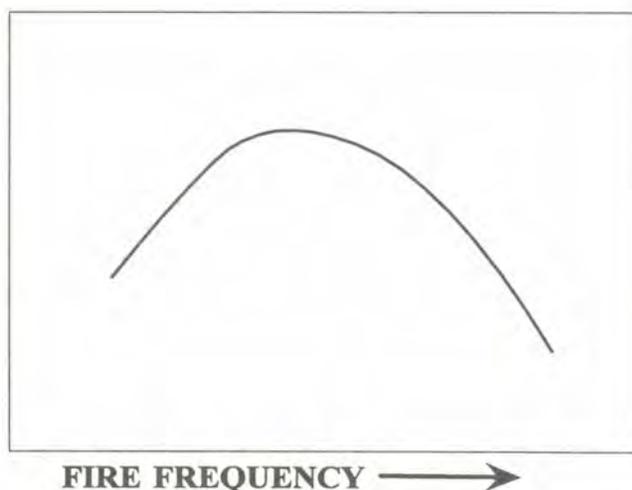


FIG. 2 - Predicted variation of the diversity of life forms in savanna communities as a function of the frequency of fire. Diversity decreases as a consequence of the increased probability of death as follows: a) on the right hand, due to burning in those species which are less able to cope with fire; b) on the left hand, due to shading in those species which are unable to tolerate the shade from accumulated standing nechromass but have to regrow from soil surface.

than deciduous trees, and that is the reason they grow isolated in the grassland of frequently burnt savannas. However, even they can be importantly reduced as fire frequency increases, as suggests the increase in their density after several years of fire exclusion (San José & Fariñas, 1991). Similar consequences are expected for the broad-leaved herbaceous species. In summary, after a certain threshold of increased fire frequency, the savanna would be reduced to an almost pure grassland. On the other hand, it has been shown that some savanna grass species are unable to persist below certain rather high fire frequencies (Canales *et al.*, 1994, Silva *et al.*, 1991). This is due to the reduced light incidence at the ground level, not because of the competitive effects of tree cover but rather because of the increased accumulation of standing nechromass after several years without burning. This may affect other life forms depending on regrowth from underneath the soil, such as the hemixyles.

### REFERENCES

- ARCHER S, COUGHENOUR, M.; DALL'AGLIO, C.; FERNANDEZ G.W; HAY, J.; HOFFMAN, W.; KLINK, C; SILVA, J.F.; SOLBRIG, O.T. In: SOLBRIG, O.T., MEDINA, E. SILVA, J.F., eds, **Savanna Biodiversity and Ecosystem Properties**.

- AZÓCAR, A.; RADA, F. SILVA, J.F. Gas exchange and carbon balance in deciduous and evergreen trees from venezuelan savannas. (submitted) 1996.
- CANALES, J.; TREVISAN, M.C., SILVA, J.F. CASWELL, H. A demographic study of an annual grass (*Andropogon brevifolius* Schwarz) in burnt and unburnt savanna. **Acta Oecologica**, v.15, p.261-273, 1994.
- CASTILLO, A. **Funcionamiento y diversidad de ecosistemas de sabanas en los Llanos Occidentales de Venezuela, Estado Barinas**. Mérida, Venezuela: Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, 1995. Tesis de Maestría en Ecología Tropical.
- FROST, P.G.H.; ROBERTSON, F. The ecological effects of fire in savannas. In: WALKER, B.H., ed., **Determinants of tropical Savannas**, Paris: IUBS, 1987, p.93-140
- FUENTES, E.R. The hump-backed species diversity curve: why has it not been found among land animals? **Oikos**, v.53, p.139-143, 1988.
- GOLDSTEIN, G.; SARMIENTO, G. Water relations of trees and grasses and their consequences on the structure of savanna vegetation. In: WALKER, B.H., (ed) **Determinants of tropical Savannas**, Paris: IUBS, 1987, p.13-38.
- MEDINA, E.; HUBER, O. The role of biodiversity in the functioning of savanna ecosystems. In: SOLBRIG, O.T. van EMDEN, H.M.; van OORDT, P.G.W.J., eds., **Biodiversity and global change**, Paris: IUBS, 1992, p. 139-158.
- MEDINA, E.; SILVA, J.F. The savannas of northern South America: a steady state regulated by water-fire interactions on a background of low nutrient availability. **Journal of Biogeography**, v.17, p.403-413, 1990.
- SAN JOSÉ, J.J.; FARIÑAS, M.R. Temporal changes in the structure of a *Trachypogon* savanna protected for 25 years. **Acta Oecologica**, v.12, p.237-247, 1991.
- SARMIENTO, G.; MONASTERIO, M. Life forms and phenology. In: BOURLIÈRE, F. ed., **Tropical Savannas**, Amsterdam: Elsevier 1983. p. 79-108.
- SARMIENTO, G. Patterns of specific and phenological diversity in the grass community of the venezuelan tropical savannas. **Journal of Biogeography**, v.10, p.373-391, 1983.
- SARMIENTO, G. Adaptive strategies of perennial grasses in South American savannas. **Journal of Vegetation Science**, v.3, p.325-336, 1992.
- SILVA, J.F. Responses of savannas to stress and disturbance: species dynamics. In: WALKER, B.H. ed., **Determinants of tropical savannas**, Paris: IUBS, 1987, p. 141-156
- SILVA, J.F. Biodiversity and stability in tropical savannas. In: SOLBRIG O.T., MEDINA, E. SILVA, J.F. eds., **Biodiversity and savanna ecosystem processes**, Berlin: Springer-Verlag, 1995. (in press).
- SILVA, J.F.; RAVENTÓS, J.; CASWELL, H. Fire, fire exclusion and seasonal effects on the growth and survival of two savanna grasses **Acta Oecologica**, v.11, p.783-800, 1990.
- SILVA, J.F.; RAVENTÓS, J.; CASWELL, H. Population responses to fire in a tropical savanna grass: a matrix model approach. **Journal of Ecology**, v.79, p.345-356, 1991.
- SOLBRIG, O.T.; MEDINA, E.; SILVA, J.F. Biodiversity and tropical savanna properties: a global view. In: MOONEY *et al.*, ed., **Biodiversity and global change**. SCOPE, 1995a. (in press).
- SOLBRIG, O.T.; MEDINA, E.; SILVA, J.F. Determinants of Tropical Savannas. In: SOLBRIG O.T., MEDINA, E.; SILVA, J.F., eds., **Biodiversity and savanna ecosystem processes**, Berlin: Springer-Verlag 1995b. (in press).
- WARMING, E. **Lagoa Santa**: contribuição para a geographia phytobiologica. Belo Horizonte: Editora Itatiaia, 1973. 282 p.

# MANUTENÇÃO E RECUPERAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DO BIOMÁ CERRADO: O USO DE PLANTAS NATIVAS

JOSÉ F. RIBEIRO<sup>1</sup> e JOSÉ C. S. SILVA<sup>2</sup>

Biodiversidade é o termo geral que agrupa a variabilidade encontrada nos seres vivos, seja esta a nível de genes, espécies, ecossistemas e mesmo nos processos envolvidos em cada nível. Quantificá-la tem sido bastante difícil, pois ainda faltam variáveis definidas para cada nível. Em geral, o principal enfoque tem sido dado a nível de espécie, pois esta é, na maioria dos casos, o elemento mais facilmente reconhecível e definido para a avaliação da diversidade biológica.

Para a manutenção e a recuperação da biodiversidade do Cerrado é necessário caracterizá-lo e entender como ocorrem os processos naturais de sua formação. O bioma Cerrado ocupa uma área de aproximadamente 2 milhões de quilômetros quadrados ou seja 22% do território brasileiro (Macedo, 1995). No geral, este encontra-se sobre um relevo suave a suave ondulado, sendo uma savana tropical típica, compreendida por árvores tortuosas e esparsas entremeadas por um estrato gramíneo bastante evidente. O clima é tropical estacional com um regime de chuvas no verão, com intensidades intermediárias entre as regiões mais secas do Nordeste e as mais úmidas do Sudeste e do Norte brasileiros. A precipitação média anual fica em torno de 1500 mm e as temperaturas médias são de 22 °C para a porção sul e de 27 °C para a porção norte. Os solos são antigos, bem drenados, profundos e na sua maioria distróficos, ou seja, são ácidos e de baixa fertilidade.

O Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC) da EMBRAPA tem procurado identificar os principais fatores naturais e antrópicos que estariam influenciando na manutenção e nas mudanças da biodiversidade, através de parcerias com instituições internacionais como a Overseas Development Administration (ODA), o World Bank/Global Environment Facility (GEF), a Japan International Coope-

ration Agency (JICA), o Wild World Foundation (WWF) e instituições nacionais como a Universidade de Brasília (UnB), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA), o Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN), e a Companhia de Promoção Agrícola (CAMPO) entre outros.

A riqueza de espécies e a grande variabilidade na sua distribuição nas diferentes fitofisionomias do bioma Cerrado dependem basicamente de dois pontos: **a) Fatores Naturais** e **b) Fatores Antrópicos**. Para manter e conservar adequadamente este bioma, é necessário identificar e monitorar estes fatores.

## a) Fatores Naturais

Dentre os fatores naturais que mantém a biodiversidade encontram-se aqueles que atuam nos processos de formação do bioma Cerrado e de suas fitofisionomias, ou seja, processos intrínsecos e extrínsecos às espécies. A origem do bioma é determinada basicamente pelo clima, particularmente pela duração da estação seca e pela precipitação no verão. Variações na topografia e na química do solo, associadas por exemplo com processos de dinâmica de populações e de sucessão de espécies poderiam estar relacionadas com a complexa distribuição das fitofisionomias, dando origem às formas florestais de Mata de Galeria, Mata Mesofítica e Cerradão; às savânicas de Cerrados Denso, Típico e Ralo, Parque de Cerrado e Vegetação Rupestre de Altitude; e às campestres de Campo Limpo e Sujo e a Vereda (Ribeiro *et al.*, 1983).

As espécies características de cada uma das fitofisionomias podem variar no tempo-sucessão e no espaço. Os estudos mais detalhados sobre a riqueza de espécies na Região mostram resultados para o Cerrado *stricto sensu* e para a Mata de Galeria. No Cerrado *ss* destacam-se os estudos iniciais de Rizzini (1963) depois ampliados por Heringer

<sup>1</sup> EMBRAPA - CPAC, BR 020, Rod BSB-Fortaleza, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil. email - felipe@cpac.embrapa.br

<sup>2</sup> EMBRAPA - CPAC, BR 020, Rod BSB-Fortaleza, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil. email - jcarlos@cpac.embrapa.br

*et al.* (1977). Estes autores apontaram a presença de 774 espécies lenhosas, das quais 336 endêmicas. Mais recentemente, Castro (1994) e Ratter *et al.* (prelo) ampliaram estas informações, não somente no sentido de mostrar a riqueza de espécies mas também sobre peculiaridades da distribuição geográfica. Castro (1994) apontou que o número de espécies lenhosas para a Região está entre 1019 e 1753, enquanto Ratter *et al.* (no prelo), listaram 534 espécies.

Se a flora lenhosa apresenta problemas quanto à identificação, riqueza e distribuição, no estrato herbáceo a situação é muito mais complexa. Os estudos são ainda mais escassos e muitas vezes pontuais. Apesar disso, Heringer *et al.* (1977) listaram mais de 500 gêneros para o Cerrado. Em termos locais, Goodland (1979) indicou cerca de 400 espécies para o Triângulo Mineiro, e Oliveira (comunicação pessoal) encontrou cerca de 500 espécies em um levantamento sobre impacto ambiental em um Cerrado do Oeste da Bahia.

Nas Matas de Galeria do Brasil Central, Silva Jr *et al.* (prelo) encontraram a riqueza de 433 espécies. A nível regional, Oliveira-Filho & Ratter (1995) mostraram que apesar da maioria das espécies lenhosas também ocorrer em outras formações florestais, as Matas de Galeria comportam um número significativo de espécies endêmicas. A nível local foi demonstrada a existência de gradientes na fitofisionomia tanto no sentido transversal (Schjaviini, 1992) como longitudinal (Walter, 1995).

#### **b) Fatores Antrópicos**

Os fatores antrópicos também influenciam na biodiversidade. Em geral a ação humana desfavorece a biodiversidade das espécies nativas, destacando-se as atividades agrícolas e o extrativismo. A conversão de vegetação nativa em áreas agrícolas tem sido uma das principais vias de degradação da biodiversidade do Cerrado. Além disso, a agricultura também pode proporcionar prejuízos indiretos à biodiversidade através da introdução de espécies exóticas, poluição por pesticidas, compactação e erosão do solo, etc. O impacto dos plantios na vegetação natural adjacente poderia ser reduzido se, no momento da decisão do plantio, fossem melhor consideradas micro e macro diferenças espaciais como solo, topografia e clima. Outros pontos importantes seriam as políticas nacionais e internacionais, que acabam influenciando no tamanho e distribuição dos plantios, nas técnicas de irrigação, aplicação de fertilizantes e pesticidas, e conservação do solo.

O extrativismo, seja para carvoaria, pastagem nativa, ou mesmo para a extração de frutos, flores secas ou madeira, é outro fator preocupante na diminuição da biodiversidade na Região do Cerrado. O uso da vegetação nativa como carvão tem sido cada vez mais crescente pela sua utilização na indústria do ferro e do aço, como também para fins domésticos.

O uso do Cerrado como pastagem nativa é bastante antigo na Região e também deve ser considerado como um

extrativismo. Os efeitos desta atividade na biodiversidade podem acontecer principalmente pela seleção positiva ou negativa de algumas espécies vegetais pelo gado. A riqueza de espécies ou mesmo a densidade de algumas delas pode variar, dependendo da pressão de pastejo e da intensidade e frequência do uso do fogo.

Sem dúvida, a extração de frutos, flores secas ou madeira não é atividade recente no Cerrado. Os indígenas que inicialmente ocuparam a Região, viviam de pequenas plantações e ainda obtinham parte expressiva do seu sustento pelo extrativismo com a flora e a fauna nativas. Quando estes produtos nativos tornavam-se menos abundantes e o solo menos produtivo, estes indígenas procuravam novas áreas. Este caráter semi-nômade foi modificado com a chegada dos europeus (Gross *et al.*, 1979), uma vez que o contato com novas técnicas, ferramentas e a utilização do dinheiro proporcionaram maior fixação à terra e, conseqüentemente, uma pressão maior sobre a biodiversidade.

Atualmente, o extrativismo das flores secas do Cerrado ou mesmo de frutas nativas tem garantido a subsistência de camadas significativas de parte da população em algumas cidades como Alto Paraíso de Goiás. A coleta indiscriminada de plantas inteiras para a utilização da madeira, ou apenas da porção reprodutiva (frutos e sementes) para a elaboração de arranjos ou consumo *in natura*, poderá culminar com a restrição à reprodução e à variabilidade genética de algumas espécies, gerando com isto um conseqüente decréscimo da matéria prima na natureza.

Da maneira como o extrativismo vem sendo executado, a taxa de retirada de material proveniente da vegetação nativa esta sendo maior que a taxa de recuperação natural da vegetação. Quando o extrativismo ultrapassa a capacidade de suporte do ecossistema, tornando o recurso natural NÃO RENOVÁVEL, ele deve ser revisto. Não podemos exceder a sua capacidade de suporte, se queremos ter sustentabilidade. Nestes termos propõem-se uma utilização consciente deste recurso natural, levando em conta os limites impostos por este ambiente. Basicamente, os parâmetros a serem ponderados são: os limites da capacidade de suporte da área (enfocando a biologia das espécies e suas relações com aspectos hídricos e edafoclimáticos, etc...); a manutenção efetiva de reservas; e o planejamento de atividades econômicas.

Mas se as atividades antrópicas estão dificultando a manutenção ou mesmo destruindo a vegetação nativa na Região do Cerrado, como mantê-la ou recuperá-la?

O conhecimento sobre a potencialidade de vários produtos vegetais do bioma Cerrado tem sido discutido em vários trabalhos como em Silva & Almeida (1990), Ribeiro *et al.* (1994) e Silva (1995). Até o momento tem sido demonstrada a existência de um grande número de espécies com potencial de uso. A pressão extrativa sobre espécies como o *Astronium urundeuva* - aroeira (madeira), o *Caryocar*

**TABELA 1 - Manutenção da biodiversidade (Aplicado às Reservas Ecológicas, Parques Nacionais, Reservas Extrativistas, Áreas de Proteção Ambiental e Reservas Obrigatórias Recuperadas).**

ATIVIDADES	Prazos		
	Curto (2 anos)	Médio (2-5 anos)	Longo (> 5 anos)
1- Estimular a conscientização política para assumir a manutenção das Reservas Ecológicas, Parques Nacionais, Áreas de Preservação etc., já existentes, através de convênios e parcerias com a iniciativa privada.	X	X	
2- Estabelecer e manter um programa de estudos básicos sobre a caracterização botânica, fenologia, dinâmica de populações, conservação de germoplasma, para subsidiar planos de manejo.	X	X	X
3- Estabelecer e manter um programa de educação ambiental com ênfase no papel do ser humano com a manutenção biodiversidade e valorização do Cerrado	X	X	X
4- Estabelecer de planos de manejo sustentado para áreas de Reservas Ecológicas, Parques Nacionais, Áreas de Preservação, Reservas Extrativistas etc.		X	X

**TABELA 2 - Uso e recuperação da biodiversidade (Aplicado principalmente às Reservas Obrigatórias não instaladas e às áreas já utilizadas em plantios).**

ATIVIDADES	Prazos		
	Curto (2 anos)	Médio (2-5 anos)	Longo (> 5 anos)
1- Identificar e diminuir as causas de impacto negativo ao ambiente	X		
2- Caracterizar o mercado potencial e real para as espécies nativas.	X		
3- Estabelecer e manter de um programa de caracterização, seleção e divulgação de material mais produtivo baseado nos ecotipos encontrados.	X		
4- Estabelecer e manter de um programa de desenvolvimento e distribuição de tecnologias de recuperação de áreas perturbadas e/ou degradadas com espécies nativas, enfatizando a reabilitação das reservas obrigatórias.	X		
5- Melhorar e manter a fiscalização efetiva das condições das reservas obrigatórias das propriedades.	X	X	X
6- Estabelecer e manter um programa de educação ambiental com ênfase no papel do ser humano com a manutenção biodiversidade e valorização do Cerrado	X	X	X
7- Criar e divulgar tecnologias para o estabelecimento de plantios consorciados com plantas nativas.		X	X

*brasiliense*-piqui (fruto, madeira), o *Paepalanthus sp.* (ornamental) e o *Mauritia flexuosa* -buriti (fruto, madeira) é intensa. Entretanto, o uso destas espécies pode se tornar uma vantagem na sua preservação, caso sejam estabelecidas estratégias e procedimentos de manutenção e recuperação a curto, médio e longo prazos.

A utilização a curto prazo das espécies vegetais nativas do bioma Cerrado é possível, mas engloba graves proble-

mas, como o crescimento lento, o grande desconhecimento por parte dos agricultores sobre as características e potencialidades destas plantas, e finalmente a aplicação de práticas agrícolas que não consideram os 20% de reserva previstos pelas leis número 4711, de 15 de setembro de 1965 (Neves, 1987), e número 7511, de 8 de julho de 1986 (Brasil, 1986). A valorização destas espécies nativas deveria incentivar que o produtor manejasse melhor as áreas de reserva

em sua propriedade. Para o uso destas áreas, seria muito importante um plano de manejo que definisse qual seria a quantidade de biomassa a ser retirada de modo a permitir a sua manutenção pela natureza.

Já a médio prazo, estas espécies poderiam ser utilizadas no enriquecimento e na recuperação de áreas perturbadas. Como nestes ambientes ainda existem remanescentes da flora original e o solo ainda não está totalmente degradado, as informações já disponíveis na literatura como em Ribeiro *et al.* (1994) devem ser suficientes para a seleção de espécies prioritárias para os plantios de recuperação. Existem várias espécies que podem colaborar com mais de um produto para aumentar a renda da propriedade.

Propõem-se utilizar um grupo de espécies que já cresça naturalmente em uma mesma fitofisionomia. É conhecido que a distribuição de espécies e de fitofisionomias da região tropical raramente é monoespecífica e ao acaso. Ribeiro *et al.* (1992) apontam a existência de várias espécies com potencial econômico que convivem associadas, como por exemplo o piqui (*Caryocar brasiliense*), que pode ser encontrado no Cerrado (*ss*) em conjunto com o carvoeiro (*Sclerolobium aureum*), o araticum (*Annona crassiflora*), a cagaita (*Eugenia dysenterica*) e o jatobá (*Hymenae stygonocarpa*). Em termos agrícolas, o que acontece na natureza é um plantio consorciado, com espaçamento aleatório e data de plantio não simultânea. Esta "convivência" fitossociológica indica a possibilidade de plantios, visando a sua utilização simultânea e racional. Devido às diferenças fenológicas, o produtor teria a possibilidade de obtenção de frutos em períodos diferentes do ano. Entretanto, a utilização de espécies nativas em plantios consorciados deve sempre ser analisada a longo prazo, principalmente para a recuperação de áreas degradadas ou mesmo em plantios em áreas já abertas.

A principal limitação para o melhor uso das espécies de potencial econômico do bioma Cerrado está na ausência de informações básicas sobre a sua biologia e utilização agrônômica e florestal. Fonseca & Ribeiro (1992) levantaram a necessidade destes estudos básicos sobre fitossociologia, fenologia e produção de mudas para então observar padrões de comportamento em cultivo, seguido de melhoramento genético. Estudos fenológicos são fundamentais para se entender os processos de dormência e germinação de sementes. Estas informações estão diretamente relacionadas às estratégias de estabelecimento destas espécies em suas áreas de ocorrência, e são imprescindíveis para a formação de mudas em viveiro.

A longo prazo, é fundamental a adoção de um programa de recursos genéticos que venha a proporcionar condições efetivas de se fazer conservação (*in situ*) e/ou preservação (*ex situ*) em áreas de reserva ou bancos ativos de germoplasma de espécies nativas do Cerrado. Este procedimento deve permitir um melhor conhecimento dos recursos genéticos da Região e também das estruturas genéticas das populações

das diversas espécies. O grande desafio para a manutenção e recuperação da biodiversidade do bioma Cerrado está na seleção de materiais de espécies "fitossociologicamente" companheiras para diferentes sistemas de cultivo. Se houver boa rentabilidade e sustentabilidade no uso de espécies nativas, o produtor naturalmente deverá adotá-las. Infelizmente, estudos sobre plantios consorciados com espécies do Cerrado ainda são praticamente ausentes.

Será apresentado, a seguir, uma síntese dos principais procedimentos que deveriam ser tomados a curto, médio e longo prazos para a implementação de um programa de manutenção e conservação da biodiversidade do bioma Cerrado.

## CONCLUSÃO

Normalmente, quando se discute a conservação da biodiversidade são evidenciados os aspectos ecológicos e éticos. Mais recentemente, a biodiversidade tem sido bastante discutido como um recurso econômico, enfatizando sua importância na disponibilidade de matéria prima essencial para empresas de biotecnologia, alimentação ou farmacêutica, ou seja, a conservação da biodiversidade funcionaria como manutenção de um estoque de recursos atuais e potenciais, como proposto por Castro (1995). Um grande passo para conseguir a sustentabilidade do uso do Cerrado seria compatibilizar a oferta ambiental com as necessidades da comunidade humana. Esta deve entender que uma reserva extrativista, por exemplo, tem uma capacidade máxima de suporte, no espaço e principalmente no tempo.

Portanto, para manter a vegetação nativa do Cerrado e mesmo recuperar a sua biodiversidade deve-se aprender a entender como os processos naturais estão envolvidos na sua manutenção e como o ser humano está interferindo nestes processos.

## LITERATURA CITADA

- BRASIL. Lei nº 7511, de 8 de julho de 1986. Altera dispositivos da Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965, que institui o novo Código Florestal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, v.27, n.127, p.10049, 8 jul. 1986. Seção 1.
- CASTRO, A.A.J.F. Comparação florística de espécies do cerrado. **Silvicultura**, v.15, n.58, p.16-18, 1994.
- CASTRO, C. F. de A. Biodiversidade e quintais. **Proposta**, Cadernos 3, p. 27-33. 1995.
- FONSECA C.L. da ; RIBEIRO, J.F. Fruteiras nativas do Cerrado: estágio atual e perspectivas futuras. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1., 1992, Cruz das

- Almas. **Anais**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMP/SBF, 1992. p. 63-75.
- GOODLAND, R.J.A.; FERRI, M.G. **Ecologia do Cerrado**. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia, São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1979. p.193.
- GROSS, D. R.; EITEN, G.; FLOWERS, N.M.; LEOI, F.M., RITTER, M.L.; WERNER, D.W. Ecology and acculturation among native peoples of central Brasil. **Science**, v.206, p.1043-1050, 1979.
- HERINGER, E.P., BARROSO, G.M., RIZZO, J.A.; RIZZINI, C.T. A flora do Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 4., 1976, Brasília. **Bases para utilização agropecuária**. São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo, 1977. p.211-232.
- MACEDO, J. **Prospectives for the rational use of the Brazilian Cerrados for food production**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1995. 19 p.
- NEVES, A.R. **Medidas do governo em favor da natureza e do reflorestamento**. In: A educação florestal. Rio de Janeiro: Globo, 1987. p.123-127.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T.; RATTER, J.A. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. **Edinburgh Journal of Botany**, v.52, p.141-194. 1995.
- RATTER, J.A., BRIDGEWATER, S., ATKINSON, R.; RIBEIRO, J.F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation II: comparison of the woody vegetation of 98 areas. A ser publicado no **Edinburgh Journal of Botany**, v.53.
- RIBEIRO, J. F.; SANO, S. M.; MACEDO, J.; E SILVA, J. A. da. **Os principais tipos fisionômicos da região dos Cerrados**. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1983. 28 p. (EMBRAPA-CPAC. Boletim de Pesquisa, 21)
- RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C.E.L. da; ALMEIDA, S. P. de; PROENÇA, C. B.; SILVA, J. A. da; SANO, S. M. Espécies arbóreas de usos múltiplo na Região do Cerrado - In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. **Anais**. Porto Velho, RO: EMBRAPA-CNPMP/CPAF-RO, 1994. p.335-356.
- RIZZINI, C.T. A flora do cerrado: análise florística das savanas centrais. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1, 1962, São Paulo. **Anais**. São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo. 1963. p.125-177.
- SCHIAVINI, I. Estrutura das comunidades arbóreas de mata de galeria da estação ecológica do Panga (Uberlândia-MG). Campinas: UNICAMP - Instituto de Biologia, 1992. 139p. Tese de Doutorado.
- SILVA, J.C.S.; ALMEIDA, S.P. de. Botanical resources from Neotropical Savannas. In: SARMIENTO, G., compilador, **Las sabanas americanas: aspectos de su biogeografía, ecología y utilización**; Simpósio organizado en Guanare/Venezuela, bajo el auspicio del Programa Década de los Trópicos (IUBS-MAB-UNESCO); Centro de Investigaciones Ecológicas de Los Andes Tropicales (CIELAT), Mérida/Venezuela; 1990. p.126-140.
- SILVA, J.C.S. Utilização da flora nativa dos cerrados para fins econômicos. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 7., 1989, Brasília. **Estratégias de utilização**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1995. p.25-34.
- SILVA Jr., M.C.; NOGUEIRA, P.E.; FELFILI, J.M. Composição florística e fitossociológica das matas de galeria no Brasil Central. Trabalho apresentado na 1ª Reunião de Matas de Galeria da Região do Cerrado, 1992, Brasília, DF. Anais no prelo.
- WALTER, B.T.M. **Distribuição espacial de espécies perenes em uma mata de galeria inundável no Distrito Federal**: florística e fitossociologia. Brasília: Universidade de Brasília, Instituto de Biologia, Departamento de Ecologia, 1995. 200 p. Tese de Mestrado.

# RECURSOS EDÁFICOS DOS CERRADOS: OCORRÊNCIA E POTENCIAL

JOÃO C. KER<sup>1</sup> e MAURO RESENDE<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

Edafologia, do grego *edaphos*, solo, leite, terra; *logos*, estudo (Bueno, 1967), é a ciência que trata da influência do solo sobre os seres vivos (SSSA, 1987). As raízes das plantas podem penetrar dezenas de metros no solo; também a água que regulariza as fontes. Do solo para as plantas são importantes: a sua configuração, por influenciar a incidência dos raios solares; a água que vai ser cedida às raízes e participar do ciclo hidrológico; e os nutrientes. Na área dos cerrados há muita diversificação nesses aspectos e isso se reflete nas expressões de vida.

Nesse trabalho buscou-se mostrar que os cerrados, apesar da aparente monotonia, apresenta uma considerável diversidade de ambientes, mesmo em nível de detalhe não cartografável em escalas comuns e refletir sobre as potencialidades e limitações disso.

Procurou-se examinar sob ângulos diferentes, aquilo que em grande parte já é do conhecimento comum, uma vez que, provavelmente, mais se escreveu sobre características e manejo de solos sob cerrado do que sobre qualquer outro ecossistema brasileiro. Não são adicionados dados ou informações novas. Visou-se apenas interpretá-los com coerência. Não refere-se à obra acabada, apenas trata-se de uma possível versão dela. Apesar destas condicionantes o trabalho é feito com objetivo de contribuir à interpretação.

## SOLOS DA ÁREA DOS CERRADOS

As informações que se têm a respeito da distribuição de solos na região dos cerrados fundamentam-se em levantamentos de solos generalizados (escala menor), em sua maioria, produzidos pelo CNPS - EMBRAPA e pelo projeto

RADAMBRASIL. Poucos foram os levantamentos de solos produzidos a nível de detalhe e/ou semidetalhe.

Estes levantamentos permitiram concluir que não obstante a monotonia da paisagem, os solos dos cerrados são bastante variáveis. Numa listagem de solos sob diferentes fisiografias e material de origem no Brasil (Tabela 1) observa-se que expressivas classes são observadas na região dos cerrados. A nível de dominância predominam: Latossolos (46,0%); Podzólicos (15,1%); Areias Quartzosas (15,2%); Litólicos + Cambissolos (10,3%); Plintossolos (ex Laterita Hidromórfica, 6,0%); Solos Concrecionários (2,8%); Solos Hidromórficos (2,0%), além de outras classes de solos com menor expressão geográfica (Adamoli *et al.*, 1985).

Não obstante essa diversidade, muitas generalizações têm sido feita sobre os recursos edáficos dos cerrados. Assim, os solos sob cerrado têm sido descritos como planos a suave ondulados, profundos, pobres em nutrientes e praticamente sem minerais primários facilmente intemperizáveis; tudo dentro do conceito dos latossolos. Os latossolos sob cerrado tendem, ao contrário da maioria dos latossolos amazônicos, a ser ricos em gibbsita, apresentando uma estrutura granular bem desenvolvida, pó de café, que facilita: a infiltração de água, a erosão em sulcos e a baixa condutividade capilar, quando o solo deixa de estar saturado. Além desses aspectos, os latossolos gibbsíticos têm grande poder tamponante sobre o ciclo da água: os cursos de água tendem a ser mais perenes que os de outros ecossistemas (amazônico, inclusive); mas em compensação, não raro, encontram-se a mais de 20 km um do outro. Há uma grande área desprovida de água de superfície. Isso propicia a utilização de grandes áreas contínuas: não oferecem limitações ao uso de implementos agrícolas. Ainda nessas áreas planas e elevadas, são expressivas as áreas de areias quartzosas (Barreiras - BA, por exemplo) que, juntamente com os Latossolos de textura média têm re-

<sup>1</sup> Professor, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos, Viçosa, MG 36570-000, Brasil.

**TABELA 1 - Relações entre aspectos fisiográficos e ocorrência de classes de solos na área dos cerrados (os grifados)**

Aspectos Fisiográficos	Classes de Solos
	Aspectos gerais do relevo
Áreas planas e elevadas	L, AQ
Áreas planas e baixas	A, G, P, PT, SS, PL, NC, C
Depósitos aluviais (diques)	A
Depósitos aluviais (brejos)	HP, HH, HO
Mangues	GT, HP, HH, SK
Restingas	AM, PH
Platôs litorâneos e amazônicos	LA, PA, PH, AQ
Áreas acidentadas com horizonte C profundo	L, C
Áreas acidentadas com horizonte C pouco profundo	P, C, R, NC, RE
	Rocha de origem
Máficas (basalto, diabásio) e tufitos	LR, TR, BV, C, R, Solos Brunos Subtropicais
Psamíticas	LEm, LVm, P, AQ, PH, R
Pelíticas	LE, C, R, LV, P
Cristalinas (gnaiesses, granitos)	LV, P, C, R NC
Calcários	LE, PE, C, R, RZ
Feríferas	LF, C, R

SÍMBOLOS: L = Latossolos; LA = Latossolo Amarelo, LV = Latossolo Vermelho-Amarelo, LE = Latossolo Vermelho-Escuro, LR = Latossolo Roxo, m = textura média, LF = Latossolos Ferrífero; Solos com B textural: P = Podzólico, PE = Podzólico Vermelho-Escuro, PA = Podzólico Amarelo, TR = Terra Roxa Estruturada, BV = Brunizém Avermelhado, NC = Bruno-Não-Cálcico; Solos com B textural e drenagem deficiente: PT = Plintossolo, PL = Planossolo, HC = Hidromórfico Cinzento, SS = Solonetz-Solodizado.; C = Cambissolo; PH = Podzol Hidromórfico; Solos sem horizonte B; G = Gleissolos, HT = Glei Tiomórfico, HO = Solo Orgânico, HH = Glei Húmico, HP = Glei Pouco Húmico, SK = Solonchack, A = Aluvial, AQ = Areia Quartzosa, R = Litólico e AM = Areia Quartzosa Marinha.

velado, quando sob irrigação, produtividades surpreendentes para soja e feijão (comunicação pessoal do professor Roberto Ferreira de Novais - DPS/UFV, Viçosa, MG).

Na área dos cerrados há também trechos acidentados de solos rasos (Cambissolos e Litólicos), pouco permeáveis, que embora comumente álicos podem ser eutróficos (Resende *et al.*, 1988). Nessas áreas de relevo mais movimentado, podem ser encontrados, também, solos eutróficos (Podzólicos e Cambissolos) normalmente relacionados com a proximidade de um material de origem mais rico. São as chamadas "terras de cultura ou meia cultura", que tiveram e têm grande importância como elemento de fixação do homem no campo, ao longo da ocupação dos cerrados.

Como examinar as classes de solos em uma escala ampla? Cada um dos solos assinalados anteriormente, na sua interação com raízes, ou na própria reação com fertilizantes e corretivos, cria um conjunto peculiar de interrelações, exigindo exame de detalhe. Neste contexto, pode-se dizer que a classe de solo tem sido pouco utilizada como instrumento de manejo, não obstante sua importância na transferência de conhecimento.

Por razão de espaço, não será feito qualquer comentário

sobre as classes de solos de maior ocorrência nos cerrados. Isso pode ser facilmente encontrado em publicações sobre os solos da região (Boletins do CNPS - EMBRAPA, ex SNLCS e do projeto Radambrasil; Adamoli *et al.*, 1985; Ker *et al.*, 1992; Macedo, 1996). Tomando, entretanto, como exemplo a classe dos latossolos, dominante e mais utilizada agricolamente nos cerrados, uma breve avaliação dos dados analíticos e morfológicos de alguns perfis apontam para uma grande variação quanto à química, física e mineralogia.

Os latossolos com maiores teores de ferro (LR, LU e LE) apresentam teores mais elevados de fósforo extraído pelo ataque sulfúrico (Bennema, 1974) e de elementos traços, particularmente Cu, Zn, Co e Ni, embora, bastante variáveis (Ker *et al.*, 1993; Ker, 1995). Os elementos traços e o P tendem a se concentrar por efeito residual e suas concentrações tendem a ser relativamente maiores nos solos que nas rochas originais. Num levantamento de mais de 400 perfis de solos coletados e analisados pelo antigo SNLCS - EMBRAPA e antecessores, e incluindo outras regiões que não o cerrado, Resende (1995), registra uma média de 0,07% de  $P_2O_5$ . Isso corresponde, considerando uma densidade de 1,3 t/m<sup>3</sup>, a in-

crível cifra de 1.800 kg/ha nos primeiros 20 cm. Esse é o grande reservatório de fósforo. É uma pena que ainda não nos apercebemos disto e muito menos fizemos qualquer esforço no sentido de, via biológica, talvez aproveitar esta riqueza. É provável que parte do sucesso dos métodos alternativos esteja no melhor aproveitamento desta fonte inesgotável.

Em trabalho recente sobre sorção e desorção de P em latossolos do Brasil, Ker (1995) constatou que aqueles mais ricos em ferro e amarelos (goethíticos) tendem a reter maiores quantidades de fósforo. Para um latossolo gibbsítico - goethítico de área próxima a Brasília, este autor encontrou valor de adsorção máxima de P comparável com solos de cinzas vulcânicas (reconhecidamente os solos com maior capacidade de adsorção de P) e explicável pelos efeitos dos componentes oxidicos, gibbsita e goethita, particularmente no que diz respeito à área específica desta última.

Estes exemplos ilustram a importância do uso das classes de solo com instrumento de transferência de conhecimento e apontam para a necessidade da intensificação de estudos detalhados e de interesse agrônomico sobre elas, dentro da ótica de agricultura intensiva, competitiva e sustentável. Assim, apesar do avanço em se falar latossolos sob cerrado e mesmo tentando subdividi-los pela textura, isso pouco pode acrescentar como informação. Há necessidade de detalhe. O mesmo parece aplicável para outras generalizações: solos de várzea, entre outras.

## SOLOS E DIVERSIDADE

Estudos conduzidos por vários especialistas convergem para um fato, as condições climáticas da América do Sul foram diferentes das atuais (Couto, 1975). A floresta de coníferas, hoje no sul do Brasil era muito mais extensa: expandia-se em direção ao nordeste e ao planalto central. O cerrado (savana) ocupava considerável extensão da atual Amazônia.

O cerrado originado do estoque genético da floresta (Rizzini, 1963) teve um longo processo evolutivo nas áreas elevadas e aplainadas, em grande parte com fortes evidências de que parte do processo ocorreu em condições de drenagem impedida (Resende, 1976). A estabilidade da paisagem-vegetação desde o Terciário (Ab'saber, 1982) condicionou uma adaptação às condições de solo e condições climáticas contrastantes. O aspecto xeromórfico é uma relíquia de antiga morfologia que serve paradoxalmente de moldura externa, numa fisiologia mesofítica, evolutivamente mais recente. Com as flutuações para condições mais secas, o cerrado expandiu-se à custa da floresta (Ab'saber, 1963). O retorno às condições mais úmidas corresponde à retomada da floresta, exceto nos locais já muito empobrecidos em nutrientes e

apresentando alguma deficiência de água (Resende, 1976). A dificuldade de germinação das sementes das plantas de cerrado, mas aparentemente mantendo a viabilidade por muito tempo, parece indicar uma adaptação às incertezas da precipitação, que devem ter sido maiores no auge da expansão do cerrado, ocorrido de 10 a 28 mil anos, uma fase mais seca no Brasil (Ab'saber, 1970).

O cerrado, uma vez estabelecido, tende a se manter com mais tenacidade do que outras formações e é, de certa forma, favorecido pelas limitações ambientais, desde que não sejam extremas. Uma deficiência de água mais pronunciada leva à caatinga; deficiência de oxigênio, campos higrofilos e hidrófilos. A deficiência de fertilidade é, por ora, o único extremo que favorece o cerrado, talvez numa expressão mais campestre. O cerrado provavelmente se tem na plasticidade às limitações de deficiência de água e de nutrientes um ponto forte, tem, na propagação por sementes, a maior dificuldade no seu estabelecimento e manutenção. Portanto a germinação e estabelecimento do cerrado são dificultados pela remoção das sementes por erosão (ocorre nas áreas mais acidentadas) ou competição com espécies mais rápidas em germinar e estabelecer-se, como acontece com espécies florestais, de caatinga e vegetação campestre. Nos locais desta última formação há geralmente um terreno acidentado, dificultando o estabelecimento tanto de floresta (deficiência de nutrientes, água e remoção de sementes) quanto do cerrado (remoção de sementes e limitação de crescimento de raízes).

As relações entre as características dos solos e a fitofisionomia dos cerrados nem sempre são muito claras. Há muitas generalizações, com substanciais exceções a todas elas. A presença de cerrado em solos praticamente sem alumínio (Resende *et al.*, 1988) indicam não ser este elemento o responsável pelos aspectos xeromórficos de plantas do cerrado. Nas áreas de tensão (contato com outras províncias vegetacionais), pequenas variações podem explicar grandes diferenças. Cerrado (mata xeromorfa) ocorre apenas num dos lados (voltado para leste) dos vales de sentido norte-sul de chapadas do médio Jequitinhonha. As encostas voltadas para leste aquecem-se menos; o estresse hídrico das plantas é menor. A altura da variação do lençol freático atua sobre a disponibilidade de água e frequentemente pode estar relacionada com aspectos de vegetação dos cerrados (Figura 1). A vegetação arbórea tende a ocorrer onde o estresse é menos pronunciado. As formas campestres indicam quase sempre condições limitantes às árvores. Apenas em condições muito peculiares, em geral com flutuação pronunciada do nível de água, é que algumas poucas espécies arbóreas se adequam melhor aos estresses do que as plantas graminóides: os mangues e igapós são os nossos melhores exemplos; além da mata de vereda numa condição muito especial de certa estabilidade do nível de água.

A pobreza química e a deficiência de água atuais não são as causas do cerrado; apenas o mantêm, em relação às ocu-

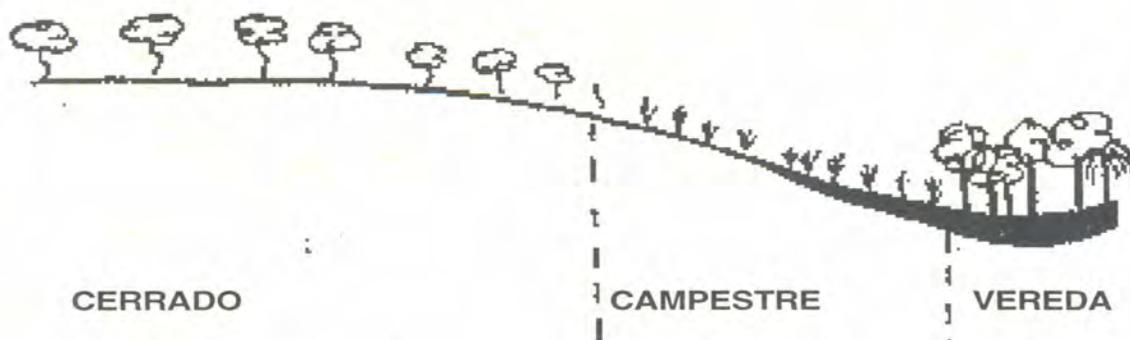


FIG. 1 - Seqüência de ambientes relacionados com drenagem.

pações competitivas da floresta e da caatinga.

O aumento da precipitação ou melhor distribuição das chuvas pode, em alguns locais, provocar a ocupação da área do cerrado pela floresta, mesmo sem haver rejuvenescimento do solo (por dissecação da paisagem). A queima da floresta, em áreas de contato com o cerrado, pode aumentar a área ocupada por ele. As plantas de cerrado, pelo menos em grande parte, deverão manter as características de tortuosidade e aspecto xeromórfico quando as sementes são plantadas em solo eutrófico, isto é, a tortuosidade e xeromorfismo são de origem genética, não ambiental. Além do mais nem todas as plantas de cerrado apresentam essas características com igual expressividade.

### POTENCIALIDADE E LIMITAÇÕES DOS RECURSOS EDÁFICOS

A potencialidade agrícola das terras dos cerrados já foi motivo de vários estudos e artigos (Freitas & Silveira, 1977; Goedert, 1983; Goedert & Lobato, 1986; Goedert, 1989; Ker *et al.*, 1992; Resende *et al.*, 1995; Macedo, 1996). Assim, evitou-se aqui repetições e trabalhos de projeções, tendo em vista a caráter generalizado das informações sobre os recursos edáficos.

Algumas repetições, entretanto, são inevitáveis. Como limitações destacam-se a baixa fertilidade natural dos solos, concentração do período chuvoso, e com veranicos, de outubro a maio, indicando a necessidade de irrigação no caso de mais de uma safra agrícola/ano. Por outro lado, aspectos como facilidade de mecanização (áreas planas e/ou suavemente onduladas) e correção dos solos, possibilidade de irrigação (ainda que os recursos hídricos necessários para isso sejam motivos de controvérsias), proximidades de centros consumidores e exportadores, redes viárias, de extensão, pesquisa e de comercialização satisfatórias, menor complexidade do ecossistema em se comparando ao amazônico e

sem riscos de salinização como boa parte do semi-árido brasileiro, aponta para a região dos cerrados como uma das de maior potencial agrícola da país.

Estima-se (Ker *et al.*, 1992) que cerca de 60% das terras dos cerrados apresentam, com menores ou maiores restrições, aptidão para lavouras, 26% para silvicultura/pastagem natural, 9% para pastagem plantada e apenas 5% sem aptidão agrícola, servindo entretanto, para preservação de flora e fauna. Embora, nesta interpretação, apenas 5% das terras dos cerrados sejam naturalmente indicadas para preservação, este número deve ser aumentado, não descartando a inclusão de terras com aptidão para lavouras, dentro de um contexto de biodiversidade e sustentabilidade.

Finalmente, vale repetir, mais uma vez, que hoje os cerrados respondem por cerca de 30% da produção nacional de soja, arroz, milho, feijão, trigo e café. Isso para uma região até a pouco tempo atrás tida como marginal para a agricultura. Além disso, a implantação de forrageiras adaptadas às condições edafo-climáticas da região e técnicas de manejo de gado permitem, atualmente, o abrigo de cerca de 40% do rebanho bovino nacional (Macedo, 1996). Certamente a potencialidade agrícola da região, apesar da grande e nem sempre criteriosa intervenção antrópica, não tem sido explorada em sua plenitude e, para tal, metas de política agrícola fazem-se necessárias e urgentes.

### LITERATURA CITADA

- AB'SABER, A.N. Contribuição à geomorfologia da área dos cerrados. In: FERRI, M.G. ed., **Simpósio sobre Cerrado**. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 1963. p.119-124.
- AB'SABER, A.N. Províncias geomorfológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. **Geomorfologia**, São Paulo, v.20, 26p, 1970.
- AB'SABER, A.N. The paleoclimate and paleoecology of

- Brazilian Amazônia. In: PRANCE, G. ed., **Biological diversification in the tropics**, New York: Columbia, 1982. p.41-59.
- ADÂMOLI, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L.G.; MADEIRA NETO, J.S. Caracterização da região dos cerrados. In: GOEDERT, W.J. ed., **Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel; Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1986. p.33-74.
- BENNEMA, J. Total phosphorus content in relation to total iron and to carbon content in Brazilian Oxisols. In: **Conference on classification and management of tropical soils**. Kualanpur, Madagascar, 1977. p.3-5.
- BUENO, S. **Grande dicionário etimológico prosódico da língua portuguesa**. São Paulo: Edição Saraiva, 1967. 4338p. (8 volumes)
- COUTO, P.C. Mamíferos fósseis do quaternário do sudeste brasileiro. **Bol. Paranaense Geoc.**, v.33, p.89-132, 1975.
- FREITAS, F.G.; SILVEIRA, C.O. Principais solos sob vegetação de cerrado e sua aptidão agrícola. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 4., 1976, Brasília. **Bases para utilização agropecuária**. São Paulo: Ed. da USP, 1977. p.155-194.
- GOEDERT, W. Management of the cerrado soils of Brazil: a review. **J. Soil Sci.** v.34, p.405-428, 1983.
- GOEDERT, W. Região dos cerrados: potencial agrícola e política para seu desenvolvimento. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.24, p.1-17, 1989.
- GOEDERT, W.; LOBATO, E. Agronomic consideration of modern agriculture on oxisols. In: INTERNATIONAL SOIL CLASSIFICATION WORKSHOP; classification, characterization and utilization of Oxisols, 8., 1986. Rio de Janeiro. **Proceedings**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, SMSS, ATD, UPR, 1986. p.203-210.
- KER, J.C. **Mineralogia, sorção e desorção de fosfato, magnetização e elementos traços de Latossolos do Brasil**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 181p. Tese de Doutorado.
- KER, J.C.; MOTTA, P.E.F.; RESENDE, M.; CARVALHO FILHO, A.; ARAUJO, W.S. Elementos traços em Latossolos Roxos desenvolvidos de diferentes materiais de origem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. **Resumo**. Goiânia: SBCS, 1993. vol. 2, p.319-320.
- KER, J.C.; PEREIRA, N.R.; CARVALHO JR., W.; CARVALHO FILHO, A. Cerrado: solos, aptidão e potencialidade agrícola. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, Goiânia, 1990. **Anais**. São Paulo: Fundação Cargill, 1992. p. 1-31.
- MACEDO, J. **Os solos da região dos cerrados**. Palestra apresentada no XXV CBCS, Viçosa - MG (no prelo, 1996).
- RESENDE, M. **Mineralogy, chemistry, morphology and geomorphology of some soils of the Central Plateau of Brazil**. West Lafayette: Purdue University, 1976. 327p. Tese de Doutorado.
- RESENDE, M. **O manejo dos solos na agricultura sustentável**. Conferencia Internacional - Tecnologia e Desenvolvimento Sustentável. Porto Alegre, 18-22 set. 1995.
- RESENDE, M.; KER, J.C.; BAHIA FILHO, A.F.C. **Desenvolvimento sustentado do cerrado**. Palestra apresentada no XXV CBCS, Viçosa - MG (no prelo, 1996).
- RESENDE, M.; SANTANA, D.P.; CURI, N. **Pedologia e fertilidade do solo; interação e aplicações**. Lavras: ESAL, 1988. 81p.
- RIZZINI, C.T. **A flora do cerrado: análise florística das savanas centrais**. In: FERRI, M. G. ed., **Simpósio sobre o Cerrado**. São Paulo: 1963. p.106-153.
- SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. **Glossary of soil science terms**. Madison, 1987. 33p.

# RECURSOS BIOLÓGICOS: OCORRÊNCIA E VARIABILIDADE

MARIA LEONOR R.C. L. ASSAD<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

A diversidade biológica é a variedade e a variabilidade de organismos vivos e de sistemas ecológicos nos quais eles vivem, sendo produto da evolução. Ela pode ser considerada em três níveis: diversidade genética, diversidade de espécies e diversidade de ecossistemas. A diversidade genética diz respeito à variação intra-específica de germoplasma sob condições específicas (seca extrema, eutrofia ou distrofia excepcional de solos, por exemplo). A diversidade de espécies se refere a variedade de organismos vivos; e diversidade de ecossistema é a variedade de habitats, de comunidades bióticas e de processos ecológicos. Os solos, conseqüentemente, fazem parte desse nível de diversidade, junto com as condições climáticas próximas à superfície do solo, a pedofórmula, as condições hidrológicas de superfície e subsuperficiais e as variações espaciais e temporais nos processos geomorfológicos.

## O CERRADO: DIVERSIDADE DE SOLOS E BIODIVERSIDADE

Resende *et al.* (1995) definem o Cerrado como um domínio pedobioclimático, formado por um mosaico de diferentes tipos de vegetação que refletem a diversidade de climas, de solos e de topografia existente nessa vasta região. Estende-se de 5 a 20° de latitude sul e de 45 a 60° de longitude oeste. Nesse domínio pedobioclimático, a paisagem é caracterizada por grandes chapadas e encostas extensas de declive suave onde predominam latossolos (46%) e areias quartzozas (15%), que são solos muito profundos, bastante permeáveis, de baixa capacidade de troca catiônica e podendo conter altos teores de ferro e de alumínio. Apresentam como princi-

pais limitações a agricultura a baixa fertilidade, a alta saturação de alumínio trocável e a deficiência de água, acentuada pelo regime pluviométrico. Essas áreas de chapada são entremeadas por trechos acidentados com solos muito rasos, freqüentemente cascalhentos e muito encrostados. Esses solos, que pertencem ao grupo dos cambissolos e dos litólicos, não apresentam aptidão para agricultura pois têm fatores muito limitantes como baixa fertilidade, baixa disponibilidade de água para culturas e elevada suscetibilidade à erosão. O clima é estacional com duas estações, seca e úmida. Nesse domínio ocorrem cinco zonas distintas quanto a oferta pluviométrica, cuja principal diferenciação é a duração do período seco, que varia de 4 a 7 meses; em termos de altura pluviométrica, a distribuição no Cerrado varia de 800 a 2 000 mm, sendo que cerca de 50% da área tem uma oferta de 1 200 a 1 600 mm anuais (Castro *et al.*, 1994).

A região do Cerrado foi submetida a importantes flutuações climáticas, ocorridas principalmente no Pleistoceno Superior (Ab'Saber, 1957), que contribuíram para a instalação e adaptação de inúmeras espécies animais e vegetais. Participa da formação das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul e ocupa uma posição geográfica que se caracteriza pela riqueza dos recursos biológicos (cerca de dois terços das espécies descritas vivem nos trópicos). Trata-se portanto de um bioma que possui grande heterogeneidade biológica com importantes diferenças regionais, na qual espécies rasteiras, formadas principalmente por gramíneas coexistem com arbustos e árvores esparsos. Representa o segundo maior bioma do Brasil e da América do Sul, onde ocupa 22% do território nacional o que equivale a cerca de 2 milhões de km<sup>2</sup>, se estendendo predominantemente na região Centro-Oeste e ocupando o Planalto Central Brasileiro.

A partir de estimativas da diversidade biológica mundial e dos Cerrados, Dias (1990) considera que a riqueza mínima

<sup>1</sup> Professor, Universidade de Brasília, Departamento de Agronomia, Brasília, DF, Brasil.

da região dos Cerrados é da ordem de 320 000 espécies distribuídas por 35 filos e 89 classes. Dessas espécies, apenas 3,1% são de angiospermas e 0,6% são de animais vertebrados, grupos dominantes em termos de biomassa. Cerca de 90% são formados por vírus, insetos e fungos, dos quais muitos têm o solo como habitat temporário ou permanente, onde desempenham importantes funções.

Os organismos dos solos, sustentados pela própria diversidade pedológica da região do Cerrado, constituem ainda um conjunto de recursos biológicos e genéticos pouco conhecido e pouco explorado. Possuem um papel de grande importância, não apenas pela variedade de espécies mas principalmente pelo papel que esses organismos desempenham, ao participarem de inúmeros processos que asseguram o funcionamento natural do solo e, conseqüentemente, a manutenção do equilíbrio ecológico.

### ORGANISMOS DO SOLO E RELAÇÕES ENTRE OS PRINCIPAIS GRUPOS

Os organismos do solo pertencem a dois grandes grupos: os microorganismos que são denominados protistas, ou seja, seres unicelulares ou multicelulares, independentemente de animais ou vegetais, que não apresentam diferenciação em tecidos e órgãos; e os macroorganismos, abrangendo vários grupos de animais dos quais destacam-se os nematóides, os anelídeos e diferentes grupos de artrópodos (Bachelier, 1963; Berthelin, 1994; Hole, 1981). Considerando os objetivos deste trabalho dar-se-á ênfase a fauna do solo.

Lavelle *et al.* (1994) propuseram uma classificação dos invertebrados do solo por tamanho e apoiada na funcionalidade dos organismos. A microfauna é constituída por invertebrados menores do que 2 mm e são apenas ligeiramente mais móveis do que a microflora; é composta principalmente por protozoários e por nematóides. A mesofauna é composta por organismos de tamanho entre 0,2 mm e 2,0 mm e é constituída por espécies que se movimentam nos poros do solo, nas fissuras e nas interfaces entre a serrapilheira e o solo; compreende uma diversidade de microartrópodos, principalmente os ácaros e os colêmbolos, e os *Enchytraeidae* (*Oligochaeta*), grupo ainda pouco estudado. A macrofauna é formada por espécies de tamanho superior a 2 mm, que guardam entre si grandes diferenças em termos morfológicos e de comportamento. Os mais representativos são as formigas, os térmitas e as minhocas que constroem galerias e cavidades, transportando e misturando materiais minerais e orgânicos.

A partir da classificação ecológica de minhocas, Bouche (1977) propôs uma subdivisão da macrofauna edáfica em três categorias, definidas segundo o papel que possuem no ecossistema: os epígeos, os anécicos e os endógenos. Os animais do solo são epígeos quando vivem e se alimentam na

superfície do solo. Neste grupo estão incluídos artrópodos saprófagos e pequenos anelídeos pigmentados, bem como alguns predadores dessas espécies (quilópodes, algumas formigas e alguns coleópteros). Esses animais progressivamente fragmentam a serrapilheira e participam da decomposição *in situ*.

Os animais anécicos se alimentam na superfície mas descem através de galerias para camadas subsuperficiais do solo, onde constroem ninhos e cavidades. Desse grupo fazem parte alguns anelídeos grandes e pigmentados e a maioria das espécies de térmitas. O principal efeito desses invertebrados é remover a serrapilheira da camada superficial transportando-a para sítios subsuperficiais (cavidades de minhocas, ninhos de térmitas) promovendo uma importante mistura de materiais orgânicos e minerais. As espécies endógenas vivem no interior do solo. Consistem essencialmente de térmitas e anelídeos despigmentados, géofagos que se alimentam de material orgânico resultante de raízes vivas ou mortas encontradas em profundidade.

Esses organismos mantêm numerosas e complexas interações e influenciam nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, exercendo importantes papéis nos ciclos biogeoquímicos. Os microorganismos e a fauna do solo são consumidores de matéria orgânica e estão envolvidos em diferentes processos de transformação e de transporte de elementos no solo (Boulet *et al.*, 1995). A título de exemplo, Beare *et al.* (1995) citam a influência direta de microartrópodos no ciclo biogeoquímico, devido ao seu papel na mineralização de nutrientes através da ingestão de organismos da microflora e da fauna do solo e pela trituração de detritos de plantas e dejetos fecais, a qual modifica a superfície específica desses materiais e facilita o ataque microbiano e a lixiviação de compostos solúveis. Os organismos da macrofauna, particularmente as minhocas, os térmitas e as formigas, também exercem efeito direto no ciclo biogeoquímico (Beare *et al.*, 1995) através da trituração e do enterrio de detritos vegetais e da movimentação de material ao longo do perfil do solo; eles também influenciam no ciclo biogeoquímico através da ação na porosidade do solo, modificando a distribuição e a continuidade de poros e, conseqüentemente, modificando a taxa de infiltração de água e de emissões gasosas.

Segundo Lavelle *et al.* (1995), os organismos do solo mantêm entre si um mutualismo digestivo, no qual microorganismos estão associados com macroorganismos para explorar o material orgânico da serrapilheira e do solo; quatro sistemas digestivos diferentes podem ser distinguidos: a) digestão direta (por exemplo, térmitas que possuem celulasas no tubo digestivo); b) digestão do tipo "rumen externo" na qual invertebrados que não produzem celulase, periodicamente reingerem seus dejetos e se aproveitam dos compostos assimiláveis produzidos pela atividade microbiana; c) mutualismo facultativo, onde uma microflora

não específica ingerida com o material de solo ou da serrapilheira encontra condições favoráveis no tubo digestivo de invertebrados, os quais tiram proveito dos compostos assimiláveis produzidos pela atividade microbiana (observada em algumas larvas de coleópteros, em térmitas e em minhocas); d) simbioses entre fauna do solo e sua microflora específica (caso, por exemplo, de térmitas que possuem protozoários flagelados e bactérias que são encontrados apenas no tubo digestivo desses animais e que digerem a lignocelulose).

Os estudos sobre a fauna do solo na região do Cerrado são ainda em número muito reduzido e restrito a pequenas áreas de amostragem; no entanto, podemos admitir que as diferentes espécies aparecem em quantidade variável conforme o tipo de solo e de uso. Em uma área de Cerrado *sensu strictu*, no município de Sete Lagoas, MG, Ribeiro *et al.* (1992) verificaram que os principais componentes da fauna do solo em termos de biomassa foram *Termitidae* e *Formicidae* com densidade populacional menor do que a verificada por outros autores na Amazônia. Em estudos que vêm sendo conduzidos na Reserva do IBGE, dentro do Projeto Biofuncionamento de Solos dos Cerrados, constatamos-se também a predominância de insetos, principalmente de cupins e de formigas, em solos sob diferentes fitofisionomias de Cerrados.

Cabe destacar que, embora os estudos sobre a fauna do solo venham aumentando muito nas últimas décadas em função do crescente interesse pela compreensão dos processos, nos quais esses organismos participam, ainda existem problemas metodológicos a serem superados. Os métodos de amostragem diferem de um grupo a outro de organismo e esses diferentes métodos variam em sua eficiência; provavelmente, para todos eles existe uma sub ou uma superestimativa tanto da quantidade de indivíduos quanto da variedade de espécies. Além disso, como destaca Lee (1994), muitos organismos do solo, principalmente microorganismos, são oportunistas, crescendo rapidamente para explorar condições favoráveis do substrato e decrescendo em seguida, assumindo formas de resistência; outros organismos, em particular espécies da macrofauna como térmitas, formigas e anelídeos, são ativos somente durante períodos definidos do dia ou apresentam comportamento sazonal.

## EFEITOS DO USO AGRÍCOLA NA BIODIVERSIDADE DO SOLO

Em solos sob vegetação natural, os recursos biológicos resultam de processos de adaptação às condições ambientais, refletindo os mecanismos de evolução do ecossistema como um todo. Com as modificações impostas pelo uso do solo, e em particular pela agricultura, a fauna e os microorganismos,

em diferentes graus de intensidade, são afetados pelos impactos provocados pelas práticas agrícolas, tanto devido às modificações nas propriedades do solo, como pela ação direta dessas práticas (por exemplo, efeito de defensivos agrícolas e do tráfego de máquinas nas populações de macro e de microorganismos). De um modo geral, os organismos do solo são afetados: pela compactação do solo e seus efeitos na porosidade do solo, na circulação de água e de ar e na mobilidade dos organismos no espaço poral; pela diminuição da qualidade e da quantidade de material orgânico que constitui fonte energética dos organismos do solo; e pelas mudanças bruscas nas condições pedoclimáticas, como estresse hídrico prolongado, inundação, fogo (mesmo que atingindo apenas a serrapilheira), congelamento, etc.

Atualmente vários trabalhos destacam o efeito das práticas agrícolas na biota do solo (Fragoso & Rojas-Fernández, 1994; Heisler & Kaiser, 1995; Wardle *et al.*, 1995). Dependendo do tipo de sistema, e mais precisamente do tipo de impacto, as reações dos diferentes grupos de organismos podem ser negativas, positivas ou neutras, isto é, pode haver aumento, diminuição ou manutenção do tamanho da população. E mesmo quando não há modificação do tamanho da população, pode haver mudança na estrutura da população - diminuição da quantidade de formas juvenis e de ovos; aumento de determinadas castas em insetos sociais. Assim, a redução da diversidade de espécies e a modificação da estrutura da população de alguns grupos da fauna edáfica podem representar um indicador de degradação do solo e de perda de sua sustentabilidade.

Em estudo realizado em três diferentes sistemas de uso do solo na área experimental do CPAC, Rodrigues (1995) observou que a mesofauna predominante era composta de artrópodes. Os sistemas de cultivo influenciaram a fauna do solo, diminuindo sua densidade e diversidade em relação ao Cerrado nativo, e que, embora a dinâmica de ocorrência dos grupos fosse mais estável no Cerrado nativo, se apresentou relativamente estável ao longo do período de estudo (dezembro de 1994 a julho de 1995), nos três sistemas de uso.

Em resultados preliminares sobre a diversidade de comunidades de minhocas, Fragoso (1992) citado por Lavelle *et al.* (1994) mostra que ocorre uma significativa predominância de espécies exóticas nos ecossistemas perturbados quando comparados com ecossistemas não perturbados. Esses resultados mostraram também que ocorre aumento na variedade de espécies nativas com o aumento dos teores de matéria orgânica, principalmente em savanas.

O padrão de uso da terra para agricultura na região do Cerrado, fortemente dependente do emprego de capital e apoiado num elevado consumo de energia fóssil, se caracteriza pela homogeneização de grandes áreas contínuas com monoculturas e pela intensa exploração da vegetação nativa para produção de carvão vegetal; o que, entre outras consequências, provoca perda da diversidade biológica. O uso

indiscriminado do fogo e de defensivos agrícolas, a adoção de sistemas de preparo intensivo do solo que conduzem a diminuição do tamanho dos agregados e a diminuição dos estoques de matéria orgânica do solo, o aumento da compactação do solo e a diminuição da tensão de oxigênio são alguns dos fatores que contribuem para a diminuição da população de organismos e de sua estrutura, contribuindo em última análise para a perda da capacidade produtiva do solo.

A matéria orgânica do solo constitui a fonte básica de energia para as atividades de todos os organismos integrantes da biota do solo e é uma importante fonte de nutrientes para as plantas, particularmente em solos distróficos e de baixa CTC, como os predominantes na região do Cerrado. Assim, a manutenção dos teores de matéria orgânica, tanto pela manutenção da quantidade de material que constitui fonte de matéria orgânica quanto pela manutenção das taxas de decomposição, é uma das principais formas de garantia da diversidade dos recursos biológicos do solo. Do mesmo modo, a manutenção da porosidade natural do solo e de pedoclima favorável constituem fatores importantes para o equilíbrio e a dinâmica de populações de macro e de microorganismos.

## CONCLUSÃO

Empiricamente, podemos admitir que a manutenção de teores satisfatórios de matéria orgânica do solo, por meio da adoção de práticas que minimizem os impactos na população de macro e de microorganismos do solo constitui objetivo essencial para a manutenção da capacidade produtiva de terras agricultadas na região do Cerrado. Além dos evidentes benefícios em termos ecológicos, a diversidade biológica do solo pode assegurar a médio e longo prazos economia de insumos tendo em vista as relações entre os diferentes grupos de animais e seu papel na biodisponibilização de nutrientes do solo.

Alguns pontos podem ser destacados. O conhecimento da biodiversidade e de seu funcionamento bem como sobre o papel das diferentes espécies na atividade do ecossistema é ainda insuficiente. As atividades antrópicas exercem um efeito perturbador que se dá a uma velocidade muito grande. Pode-se considerar que os ecossistemas de Cerrado estão mais ou menos estáveis há cerca de 10 000 anos. As transformações humanas que ocorrem em uma geração, principalmente a partir da segunda metade deste século, têm sido muito grandes. Observa-se que a capacidade de transformação do homem é muito maior do que a capacidade de recuperação do meio. O conhecimento da sustentabilidade passa também pela avaliação da relação transformação imposta e regeneração (noção de tempo e de velocidade relativa) de diversos sistemas, dentro de um quadro socioeconômico definido.

Enfim, neste resumo podem ser destacados alguns obje-

tivos de pesquisa a serem alcançados a médio prazo: completar o conhecimento da diversidade dos solos sob vegetação de Cerrado; hierarquizar, nos diferentes sistemas pedológicos da região, o papel das diferentes espécies; avaliar, nos sistemas antropizados, as variações produzidas pelo uso do solo e a capacidade de regeneração biológica do solo; e ampliar os estudos sobre a microbiologia dos solos e das águas, a fim de melhor avaliar o impacto humano sob esse aspecto mal conhecido da região dos Cerrados que é o potencial dos recursos biológicos.

## AGRADECIMENTOS

A Michel Brossard pelas discussões sobre o tema e pela revisão do texto. A preparação desta revisão foi sustentada em parte pelo projeto Biofuncionamento de Solos dos Cerrados. (CNPq/UnB/ORSTOM).

## LITERATURA CITADA

- AB'SÁBER, A.N. Conhecimento sobre as flutuações climáticas no Quaternário no Brasil. **Bol. da Soc. Bras. de Geologia**, v.6, n.1, 1957.
- BACHELIER, G. La faune des sols, son écologie et son action. **Documentations Techniques** 38, ORSTOM, 391 p. 1978.
- BERTHELIN, J.; LEVAL, C.; TOUTAIN, F. Biologie des sols. Rôle des organismes dans l'altération et humification. *In: Pédologie*: BONNEAU, M.; SOUCHIER, B.; 2 - Constituants et propriétés du sol. Paris, Masson: 1994. p. 143-237.
- BEARE, M.H.; COLEMAN, D.C.; CROSSLEY JR., *et al.* A hierarchical approach to biogeochemical cycling. **Plant and Soil**, v.170, p.5-22. 1995.
- BOUCHE, M.B. Stratégies lombriciennes. *In: LOHM, U.; PERSSON, T., eds., Soil organisms as components of ecosystems*. Ecology Bulletin, v.25, p.122, 1977.
- BOULET, R.; PESSENDA, L.C.R.; TELLES, E. C. C.; MELFI, A.J. Une évaluation de la vitesse d'accumulation superficielle de matière par la faune du sol à partir de la datation des charbons e de l'humine du sol. Exemple des latosols des versants du lac Campestre, Salitre, Minas Gerais, Brésil. **C. R. Acad. Sci. Paris**, t. 320, s. II a, p. 287-294. 1995.
- CASTRO, L.H.R. DE; MOREIRA, A.M.; ASSAD, E.D. Definição e regionalização dos padrões pluviométricos dos Cerrados brasileiros. *In: ASSAD, E.D. coord., Chuva nos Cerrados: análise e espacialização*. Brasília: EMBRAPA-CPAC-SPI, 1994. 423p.

- DIAS, B.F. DE S. Cerrados: uma caracterização. *In*: DIAS, B.F. DE, **Alternativas de Desenvolvimento dos Cerrados**. Manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. Fund. B.F. de S. Dias (coord.). Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, 1992. p. 11-25.
- FRAGOSO C.; ROJAS-FERNÁNDEZ, P. Soil biodiversity and land management in the tropics. The case of ants and earthworms. *In*: Interdisciplinary Symposium Soils and Biodiversity, **Int. Cong. Soil Science**, 25, Mexico, 1994. p. 232-237.
- HEISLER C.; KAISER, E-A. Influence of agricultural traffic and crop management on collembola and microbial biomass in arable soil. **Biol. Fertil. Soils**, v.19, p.159-165.
- HOLE, F.D. Effects of animals on soil. **Geoderma**, v.25, p.75-112.
- LAVELLE, P.; DANGERFIELD, M.; FRAGOSO, C.; *et al.* The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. *In*: WOOMER, P.L.; SWIFT, M.J., ed., **The biological management of tropical soil fertility**. John Willey, 1994. p. 137-139.
- LAVELLE, P.; LATTAUD, C.; TRIGO, D.; BAROIS, I. **Plant and Soil**, v.170, p.23-33, 1995.
- LEE, K.S. The functional significance on biodiversity in soils. *In*: Interdisciplinary Symposium Soils and Biodiversity, Int. Cong. **Soil Science**, 25, Mexico. 1994. p. 168-181.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B.; CORRÊA, G.F. Pedologia: base para a distinção de ambientes. Viçosa: NEPUT- Núcleo de Estudo de Planejamento e Uso da Terra, 1995. 304 p.
- RIBEIRO, S.P.; DOMINGOS, D.J.; FRANÇA, R.C.; *et al.* Densidade e composição da fauna de invertebrados de solo de Cerrado no estado de Minas Gerais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 21, n.1, p. 203-214, 1992.
- RODRIGUES, L. O. **Avaliação da fauna do solo sob diferentes coberturas vegetais na região do Cerrado do Distrito Federal**. Brasília: Universidade de Brasília, 1995. 24 p. Trabalho final de estágio supervisionado.
- WARDLE, D.A., YEATES, G.W., WATSON, R.N.; NICHOLSON, K.S. The detritus food-web and diversity of soil fauna as indicators of disturbance regimes in agro-ecosystems. **Plant and Soil**, v.170, p.35-43. 1995.
-

# RELAÇÃO ENTRE O DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA E A BIODIVERSIDADE

CARLOS A. KLINK<sup>1</sup>

A presença humana no Cerrado data de pelo menos 1200 anos antes da chegada dos colonizadores portugueses. Estudos antropológicos confirmam o uso do fogo por populações indígenas do Cerrado para a prática da caça ou guerra entre tribos (Coutinho, 1990). A ocupação recente do Cerrado iniciou-se no século XVIII com a abertura e assentamento de povoados para a exploração de ouro e pedras preciosas. Com a exaustão das minas, a região passou a ser explorada para a criação ultra-extensiva de gado. Ocupação mais intensiva aconteceu apenas na década de 30, com a ligação ferroviária entre São Paulo e Anápolis, passando pelo Triângulo Mineiro.

Dois fatores promoveram a expansão agrícola moderna no Cerrado. A construção de Brasília no final dos anos 50 e a adoção de estratégias e políticas de desenvolvimento e investimentos em infra-estrutura (como o POLOCENTRO e o PRODECER) entre 1968 e 1980. A construção de Brasília e do sistema rodoviário ligando-a ao núcleo dinâmico do país permitiu a abertura e ocupação do Cerrado e a partir da década de 1970, a expansão de agricultura comercial (Klink *et al.*, 1995).

## A BIODIVERSIDADE DO CERRADO

O termo biodiversidade, de maneira geral, refere-se a todas as espécies de plantas, animais, e microorganismos de uma dada região ou país. No entanto, três níveis de biodiversidade podem ser identificados: genético; de espécies; e de ecossistemas (Solbrig, 1991).

A diversidade genética refere-se à informação genética contida nos genes dos indivíduos (plantas, animais e microorganismos) de uma dada região. A diversidade de espécies é constituída pela variedade de tipos de organismos

vivos. Atualmente, cerca de 1,7 milhões de espécies já foram catalogadas e descritas cientificamente (Wilson & Peter, 1988). Estima-se, no entanto, que esse total representa uma pequena parte da diversidade de espécies existentes, os quais podem chegar a 12,5 milhões (May, 1992). A diversidade de ecossistemas inclui a variedade de habitats, comunidades bióticas e processos ecológicos intrínsecos a cada ecossistema como, por exemplo, a ciclagem de nutrientes, água e outros elementos vitais à sua manutenção.

Devido a sua vasta extensão territorial, posição geográfica, heterogeneidade vegetal e, por ser cortado pelas três maiores bacias hidrográficas sul-americanas, o Cerrado destaca-se por sua biodiversidade. Possui a flora mais rica dentre as savanas do mundo; sua riqueza de 429 espécies de árvores e arbustos é muito superior ao número de espécies das savanas do Suriname (15) ou Venezuela (43). Estima-se que a flora do Cerrado possa alcançar entre 4 e 10 mil espécies de plantas vasculares, número superior ao de grande parte de outras floras mundiais. Muitas dessas espécies são utilizadas localmente na alimentação, medicina, produção de cortiça, fibras, óleos, artesanato e decoração (Klink *et al.*, 1993, 1995).

A fauna de vertebrados é rica, apesar de haver um baixo endemismo de espécies. São conhecidas mais de 400 espécies de aves, 67 gêneros de mamíferos não voadores e 30 espécies de morcegos, somente no Distrito Federal. A exploração humana da fauna de vertebrados é intensa na região, principalmente como complementação alimentar e comércio ilegal de peles (Klink *et al.*, 1995). Os invertebrados são menos conhecidos, mas sabe-se que o endemismo é bastante grande e a riqueza elevada, especialmente de insetos. Apenas no Distrito Federal conhecem-se 27 espécies de lavadeiras, 90 de cupins, 1000 de borboletas e 550 de abelhas e vespas (Klink *et al.*, 1995).

<sup>1</sup> Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia, Instituto de Biologia, Caixa Postal 04631, Brasília, DF 70919-970, Brasil.

Os microorganismos em geral são relegados a um segundo plano nas discussões sobre biodiversidade, apesar de sua importância na manutenção dos ecossistemas. Estudos preliminares no Distrito Federal revelam que existem 419 espécies de fungos no Cerrado (Klink *et al.*, 1995).

O Brasil possui cerca de 3,7% de seu território legalmente protegido, um percentual acima da média mundial de 3,1%, mas abaixo da sul-americana de 4,5%. A carência de áreas de conservação no Cerrado evidencia-se pela comparação do esforço conservacionista governamental dos ecossistemas Amazônicos, que contam com 12% de sua área protegida na forma de unidades de conservação, contra menos de 2% no Cerrado. Esta discrepância estende-se ao tamanho das unidades de conservação: a maioria das unidades na Amazônia possui área superior a 100 mil hectares, enquanto que no Cerrado apenas 10% das unidades possui área acima de 50 mil hectares (Dias, 1994).

Os principais obstáculos para a conservação da biodiversidade do Cerrado podem ser sumarizados assim: baixo valor atribuído aos seus recursos biológicos; exploração não sustentável dos recursos; insuficiência de conhecimentos sobre ecossistemas e espécies; os resultados dos poucos estudos científicos existentes não são direcionados para a resolução de problemas ambientais; as atividades conservacionistas da maioria das organizações têm tido um espectro muito restrito; as instituições responsáveis pela proteção da biodiversidade enfrentam dificuldades organizacionais e financeiras.

A busca do desenvolvimento sustentado no Cerrado requer uma perspectiva de longo prazo. Realocação física de populações em áreas de fronteira agrícola, indefinições quanto à propriedade da terra e nível de pobreza dos agricultores contribuem para a instabilidade social e põem em risco qualquer projeto de desenvolvimento sustentado. Políticas de conservação e utilização sustentada da biodiversidade do Cerrado só serão efetivas se contemplarem, além da eficiência econômica, a igualdade social e a integridade ambiental do bioma.

## INTER-RELAÇÕES ENTRE EXPANSÃO AGROPECUÁRIA E A BIODIVERSIDADE

Nos últimos 300 anos a humanidade vem transformando profundamente os ecossistemas naturais. O crescimento populacional, o avanço da agricultura moderna, a urbanização, a emissão de poluentes industriais e a exploração não sustentável dos recursos naturais têm feito com que a atividade humana seja o principal fator das mudanças ambientais ora em curso no planeta (Woodwell, 1990). Essa degradação ambiental vem causando mudanças abruptas na estrutura e funcionamento dos ecossistemas, acarretando um empobrecimento biológico, que se manifesta na extinção de

espécies, perda da capacidade produtiva dos ecossistemas, alteração dos ciclos biogeoquímicos, aquecimento global e proliferação de espécies exóticas.

A degradação ambiental no Cerrado é função do uso que se faz da terra, o qual depende da tecnologia e investimento aplicados. As formas de intervenção com expansão mais significativa no Cerrado têm sido a formação de pastagens plantadas de lavouras comerciais. As lavouras mais importantes da região são soja, milho, arroz, café, feijão e mandioca. A soja foi a cultura que experimentou maior incremento. Virtualmente inexistente na década de 1960, hoje ela representa cerca de um quarto da produção nacional. O milho representa 16% da produção nacional, o arroz 13%, o café 8%, o feijão 11% e a mandioca 5% (Klink *et al.*, 1993, 1995).

Projeções da evolução das principais culturas, pastagens plantadas e áreas produtivas, mas não utilizadas para o período 1995-2000, servem de indicativo do uso futuro da terra no Cerrado. Em 1985 haviam 50,7 milhões de hectares abertos no Cerrado (área equivalente a duas vezes o estado do Piauí), assim distribuídos: 9,5 milhões em lavouras, 30,9 milhões em pastagens plantadas, e 10,3 milhões de terras abertas mas não utilizadas. A estimativa para 1995 é de 69,5 milhões de hectares alterados pela agropecuária (equivalente à soma dos estados de Mato Grosso do Sul e Goiás), sendo 11,5 milhões em lavouras, 46,4 em pastagens plantadas, e 11,6 milhões de terras produtivas mas não utilizadas. Esse total equivale a 38,6% da área do Cerrado (Klink *et al.*, 1995).

Num cenário de condições adversas para o crescimento agropecuário, como crise econômica ou desestruturação da política agrícola, prevê-se uma área aberta de 81,7 milhões de hectares até o ano 2000 (equivalente à soma dos estados de São Paulo e Bahia), assim distribuídos: 12,5 milhões em lavouras, 56,9 milhões em pastagens plantadas e 12,3 milhões abertas mas sem uso. Esse total representaria 45,4% da superfície geográfica do Cerrado (Klink *et al.* 1995). Num cenário de condições apropriadas para o crescimento agropecuário, como boas condições de mercado ou melhoria do apoio governamental à agropecuária, o total de terras abertas seria de 87,9 milhões de hectares no ano 2000 (3,7 vezes o estado de Rondônia), sendo 14,6 milhões em lavouras, 61,5 milhões em pastagens plantadas e 11,8 milhões sem uso. Isso representaria 48,8% da superfície do Cerrado.

As principais ameaças à biodiversidade (genética, de espécies e de ecossistemas) do Cerrado, advindas dessas profundas alterações do uso da terra, são: o aumento da área desmatada, incluindo seus efeitos sob a erosão dos solos, microbiologia do solo, ciclagem de nutrientes e água; aumento da frequência das queimadas; introdução de espécies exóticas; e redução da fauna.

## LITERATURA CITADA

- COUTINHO, L. M. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. *In*: GOLDAMMER, J., ed., **Fire in the tropical biota**. Berlin: Springer-Verlag, 1990. p. 82-105.
- DIAS, B.F. A conservação da natureza. *In*: PINTO, M.N. ed., **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília, DF: ED. UNB, 1994. p. 607-663.
- KLINK, C.A.; MACEDO, R.F.; MUELLER, C.C. **De grão em grão, o Cerrado perde espaço**. Cerrado: Impactos do processo de ocupação. WWF-PROCER (Documento para discussão). Brasília, DF. 1995.
- KLINK, C.A.; MOREIRA, A.G.; SOLBRIG, O.T. Ecological impact of agricultural development in the Brazilian Cerrado. *In*: YOUNG, M.D.; SOLBRIG, O.T., ed., **The world's savannas**. London: UNESCO & Parthenon Publ., 1993. p. 259-282.
- MAY, R.M.. Past efforts and future prospects towards understanding how many species there are. *In*: SOLBRIG, O.T.; van EMDEN, H.M.; van OORDT, P.G.W.J., eds., **Biodiversity and global change**. International Union of Biological Sciences, Monograph n° 8. Paris, 1992. p. 71-82.
- SOLBRIG, O.T. (ed.). **From genes to ecosystems: a research agenda for biodiversity**. Cambridge, Massachusetts: IUBS, SCOPE, UNESCO, 1991.
- WILSON, E.O.; PETER, F.M. (eds.). **Biodiversity**. Washington, DC: National Academy Press, 1988.
- WOODWELL, G. M. (ed.). **The earth in transition**. Patterns and processes of biotic impoverishment. Cambridge University Press, 1990.
-

# SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS NOS CERRADOS

ORFEO A. D. AFFIN<sup>1</sup> e YURI L. ZINN<sup>2</sup>

## INTRODUÇÃO

A finalidade deste opúsculo é tentar apresentar uma interpretação das idéias contidas na expressão sustentabilidade dos sistemas de produção agrossilvipastoris nos Cerrados. Acreditamos que só a interpretação das idéias contidas na expressão "agricultura sustentada" não é suficiente, por isso acrescentamos nossa interpretação e posicionamento sobre o que é necessário fazer, considerando nossa realidade, para viabilizar a materialização da idéia de sistemas sustentáveis de produção agrossilvipastoris nos Cerrados. Nossa interpretação está inserida no contexto da idéia de sistema, utilizada no âmbito da ciência. Será feito um percurso desde o gênesis da idéia, ou seja a partir da conceituação de uma sociedade humana sustentável, até o que é necessário fazer na nossa realidade para viabilizar sistemas sustentáveis de produção agrossilvipastoris na região dos Cerrados.

## SOCIEDADE HUMANA SUSTENTÁVEL

A idéia de sociedade humana sustentável também conhecida como desenvolvimento sustentável foi cunhada no ano 1972, na Conferência da ONU Sobre Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, Suécia. Consiste basicamente em estabelecer as condições necessárias para que a população da espécie humana possa permanecer viva na biosfera do planeta Terra através das futuras gerações; bem alimentada, saudável, realizada, progredindo científica e tecnologicamente, melhorando de forma constante sua qualidade de vida de maneira equitativa e sem conflitos sociais importantes.

Como qualquer outra forma de vida, para atingir esses objetivos a espécie humana precisa de um lugar onde morar, cujas condições biofísicas sejam adequadas à sua saúde (nossa biosfera), uma fonte de alimentos permanente e condizente com o tamanho e a cultura da população e um controle razoável de seus inimigos naturais. Como os inimigos naturais ainda não demonstraram capacidade de deter a velocidade de crescimento da população, podemos considerar como realmente importantes os dois primeiros fatores: condições biofísicas salutaras do ambiente e fonte permanente de alimentos adequada às características da população existente. Isso significa a necessidade de um relacionamento com o resto da biosfera, da qual formamos parte, que garanta as duas condições. Isso é o que se pode chamar de sociedade humana sustentável; aquela cuja forma de viver e de desenvolver-se garanta as duas condições básicas. Uma relação de natureza ecológica entre uma forma de vida e seu hospedeiro, nesse caso, a espécie humana e a biosfera.

Este desejo e posicionamento da espécie humana organizada a nível mundial nasce como decorrência da tomada conhecimento de que a forma atual de nosso relacionamento com a biosfera não garante o futuro saudável e bem alimentado das futuras gerações, depois de verificar que, como resultado das atividades humanas, existem: grandes perdas de solo fértil anualmente como decorrência do manejo inadequado, contaminação de fontes de água, chuva ácida destruindo florestas, extensas áreas de terras agricultáveis ficando improdutivas num processo de desertificação, extinção de espécies de forma acelerada, florestas tropicais em fase de desaparecimento, poluição dos mares e oceanos, pessoas morrendo por falta ou contaminação da água, crescimento acelerado da população, contaminação do ar com elementos tóxicos entre outras formas de deterioração.

<sup>1</sup> EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, DF 73301-970, Brasil.

<sup>2</sup> Engenheiro Florestal, Estagiário CNPq, EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, DF 73301-970, Brasil.

## AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

Atualmente a fonte permanente de alimentos é o processo produtivo agropecuário, já que as atividades extrativas constituem só uma fração muito pequena dentro do total necessário para alimentar a espécie humana concentrada em grandes cidades. Isto significa que precisamos de uma agricultura eficiente, e de forma permanente.

Como a atividade produtiva agropecuária é desenvolvida por indivíduos - os produtores agropecuários - é necessário que eles se sintam motivados para permanecer ou ingressar neste tipo de atividade produtiva e comercial. Por outro lado, é necessário que os recursos naturais envolvidos no processo produtivo agropecuário sejam conservados ou melhorados através do tempo, para poder dar continuidade aos ciclos produtivos. Esses recursos naturais são: o solo, a água, os recursos genéticos diretamente envolvidos e outros que constituem parte do tecido da vida na biosfera e que formam equilíbrios homeostáticos que permitem o tipo de vida que hoje conhecemos. Destarte, as atividades agrícolas não devem provocar prejuízos ao meio ambiente biofísico que representem aspectos não salutares para a espécie humana, nem situações não aceitas pela estrutura social existente.

### SISTEMAS SUSTENTÁVEIS DE PRODUÇÃO

A expressão sistema de produção é sinônimo de agroecossistema, estabelecimento agrícola e fazenda. Em outras palavras, um sistema de produção é a forma como se organiza e desenvolve a dinâmica de um conjunto de elementos que têm por finalidade produzir alguma coisa, ou seja, como se relacionam com o resto da biosfera para os efeitos das trocas de matéria, energia, informação e formas de vida. Como nossa preocupação é a produção de alimentos, fibras e energia para a espécie humana, trata-se de sistemas de produção agrossilvipastoris. Já que a agricultura é o resultado do funcionamento de um conjunto de estabelecimentos agrícolas, para poder haver uma agricultura sustentável é indispensável ter estabelecimentos agrícolas sustentáveis, ou seja, sistemas sustentáveis de produção. Um sistema sustentável de produção precisa cumprir com as mesmas exigências de uma agricultura sustentável, isto é: 1) conservar ou melhorar o solo e a água; 2) não prejudicar os recursos genéticos; 3) conservar ou melhorar o ambiente; 4) ser economicamente viável ou atrativo para o produtor; 5) ser socialmente aceito; e, 6) produzir os alimentos e fibras ou energia que a sociedade humana precisa.

### MUDANÇAS DECORRENTES DO POSICIONAMENTO DA ESPÉCIE HUMANA COM RELAÇÃO A UMA SOCIEDADE SUSTENTÁVEL

#### Na atividade agropecuária

A atividade agropecuária, como produtiva e comercial com determinada faixa de liberalidade dentro das normas

sociais de convivência entre os indivíduos, perde alguns graus dessa liberalidade. Agora, a sociedade organizada estabelece certas normas, deseja que o processo produtivo agropecuário seja sustentável, e não com outras características diferentes. E, se atualmente estamos na fase de internalização do verdadeiro significado das exigências, o que fazer para que elas sejam materializadas? Proximamente elas deverão necessariamente configurar-se como exigências da sociedade.

Nas entrelinhas fica esclarecido que, se no passado esta atividade podia ser voluntária, uma opção ao nível de um indivíduo, atualmente, ao nível da sociedade, assume as características de uma necessidade, uma obrigação. Algum grupo de pessoas necessariamente deverá assumir sua realização, e a organização da sociedade deverá arbitrar as providências para que isso aconteça.

#### Nas metas da pesquisa agropecuária.

O processo de pesquisa agropecuária também fica condicionado a exigências que anteriormente não estavam explicitamente expressas. Existia um grau de liberalidade, ou melhor dito, de aleatoriedade na escolha dos aspectos do processo produtivo que poderiam ser melhorados. Os pesquisadores faziam a escolha segundo suas inquietações, conhecimentos e experiências ou outras motivações, para tentar melhorar algum determinado aspecto do processo produtivo. Com a exigência de uma agricultura sustentável, aparece uma tarefa bem específica para a pesquisa agropecuária: desenvolver sistemas sustentáveis de produção, ou seja, conseguir que os estabelecimentos agrícolas, como unidades de produção e comercialização cumpram as exigências da agricultura sustentável.

Isso obriga o pesquisador da agropecuária a olhar o estabelecimento agrícola como um todo, e não mais a preocupar-se só com algum aspecto relacionado com seu funcionamento.

#### Nos procedimentos da pesquisa agropecuária

Em decorrência da necessidade da pesquisa agropecuária de abordar o estabelecimento agrícola como um todo indivisível, de tentar conseguir sua sustentabilidade e de deixar de abordar aspectos isolados de seu funcionamento sem considerar o resto do sistema nem sua inserção no ambiente biofísico e socioeconômico, aparece nitidamente agora a necessidade de mudar os procedimentos, métodos de pesquisa e de desenvolvimento até hoje utilizados e não são mais adequados para as novas metas exigidas pela sustentabilidade. Surge a exigência de se considerar o estabelecimento agrícola como um sistema estruturado por um conjunto de elementos entrelaçados e em interação entre si e com o resto da biosfera. Cada elemento ou componente não tem nenhum significado por si só, senão pela forma em que se relaciona com os outros elementos e com o resto do meio biofísico e socioeconômico. A exigência do chamado enfoque sistêmico

ou holístico, passa a ser uma necessidade premente no estudo da dinâmica de funcionamento do estabelecimento agrícola, para uma melhor compreensão de sua realidade e das mudanças necessárias para atingir a sustentabilidade; compatível com as potencialidades do conjunto e em as características de seus elementos componentes, e de sua relação com o meio biofísico e socioeconômico. Aparece a necessidade de se conhecer os constrangimentos existentes em cada componente, como decorrência de sua inserção na organização do sistema, que podem liberar microemergências como decorrência de algumas mudanças na organização ou o nascimento de macroemergências não desejadas, entre outras propriedades do comportamento dos sistemas.

Existe consenso internacional nas instituições de pesquisa agropecuária de que, sem a adoção do enfoque sistêmico de pesquisa científica, não será possível desenvolver estabelecimentos agrícolas sustentáveis e, portanto, não será possível ter agricultura sustentável.

“Os métodos necessários para a pesquisa em agricultura sustentável são muito diferentes dos procedimentos da pesquisa agropecuária convencional” (Greenland *et al.*, 1994).

Também existe consenso a respeito dos vazios do conhecimento científico existentes em alguns aspectos do funcionamento da dinâmica da vida na biosfera. Esses aspectos são indispensáveis para um melhor conhecimento e compreensão do funcionamento da dinâmica do estabelecimento agrícola e sua relação com o meio biofísico e socioeconômico. Isto requer pesquisa científica, contrastando com a situação atual, fundamentalmente de experimentação e sem uma adequada interpretação do significado dos resultados dos experimentos. Determinam-se geralmente curvas de respostas sem a compreensão dos mecanismos subjacentes que ajudam a entender o comportamento dos fenômenos e de fatos observáveis. **“Finalmente, existe uma importante distinção entre descrição e compreensão (ou empirismo e mecanismo) que atualmente é considerada com parcimônia.”** (France & Thornley, 1984).

**“O conhecimento científico não é só a simples observação dos dados, senão que deve incluir um marco conceitual ou hipótese que tenha correspondência com eles (como nós pensamos que os elementos interagem)”** (France & Thornley, 1984).

Estamos cientes de que na pesquisa agropecuária na América Latina, uma parcela importante de nossos pesquisadores, graduados, mestres e doutores, não tem costume nem habilidade para formular hipóteses científicas, e os resultados não passam de descrição, ao invés de compreensão; de empirismo, ao invés de mecanismo. Aparece assim uma necessidade premente de se usar a imaginação, elemento que uma parcela dos nossos pesquisadores não utiliza. A título de provocação lembramos a seguinte frase: **“A capacidade do pesquisador da agropecuária em compreender a dinâmica dos agroecossistemas está diretamente relaciona-**

**da com sua capacidade de conceituar relações não lineares, subjacentes ou ocultas.”** (Gil, 1994)

É indispensável que disciplinas como: ecologia, socioeconomia, sociologia, biologia, botânica e outras se incorporem efetivamente no estudo da dinâmica dos agroecossistemas, com enfoque sistêmico, e que comecem a realizar efetivamente pesquisa científica.

#### **Na área da formação profissional e estudo de pós-graduação**

A formação profissional deverá modificar seus currículos para que os profissionais destinados à compreensão da dinâmica de funcionamento e a implementação dos procedimentos necessários para a agricultura sustentável estejam em condições de desempenhar eficientemente suas funções. Agrônomos, veterinários, biólogos, ecólogos, economistas, sociólogos, botânicos, zootecnistas, entre outros, deverão ter condições de estudar os fenômenos biofísicos e socioeconômicos simultaneamente, e fazer pesquisa científica para compreender a dinâmica dos fatores subjacentes que relacionam estas variáveis.

#### **Na área das decisões políticas ou administrativas**

A Agenda 21 estabelece que todas as decisões políticas deverão considerar os aspectos ambientais e que é um compromisso dos governos sua implementação. Acreditamos implicitamente que traga também a idéia de que as decisões políticas ou administrativas não devam significar obstáculos à materialização da sociedade sustentável, da qual uma parte muito importante é a agricultura sustentável. Em face do o fato de que viabilizar uma agricultura sustentável é uma necessidade e uma obrigação explicitada pela sociedade humana organizada a nível mundial, as autoridades governamentais em todos os níveis, unipessoais ou pluripessoais, terão que prestar contas do que fazem a favor ou contra a agricultura sustentável.

## **SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS NOS CERRADOS**

É bom ter presente que as exigências da agricultura sustentável são as mesmas para qualquer espaço geográfico na biosfera e, portanto, incluem os Cerrados brasileiros ou os agroecossistemas de qualquer outro lugar. A idéia de sistema de produção, agroecossistema ou estabelecimento agrícola, também é a mesma, com todas as características próprias dos sistemas termodinâmicos abertos e suas propriedades sistêmicas. O que singulariza o caso dos Cerrados é o conhecimento específico próprio desse tipo de região, que normalmente é de domínio dos pesquisadores e produtores em atividade nesses lugares, tanto nos aspectos biofísicos como socio-econômicos.

Portanto, todas as colocações conceituais apresentadas para a agricultura sustentável, sistemas de produção sustentáveis e outras, são válidas para a região dos Cerrados.

Como a região dos Cerrados possui um regime de chuvas estacionais, é de grande utilidade ter como referência o processo natural de ciclagem de materiais em ecossistemas naturais, sem perturbação humana a esse tipo de regime pluvial. Ênfase deve ser colocada nas diferenças entre a dinâmica dos agroecossistemas e os ecossistemas naturais; especialmente em dois aspectos-chave como são a exportação e a decomposição. "Todos os ciclos das funções vitais passam por nascimento, crescimento, reprodução, morte e decomposição. Isso é aplicável desde a microorganismos até elefantes e humanos. Se alguma parte desse ciclo não é completada aparecem problemas. Se a parte não completada a decomposição, então todo o processo de sucessão pode se tornar disfuncional, resultando em desertificação" (Savory, 1991). Todos os materiais exportados pelo agroecossistema vão precisar de algum tipo de reposição. No processo de decomposição de elementos importados, estes devem possuir as características mais semelhantes possíveis às dos elementos exportados, que estão tentando substituir e cuja decomposição vai acontecer em outros lugares.

Outro elemento que deve estar sempre presente na pesquisa agropecuária em sistemas sustentáveis de produção na região dos Cerrados é aperfeiçoar a compreensão da dinâmica da matéria, da energia, da informação e das formas de vida em solos ácidos, para poder formular os procedimentos de manejo mais adequados para esse tipo de solos.

A reciclagem de recursos renováveis ou não, (entendida como encurtamento do ciclo biogeoquímico natural, o que diminui o tempo necessário para voltar a utilizar os mesmo elementos no processo produtivo e sua incorporação no produto), terá seu papel incrementado. E isso será mais importante no caso dos recursos não renováveis ou praticamente sem viabilidade de renovação (com os conhecimentos e tecnologias atuais, de reincorporação aos ciclos biogeoquímicos), como por exemplo: petróleo, plásticos e principalmente fosfatos. Estes últimos indispensáveis para o desenvolvimento de qualquer forma de vida. Também deve explorar-se outro significado usualmente dado à palavra reciclagem: o processo de reincorporação aos ciclos biogeoquímicos de elementos que tinham saído fora do ciclo, como acontece eventualmente com alguns nutrientes que são lixiviados a profundidades maiores que a dos sistemas radiculares das espécies vegetais em exploração.

## **OBSTÁCULOS PARA ATINGIR A SUSTENTABILIDADE NA AGRICULTURA**

Os obstáculos são principalmente barreiras socioculturais,

tanto a nível do produtor agrícola como dos pesquisadores da agropecuária. No caso dos produtores, existe um costume arraigado de maximizar os lucros no curto prazo, e de não providenciar o cuidado com os recursos naturais envolvidos no processo produtivo e na conservação ou melhora do ambiente ou dos recursos genéticos. No caso dos pesquisadores da agropecuária são obstáculos: a inércia cultural reducionista de abordar aspectos isolados do estabelecimento agrícola e não lembrar-se do meio biofísico e socioeconômico no qual ele está inserido; falta de costume e de conhecimento para fazer pesquisa científica e usar enfoque sistêmico; falta de hábito e habilidade para o trabalho em equipes multidisciplinares que são indispensáveis na visão sistêmica. Sem esquecer a falta de familiaridade do pesquisador latino-americano da área agropecuária com o método científico de pesquisa na sua fase inicial: hipotético dedutivo, reducionista e mecanicista; e acreditar que realmente faz pesquisa científica quando não faz.

## **ALGUMAS AÇÕES NECESSÁRIAS PARA COMEÇAR**

É necessário promover nas instituições da pesquisa agropecuária o estudo, a compreensão e a discussão de forma organizada, por parte dos pesquisadores, da farta literatura internacional sobre sustentabilidade, agricultura sustentável, ecossistemas, agroecossistemas, enfoque sistêmico de pesquisa científica, modelagem de sistemas biológicos e avaliação quantitativa e qualitativa da dinâmica do processo produtivo com relação às exigências da sustentabilidade. Sem esquecer que sempre será de utilidade o uso de método científico hipotético, dedutivo, reducionista e mecanicista, que uma importante parcela dos nossos pesquisadores não domina.

A necessidade de avaliação qualitativa e quantitativa do processo produtivo é relativamente óbvia, senão acontece simplesmente um discurso sem que exista uma materialização biofísica e socioeconômica da posições nele apresentadas. **"Apesar do entusiasmo e interesse manifestado por políticos e cientistas com relação às idéias de sustentabilidade e degradação do solo, elas tendem a permanecer vagas, gasosas e como retórica emocional. A padronização destes conceitos e o desenvolvimento de medições quantitativas para sua avaliação é fundamental para transformar emoções e mitos em fatos científicos."** (Lal, 1994).

Para tanto contamos com uma vantagem: a existência em nossas bibliotecas de uma grande quantidade de títulos sobre estes assuntos, que está esperando ser utilizada por nossos pesquisadores. Temos disponíveis títulos em inglês, espanhol, português e francês.

## LITERATURA CITADA

- FRANCE, J; THORNLEY, J.H.M. **Mathematical models in agriculture**. London: Butterworths, 1984. 335p.
- GIIL, R. **Planning sustainable agro-ecosystems**. Centre for Agricultural and Resource Economics. Armindale, NSW, Austráia: University of New England, 1994. 21p.
- GREENLAND, D.J; BOWEN, G.D; ESWARAN, H; RHOADES, R; VALENTIN, C. **Soil, water, and nutrient management research - a new agenda**. IBSRAM. Position paper, 1994. Bangkok. 70 p.
- LAL, R. **Methods and guidelines for assessing sustainable use of soil and water resources in the tropics**. Soil Management Support Services. Soil Conservation Service, U.S. Department of Agriculture. The Ohio State University, 1994. 78 p.
- SAVORY, A. Holistic Resource management: a conceptual framework for ecologically sound economic modelling. **Ecological Economics**, v.3, p.181-191, 1991.
-

# NITROGEN CYCLING AND SUSTAINABILITY OF IMPROVED PASTURES IN THE BRAZILIAN CERRADOS

ROBERT M. BODDEY<sup>1</sup>, BRUNO J.R. ALVES<sup>1</sup> and SEGUNDO URQUIAGA<sup>1</sup>

## INTRODUCTION

Between 40 and 50 million hectares of the Brazilian Cerrado are now planted with exotic grasses introduced from Africa (principally *Brachiaria* and *Andropogon* spp.) for use as pastures for extensive beef production (Macedo, 1995; Thomas *et al.*, 1995). This huge area, constituting almost 25 % of the entire area of the Cerrados, has been converted from native vegetation/pasture in only the last 20 years. The reason for the rapid adoption of these pasture grasses is that they are well adapted to the infertile acid soils of this region and with only modest inputs of lime and fertilizer, animal live weight gains are generally at least 10 times those experienced on native pastures. The impact on the regional and global environment of this massive change in land use in only two decades has not been assessed, although studies are now underway to evaluate the long-term productivity (sustainability) of these pastures and ways to improve this (Spain *et al.*, 1994; Cadisch *et al.*, 1994a; Boddey *et al.*, 1995a).

## THE SUSTAINABILITY OF PURE GRASS PASTURES

The first requirement for a sustainable agricultural system is that mineral nutrients in the system should be conserved or replenished. If the system is to be productive then these nutrients for plant growth must be in forms easily assimilated by plant roots. As far as conservation of nutrients is concerned, the evidence suggests that such pastures are subject to only small losses of plant mineral nutrients. The existence of a very dense and permanent rooting system

within the pasture allows little nutrient losses by leaching. The main source of loss is from urine or dung patches where nutrient concentrations can be very high over a limited area. The nutrients most susceptible to loss are likely to be K and N as both can be available in highly soluble forms ( $K^+$ ,  $NH_4^+$  and  $NO_3^-$ ). Most of the K excreted by cattle is found in the urine so dung does not represent a significant source of loss of this element (Ferreira, 1995). On low protein diets, such as those experienced on these *Brachiaria* pastures of the Cerrados, excreted N is divided roughly equally between dung and urine and usually less than 20 % of the N in dung is soluble, hence immediately available for loss. In recent studies performed at CNPAB on a low pH Oxisol it was found that N losses from dung patches were approximately 10 % of total N (Ferreira *et al.*, 1995b). Losses from <sup>15</sup>N-labelled urine were found to be more significant amounting to 34 % of urine-N in an area densely populated with *B. brizantha* (37 % of the urine N was recovered by the plants), or up to 76 % was lost in an area of bare soil (Table 1). The data suggested that most losses of N were via ammonia volatilization and it is thought possible that much of this ammonia could be recovered by the surrounding N-deficient vegetation under normal field conditions. A study on potassium cycling performed on a mixed *Desmodium ovalifolium/Brachiaria humidicola* grazed pasture in Yurimaguas, Peru, indicated annual losses of approximately 30 kg K ha<sup>-1</sup> via leaching from urine patches (Ayarza, 1988).

On these tropical pastures utilization (animal consumption) is thought to be at maximum 30 % of primary production (Thomas, 1992; Boddey *et al.*, 1995a), so that at most only the nutrients contained in the 30 % of the dry matter are consumed by the animals, and of this 80 to 90 % are excreted. While animals select plant material for those parts

<sup>1</sup> EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia, Seropédica, RJ 23851-970, Brazil.

of the plant which are richest in nutrients (Bohnert *et al.*, 1986; Pereira *et al.*, 1992), the largest proportion of the mineral elements are recycled in the plant litter which decomposes gradually liberating these nutrients. Deposition rates of litter from *Brachiaria* and *Andropogon* pastures in the Cerrado have been estimated to be from 6 to 10 t ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> (Cadisch *et al.*, 1994a; 1994b), and as high as 15 to 17 t ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> in *B. humidicola* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia (Boddey *et al.*, 1995b). The deposition of these large quantities of nutrient-poor organic matter may be the cause of the lack of sustainability of these pastures, in that the nutrients are conserved but are immobilized and not available for plant growth.

### PASTURE DECLINE

Almost universally, pure grass pastures of *Brachiaria* or *Andropogon* in the Cerrado suffer a decline in productivity after 4 to 10 years of grazing, the effect usually being faster on sandier soils (Macedo, 1995). The decline in animal and grass productivity is followed by the invasion of the pasture by non-palatable weed species, and subsequently, the appearance of bare areas in the sward, and often an explosion in the termite population with frequent termite mounds. At experimental stations, where annual maintenance fertilization of P and K is practised, some pure *Brachiaria* pastures have been shown to maintain steady production for periods between 8 and 16 years with no signs of decline in productivity (Fisher *et al.*, 1994). These data suggest that P deficiency, due to immobilization of P in insoluble inorganic forms, may be partially responsible for this decline, but N deficiency caused by the deposition of large quantities of plant litter of very high C:N ratio is most commonly cited as the main cause (Macedo, 1995). Recent work on the Brigalow lands of Southern Queensland (Australia), indicate that the

decline in productivity of *Panicum maximum* pastures in this semi-arid (< 600mm rain year<sup>-1</sup>) region of alkaline Vertisols is due to N deficiency provoked by the large quantities of N-deficient plant litter (Robbins *et al.*, 1989; Robertson *et al.*, 1993).

### THE NEED FOR A LEGUME INPUT

While modest annual additions of P and K fertilizers for such pastures are economically viable, N fertilizer applications are not as the effect of N fertilizer only lasts a few weeks. The appropriate solution therefore would appear to introduce a N<sub>2</sub>-fixing legume into the sward. Initially the problem was to find suitable forage legumes which could grow well in the nutrient-poor acid soils of the Cerrado and to resist the severe dry season of much of this region. Considerable progress has been made by research groups of EMBRAPA-CPAC, CNPGC and CIAT with selecting appropriate ecotypes of *Calopogonium muconoides*, *Stylosanthes* spp. and more recently *Arachis pintoi* for Cerrado conditions (Seiffert *et al.*, 1985; Miles *et al.*, 1994; Pizarro and Rincón, 1994). Poorly adapted ecotypes do not persist in a mixed sward, and adaptation is specific to each edaphoclimatic region (Peres, 1988; Thomas *et al.*, 1995). Generally annual or bi-annual maintenance fertilization is essential (typically 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 50 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) and animal management is also critical for the survival of the legume in the sward. Excessive grazing pressure, or long rest periods of the pasture in rotational grazing have been shown to decrease the proportion of legume in the sward (Spain *et al.*, 1994; Boddey *et al.*, 1995b).

These forage legumes compete poorly with the aggressive tropical grasses for soil N, so once established in the sward they usually obtain high proportions (> 80%) of their N from the legume/rhizobium symbiosis (Cadisch *et al.*, 1989; 1994a;

TABLE 1 - Distribution of urine-<sup>15</sup>N along a soil profile planted, or not, with *Brachiaria brizantha*, after 153 days of experiment.

Soil Depth (cm)	Bare soil		Planted soil	
	Atom % <sup>15</sup> N Excess	Urine-N Recovered (%)	Atom % <sup>15</sup> N Excess	Urine - N Recovered (%)
0-20	0.0277	6.96	0.0526	14.20
20-40	0.0173	4.07	0.0230	6.19
40-60	0.0171	4.29	0.0153	3.97
60-80	0.0180	4.53	0.0115	2.91
80-100	0.0170	4.29	0.0063	1.60

(From Ferreira *et al.*, 1995a)

Thomas and Asakawa, 1993). In a  $^{15}\text{N}$  study performed at EMBRAPA-CPAC near Brasília, it was found that the legume (principally *Stylosanthes guianensis* cv. Bandeirantes) obtained approximately 81% of its N from biological nitrogen fixation, and the total contribution to the sward was between 67 and 117 kg N/ha (Fig. 1 - Cadisch *et al.*, 1994a). It can be seen from the results of this study that the largest impact on the N cycle was the increase in the N returned to the soil in the litter.

This should thus resolve the problem of N immobilization and lack of N for grass growth in the long-term, but as in this study the forage legume did not persist due to lack of viable seed set (Spain *et al.*, 1994), further studies on the long-term benefits of the introduction of a forage legume to pasture productivity in the Brazilian Cerrados are urgently required.

While there are few studies available for the Brazilian Cerrados, data from sites in the Llanos of Colombia have shown repeatedly that animal performance can be very significantly improved by the introduction of a forage legume into a *Brachiaria* or *Andropogon* pasture (Fig 2. - Thomas *et al.*, 1992). Even in the CPAC study mentioned above, while the legume persisted there was a very significant benefit to animal weight gain (or decrease in weight loss) during the dry season (Spain *et al.*, 1994).

This aspect of persistence of the legume in the dry season is of critical importance to the farmer. The shortage of forage

in the dry season, especially if the drought is exceptionally long, can be a disaster. Because of their lower palatability in the rainy season, legumes such as *Stylosanthes* spp. are often consumed little at this time. After some weeks of drought, grass palatability and digestibility falls and deep rooting legumes can provide very significant quantities of good quality forage. The Mineirão variety of *Stylosanthes guianensis* recently released by CPAC, among other as yet unreleased ecotypes, may cause very considerable adoption of the use of mixed swards if the problems of seed supply can be resolved (L. Villela and M. Ayarza, pers. comm.). Other alternatives for legumes are tree or shrub legumes such as *Cratylia argentea* or *Glyricidia sepium* which remain green long into the dry season and can provide high quality forage at this time (Xavier & Carvalho, 1995).

## RESEARCH PRIORITIES AND ADOPTION OF TECHNOLOGY

It is evident that the development of sustainable grass/legume pastures for the Cerrado region still requires considerable research and a lot of encouragement for farmers to adopt the technology. The valuable work performed at CPAC and CIAT to select adapted ecotypes of *Stylosanthes* spp. for the Cerrados and Llanos must continue, as well as

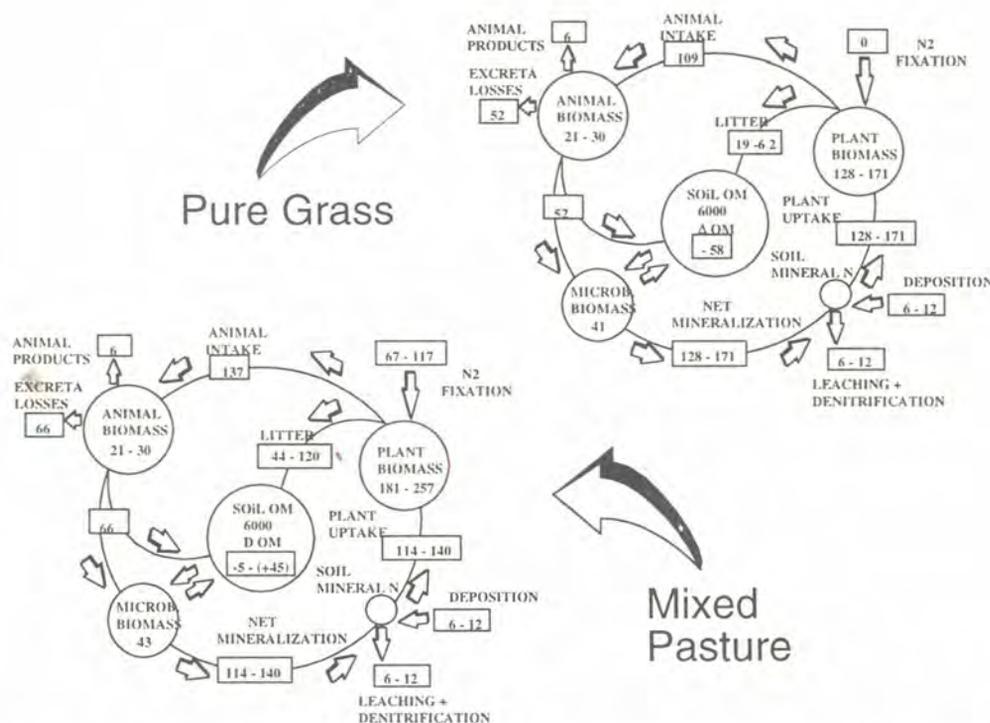


FIG. 1 - Nitrogen cycle (kg N/ha/year or kg N/ha) of a grazed pure *Andropogon gayanus* and mixed *Andropogon gayanus/Stylosanthes* spp pastures on a sandy loam dark-red latosol near Brasília (adapted from Cadisch *et al.*, 1994a).

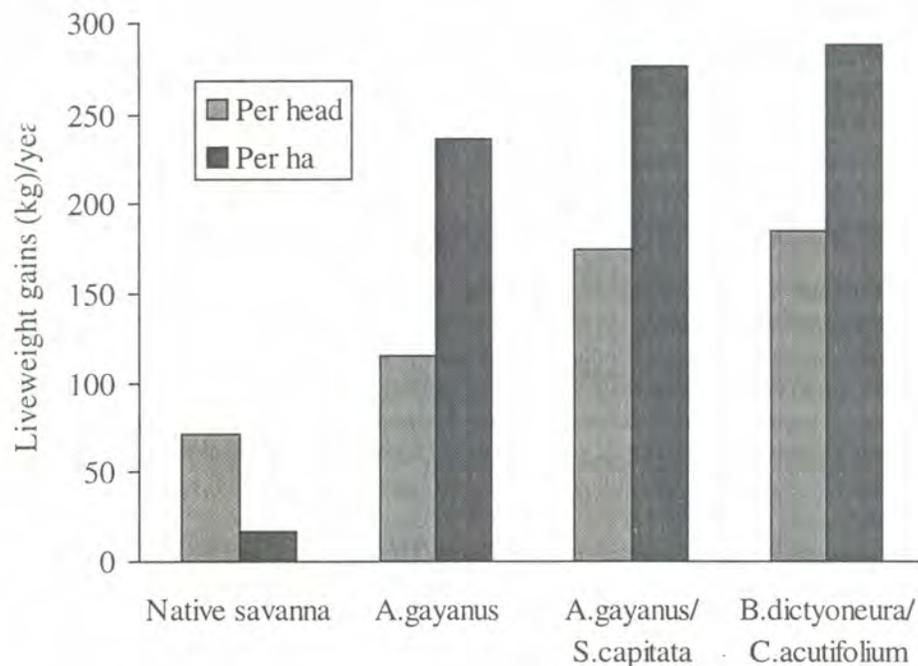


FIG. 2 - Potential productivity of native savanna and improved pastures in Carimagua, Colombian Llanos (from Thomas *et al.*, 1992).

recent work on the selection of ecotypes of forage *Arachis* (Pizarro & Rincón, 1994), along with selection of other legumes. Studies of the exact causes of pasture decline, and the question of whether the introduction of a legume will resolve the problem of long-term productivity, must also be addressed. The BNF contribution of the legume introduces an extra source of protein for the animal diet, but, more importantly for the long-term productivity of the pasture, litter quality is improved and hence N recycling should be improved. Studies on the N cycle (gains, losses and recycling) such as those reported by Cadisch *et al.* (1994a, 1994b) and Boddey *et al.* (1995) along with a modelling approach should permit a prediction of the degree of sustainability of such grass/legume pastures in shorter periods of time than long-term trials, although these trials must still be conducted for model verification etc.

With regard to adoption by farmers two major points should be stressed:

a. If the land-owner can see that his animals will survive, or even gain weight, during the dry season if legumes are introduced in the pasture he will rush to accept the technology. In this case the seeds for these legumes, along with a full technological package (seed treatment, and recommendations for fertilizer and animal management), had better be ready for him to apply the technology correctly for the first time.

b. Together with this package must come the realization that although "God is Brazilian", farmers cannot expect to achieve sustainable pasture production without regular (e.g. annual or bi-annual) maintenance fertilization of at least P and K.

## CONCLUSION

At present a large proportion of the improved (principally *Brachiaria*) pastures of the Brazilian Cerrados are in an advanced state of degradation. The proportion, and degree, of degradation is unknown as are its consequences for local and regional hydrology (degraded and compacted pastures have lower infiltration and higher run-off), soil erosion and long-term effects on soil fertility. Such gap in our knowledge of such large area in our country (equivalent to almost twice the area of the United Kingdom) can only be described as dangerous. More than 80 % of this area dedicated to improved pastures is planted with just three ecotypes of *Brachiaria*, (one each of *B. decumbens*, *B. brizantha* and *B. humidicola* - Macedo, 1995). So attention should also be paid to increasing the diversity of grasses as well as introducing legumes to these pastures.

## REFERENCES

- AYARZA, M.A. **Potassium dynamics in a humid tropical pasture in the Peruvian Amazon**. Raleigh, USA: North Carolina State University, 1988. 156p. Ph.D. Thesis.
- BODDEY, R.M.; RAO, I.M.; THOMAS, R.J. Nutrient cycling and environmental impact of *Brachiaria* pastures. Paper presented at Int. Workshop "The biology agronomy and improvement of *Brachiaria*". CIAT, Cali, Colombia. 3 - 7 October 1994, (1995a) (in press).
- BODDEY, R.M.; RESENDE, C. de P.; PEREIRA, J.M.; CANTARUTTI, R.B.; ALVES, B.J.R.; FERREIRA, E.; RICHTER, M.; CADISCH, G.; URQUIAGA, S. The nitrogen cycle in pure grass and grass/legume pastures: evaluation of pasture sustainability. *In: Nuclear techniques in soil-plant studies for sustainable agriculture and environmental preservation*. Vienna, Austria: FAO/IAEA, 1995b. p. 307-319.
- BOHNERT, E.; LASCANO, C.E.; WENIGER, J.H. Botanical and chemical composition by fistulated steers under grazing on improved grass-legume pastures in the tropical savannas of Colombia. II. Chemical composition of forage available and selected. *In: Z. Tierzüchtung Zuchtungsbiologie*, v.103, p.69-79, 1986.
- CADISCH, G.; SYLVESTER-BRADLEY, R.; NÖSBERGER, J. <sup>15</sup>N-based estimation of nitrogen fixation by eight tropical forage-legumes at two levels of P:K supply. *In: Field Crops Res.*, v.22, p.181-194, 1989.
- CADISCH, G.; CARVALHO, E.F.; SUHET, A.R.; VILELA, L.; SOARES, W.; SPAIN, J.M.; URQUIAGA, S.; GILLER, K.E.; BODDEY, R.M. The importance of legume N<sub>2</sub>-fixation in sustainability of pastures in the cerrados of Brazil. *In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS*, Palmerston North, New Zealand, 1993. **Proceedings**. Palmerston North: 1994a. p.1915-1918.
- CADISCH, G.; SCHUNKE, R.M.; GILLER, K.E. Nitrogen cycling in a pure grass pasture and a grass-legume mixture on a red latosol in Brazil. *In: Tropical Grasslands*, v.28, p.43-52, 1994b.
- FERREIRA, E. **A excreção de bovinos e as perdas de nitrogênio nas pastagens tropicais**. Seropédica, Rio de Janeiro: Univ. Federal Rural do Rio de Janeiro, 1995. 112p. Tese de Mestrado.
- FERREIRA, E.; RESENDE, A.S.; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M.; URQUIAGA, S. Destino do <sup>15</sup>N - urina bovina aplicado na superfície de um solo podzólico descoberto, ou sob cultura de *Brachiaria brizantha*. *In: REUNIÃO ANUAL DE SOC. BRAS. ZOOTECNIA*, 32, Brasília, DF, 1995. **Anais**. Brasília: SBZ, 1995a. p.109-110.
- FERREIRA, E.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Perdas de N derivado das fezes bovinas depositadas na superfície do solo. *In: REUNIÃO ANUAL DE SOC. BRAS. ZOOTECNIA*, 32, Brasília, DF, 1995. **Anais**. Brasília: SBZ, 1995b. p.125-126.
- FISHER, M.J.; RAO, I.M.; AYARZA, M.A.; LASCANO, C.E.; SANZ, J.I.; THOMAS, R.J.; VERA, R.R. Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas. **Nature**, London, n.371, p.236-238, 1994.
- MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema Cerrados: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. *In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS: pesquisas para o desenvolvimento sustentável* (R.P. de Andrade, A de O Barcellos & C.M.C. da Rocha) p. 28-62. Sociedade Brasileira de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brazil, 1995.
- MILES, J.W.; THOMAS, R.J.; LASCANO, C.E.; FISHER, M.J.; VERA, R.; SANZ, J.I. *Stylosanthes* as a forage and fallow crop. *In: REGIONAL WORKSHOP ON THE USE OF Stylosanthes IN WEST AFRICA*, Kaduna, Nigeria 1992. **Proceedings**. Addis Abeba: Int. Livestock Centre for Africa, 1994. p.25-32.
- PEREIRA, J.M.; NASCIMENTO Jr., D.; SANTANA, J.R.; CANTARUTTI, R.B.; LEÃO, M.I. Teor de proteína bruta e digestibilidade "in vitro" de matéria seca da forragem disponível e da dieta selecionada por bovinos em pastagem de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt, em monocultivo ou consorciado com leguminosas, submetidas a diferentes taxas de lotação. **R. Soc. Bras. Zootecnia**, v.21, p.104-117, 1992.
- PERES, R.M. **Persistência de leguminosas em pastagens consorciadas tropicais**. (Boletim Técnico, 27). Nova Odessa, SP: Instituto de Zootecnia, 1988. 26p.
- PIZARRO, E.A.; RINCÓN, A. Regional experience with forage *Arachis* in South America. *In: KERRIDGE, P.C.; HARDY, B., eds., Biology and agronomy of forage Arachis*. Cali, Colombia: CIAT, 1994. p.144-157.
- ROBERTSON, F.A.; MYERS, R.J.K.; SAFFIGNA, P.G. Carbon and nitrogen mineralization in cultivated and grassland soils in subtropical Queensland. **Aust. J. Soil Res.**, v.31, p.611-619, 1993.
- ROBBINS, G.B.; BUSHELL, J.J.; MCKEON, G.M. Nitrogen immobilization in decomposing litter contributes to productivity decline in ageing pastures of green panic (*Panicum maximum* var. *trichoglume*). **J. Agric. Sci.**, v.113, p.401-406, 1989.
- SEIFFERT, N.M.; ZIMMER, A.H.; SCHUNKE, R.M.; MIRANDA, C.H.B. Reciclagem de nitrogênio em pas-

- tagem consorciada de *Calopogonium mucunoides* com *Brachiaria decumbens*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, p.529-544, 1985.
- SPAIN, J.M.; LEITE, G.; VILELA, L.; GOMIDE, C.; ROCHA, C.M. da. The effect of grazing systems and legumes on productivity and stability of pastures in the Brazilian Cerrados. *In: INT. GRASSLAND CONGR.*, Palmerston North, New Zealand. 1994. (in press).
- THOMAS, R.J. The role of the legume in the nitrogen cycle of productive and sustainable pastures. **Grass Forage Sci.**, v.47, p.133-142, 1992.
- THOMAS, R.J.; ASAKAWA, N.M. Nitrogen fixation by three tropical forage legumes in an acid-soil savanna of Latin America. *In: PALACIOS, R; MORA, J.; NEWTON, W.E.*, eds. **New horizons in nitrogen fixation**. Kluwer Academic Publ., 1993. p.750.
- THOMAS, R.J.; LASCANO, C.E.; SANZ, J.I.; ARA, M.A.; SPAIN, J.M.; VERA, R.R.; FISHER, M.J. The role of pastures in production systems. *In: Pastures for the tropical lowlands*. CIAT, Cali, Colombia: CIAT, 1992. p.121-144.
- THOMAS, R.J.; FISHER, M.J.; AYARZA, M.A.; SANZ, J.I. The role of forage grasses and legumes in maintaining the productivity of acid soils in Latin America. **Advances in Soil Science**, v.23, p.61-83, 1995.
- XAVIER, D.F.; CARVALHO, M.M. *Cratylia argentea*: a shrub legume having potential for cattle feed during the dry season. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SUSTAINABLE AGRICULTURE FOR THE TROPICS - The role of biological nitrogen fixation*, Angra dos Reis, 1995. **Programme and Abstracts**. Rio de Janeiro, Brazil, 1995. p.101-102.
-

# CROP PASTURE ROTATIONS IN THE BRAZILIAN CERRADOS

JAMES M. SPAIN<sup>1</sup>, MIGUEL A. AYARZA<sup>2</sup> and LOURIVAL VILELA<sup>3</sup>

## INTRODUCTION

### Are crop-pasture rotations for tropics a myth?

McCown (1993) asserts that "*The real champions of ley farming (crop-pasture rotations) everywhere are agricultural scientists*". He goes on to argue that "*the more appropriate response (to lack of adoption of ley systems in the lowland tropics) is to seriously question the appropriateness of ley farming as a development option and further major R&D except under special circumstances*". What are the special circumstances McCown refers to? McCown *et al.* (1993) report on a ley system that appears to be well adapted to a region in the Northern Territory of Australia. The caveat: "*But such large farms with well established grazing enterprises and advanced chemical and mechanical technology are uncommon in tropics*". They may be uncommon elsewhere but isn't the description rather apt for some 60 million ha of farms and ranches in the Cerrados and extensive savanna areas in Venezuela, Colombia and Bolivia?

In this paper, the authors discuss the limitations of current production systems and describes the potential of crop-pasture rotations as an option to improve the sustainability of agriculture in the Cerrados. Obstacles to adoption are discussed and research are suggested.

## HISTORICAL BACKGROUND

Thirty years ago the vast tropical savannas of Latin

America were viewed by many observers as "fertility deserts" with little or no potential for intensive agriculture. This view has changed profoundly as new technologies and germplasm have been developed for the acid and infertile oxisols and ultisols which characterize the more than 250 million hectares of well-drained savannas found in Brazil, Colombia, Venezuela and Bolivia. The '**Cerrado revolution**' in Brazil and similar, but much smaller scale expansion of agricultural frontiers in the Venezuelan, Colombian and Bolivian savannas have removed all doubt as the potential of this ecosystem, one of the world's most important present and future food sources (Goedert *et al.*, 1980; Wagner, 1985; Spain, 1990).

It has been just over forty years since decision was taken to move the capital of Brazil from Rio de Janeiro to the newly created Federal District in the state of Goiás, surrounded by the cerrados of the "Planalto Central", some 1200 km inland from the former capital. Brasília was inaugurated in 1960, an event that presaged an era of unparalleled political, agricultural, industrial and urban expansion into a frontier area. The decade of 70's brought ambitious and well financed regional development programs to the Cerrados and rapid growth in both arable agriculture and livestock production. An estimated 40 million ha had been planted to pastures and more than 12 million ha planted to crops, mostly soybeans, maize and rice by 1985. Over 40% of the national cattle herd is now found in the Cerrados and the region accounts for over a third of total national grain production (Adámoli *et al.*, 1985; Wagner, 1985; Villachica *et al.*, 1990).

<sup>1</sup> PhD Soil Science, Independent Consultant, Corvallis, Oregon, USA.

<sup>2</sup> Agropastoral systems specialist CIAT, Project CIAT/EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brazil.

<sup>3</sup> M. Sc. Soil Science, Researcher, EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brazil.

## PROBLEMS OF SUSTAINABILITY OF CURRENT PRODUCTION SYSTEMS

**Intensive mechanized grain farming.** Soybeans have been the main driving force responsible for increased grain production and the expansion of the area planted to annual crops in the Cerrados during the last 20 years. It is estimated that the crop now occupies 6 million hectares in the region, mainly as a monocrop in the vast tablelands of Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul and Mato Grosso. However, continuous planting of soybeans and inappropriate soil management practices on many farms has resulted in declining productivity and increased costs of production, particularly in older areas. Intensive use of the offset disc plow has resulted in soil disaggregation and the formation of dense plow pans in most soils under continuous cultivation. As a consequence, surface sealing and decreased porosity have led to reduced infiltration rates and increased runoff and erosion. Plow pans impede the penetration of roots into deeper horizons and the resulting shallow rooted plants are no longer able to efficiently absorb nutrients and water from the subsoil and become much more susceptible to even brief periods of drought. Another important deleterious effect of continuous use of the disc plow is the rapid loss of organic matter which is of crucial importance in the maintenance of good physical, chemical and biological soil conditions. The breakdown of soil structure exposes organic matter, normally protected in the interior of aggregates, to the attack of microorganisms. (Resck *et al.*, 1991).

The prolonged season of seedbed preparation, from July to November, is another factor contributing to erosion since the rains usually start in September (early season storms are common) and peak during the planting period from November to January (Ibid.).

Increased biotic pressures (weeds, insects, diseases and nematodes) can be expected with any continuous monocropping system. New diseases and pests such as stem gall [*Diaphorte Phaseolorum* f. sp. *meridionalis* (teleomorph of *Phomopsis* sp.)] and cyst nematodes (*Heterodora glycines*) are major concerns for Cerrados farmers, often resulting in severe yield reductions. The increased use of chemicals to control pests and diseases pose serious threats to the environment.

Declining and more erratic yields due to soil degradation, "induced drought" and biotic pressures are widely reported by Cerrado farmers. At the same time, they report higher costs of production due to increased use of fertilizers and pesticides in an attempt to maintain yields.

**Extensive pasture-based cattle ranching.** The rapid increase in Cerrado cattle population is due mainly to the expansion of the area planted to exotic pasture grasses during the last two and a half decades. *Brachiaria spp* are the dominant species and probably accounts for 85% of the total

area planted (Macedo, 1995). Introduced pastures were usually established after rice in recently cleared cerrado using low rates of fertilizer. In spite of low native soil fertility in most soils, the resulting pastures were lush and productive during the first years after planting but productivity declined rapidly thereafter. Macedo (1995), estimates that there are some 48 million hectares of planted pastures in the Cerrado region and that more than 50% of these pastures are in some stage of degradation. (One of the authors believes this estimate is far too conservative).

The causes of pasture degradation and other limits to sustainability are numerous and complex. Pastures are efficient recyclers of most nutrients and usually result in an increase in soil organic matter. However, straight grass pastures under intense grazing pressure usually become nitrogen deficient after two or three years. This has been associated to losses of N from the system by volatilization, leaching from urine spots and immobilization in rather stable organic matter pools being formed from grass residues in the soil. This same fresh organic matter can be also a sink for phosphorus and sulfur which are likely to become deficient, even though they are not lost from the system. So in the absence of fertilizer maintenance which is almost never practised by traditional cattle ranchers, productivity inevitably decline after three or four years, often rather precipitously.

Insects, diseases and weeds also tend to build up over time in pastures, just as they do in crops. This tendency is probably accentuated in mono-specific pastures, eg. the vast majority of *B. decumbens* and other straight grass pastures in the neotropics. The spittle bug (*Deois flavopicta* Stal) has been especially destructive in certain Cerrado and other savanna regions. Other pasture species, especially legumes, are weakened by diseases. Some legume appear to senesce after a few years and, in the absence of successful seedling recruitment, which seems to be rule, the legume no longer plays a significant role in the pasture. As long as the pasture maintains a vigorous stand, weeds are usually not a serious problem. However, if the pasture begins to fail and stands are weakened for whatever reason, weeds almost always invade.

## TOWARD MORE PRODUCTIVE AND SUSTAINABLE SYSTEMS

Problems of declining productivity and lack of sustainability are being addressed by farmers and researchers and significant progress has been made in alleviating some of the more serious problems. The use of crop rotations, mainly maize with soybeans, has been effective in breaking the cycle of buildup of certain diseases, insects and weeds. Improved soil management and conservation practices including zero tillage (direct planting) systems have reduced runoff and erosion and show promise of slowing or reversing

soil physical degradation. Improved crop varieties, better adapted to edaphic and/or biotic stresses tend to stabilize yields.

The use of legume-based pastures has been shown to reverse the rapid decline of soil fertility (N,P,S) in pastures and contribute to improved dry season forage quality and availability. However, the rate of adoption of legumes has been very slow. Better adapted legumes and grasses that are becoming available should result in greater adoption and more persistent and productive pastures if they are properly managed.

Research on crop-pasture rotations (ley farming) for neotropical savannas is in its infancy. And yet it may well be that this approach to integration could contribute more to the ecologic and economic sustainability of crop and livestock production systems in the humid and subhumid tropics than any other single innovation. The advantages of ley farming derive mainly from the potential for synergism between the annual and perennial components of the system (Spain, 1990; Lal, 1991). Each has problems when standing alone and yet most of the problems can be solved by rotating crops with pastures. Among the more important benefits:

- enhanced soil fertility
- increase biological activity
- more efficient nutrient recycling
- enhanced soil physical properties
- control of weeds, insects and diseases
- improved dry season feed quality and availability
- more effective soil and water conservation and use
- economically more resilient than separate enterprises

The argument for crop-pasture rotations in the Cerrados is strengthened by the presence of extensive areas of degraded pastures, most of which are on arable soils in areas also being exploited for grain production. At the same time, many grain farmers are facing increased costs of production and declining yields due to degraded soils, weeds, insects and diseases.

## EXPERIENCE TO DATE WITH CROP-PASTURE ROTATIONS

For the past four years, EMBRAPA'S Cerrado Research Center (CPAC) and the Centro Internacional de Agriculture Tropical (CIAT) have been developing and testing integrated crop-pasture systems adapted to farm conditions in the Cerrado region of Brazil. The work includes research on experiment station and on farms and the testing of components at the farm level with the active participation of producers and local institutions in and around Uberlândia, Minas Gerais. These activities are an integral part of an international effort by a number of national and international institutions to halt the degradation of resources and maintain or increase agricultural and livestock productivity.

In 1992, CIAT and EMBRAPA-CPAC scientists began monitoring and analysing the results of a ley farming system used at Fazenda Santa Terezinha, Municipio of Uberlandia (MG), since 1984. They have measured physical, chemical and biological parameters with the aim of developing criteria for the design of more productive and sustainable systems (Vilela & Ayarza, 1995).

Beef cattle production was the only activity of the Fazenda when it started in 1978 and continued so until 1984 when the owners introduced grain production as an integral part of the system. Since that time, crop-pasture rotations have been used systematically. The dominant soils on the property are sandy loam red-yellow latosols. The main rotation used consists of two years of soybeans followed in the third year by corn planted simultaneously with a pasture grass. The yield reduction resulting from the competition of the grass with the companion crop of corn has varied between 8 and 14%. After harvest, the pastures are ready for grazing and remain green throughout the dry season, thus supplementing forage availability for the herd during the most critical period of the year (May to September). As soil fertility improved due to the fertilizer applied to crops, the more rustic grasses *Brachiaria decumbens*, *B. ruzizienses* and *B. humidicola* were replaced by better and more demanding grasses such as *Panicum maximum* (cultivars Vencedor, Tanzania 1 and Centenario) and *B. brizantha* cv. Marandu.

The control of pastures for planting of crops was initially done by conventional tillage: plowing at the end of the rainy season and disking before planting (1-2 passes with the offset disk and one pass with the tandem disk) and the application of selective herbicides pre-and/or post-emergence. The farmer is now moving toward direct planting of crops into chemically controlled degraded pastures. His goal is to take advantage of improved soil fertility and minimize tillage and its consequences. Sod control is achieved with an application of 41/ha. of glyphosate as a desiccant before planting followed by a post-emergent application of flurazifop-p to selectively control weeds in soybeans. In the first year, the pasture was not completely controlled and yields were reduced. In the second attempt, the yield of soybeans planted after *B. brizantha* cv. Marandu were among the best obtained on the Fazenda.

The main advantages of the rotation system used at Santa Terezinha can be seen in the increased carrying capacity of their pastures, improved soil structure and increased grain yields. From 1983 to 1992, the area devoted to pastures decreased from 1014 ha. to 412 ha. The herd size declined initially as the total area devoted to pastures was reduced. As more renovated pastures (following crops) came on stream, one of the major concerns of the owners was what to do with excess forage, even during the dry season! By 1992 all of the 412 ha. of pastures had been renovated and supported a herd of 1 150 (Table 1). The stocking rate increased from 1.1

**TABLE 1 - Changes in pasture area over time in the farm Sta. Terezinha, Uberlândia (MG), as consequence of the introduction of crops and crop-pasture rotation. (Ayarza *et al.*, 1993).**

Year	Planted (ha) pastures <sup>1</sup>	Pastures after crops (ha)	Total area (ha)	Herd size	Stocking rate (an/ha)
1983	1014	0	1014	1094	1.1
1984	970	0	970	1069	1.1
1985	858	61	919	1025	1.1
1986	647	80	727	804	1.1
1987	521	176	697	862	1.2
1988	293	296	589	821	1.9
1989	205	377	582	846	1.4
1991	115	493	608	892	1.4
1991	15	632	647	891	1.4
1992	0	412	412	1150	2.8

<sup>1</sup>Pastures planted after cerrado clearing.

**TABLE 2 - Animal performance in legume based and crop-pasture rotation systems in two soils types in Uberlândia, MG. (Vilela & Ayarza, 1995)**

Systems	Soils types <sup>1</sup>	
	Sandy	Clay
	kg/ha/year	
Legume based pastures	180 <sup>2</sup>	226 <sup>3</sup>
Crop-pasture rotation systems <sup>4</sup>	254	514

<sup>1</sup>Sandy loam and clay red-yellow latosols.

<sup>2</sup>*B. ruziziensis*

<sup>3</sup>*B. decumbens*

<sup>4</sup>*P. maximum* cv. Vencedor.

in 1983 to 2.8 animals/ha in 1992 (Vilela & Ayarza, 1995).

Pasture cycles have resulted in a striking improvement of soil physical conditions. In pastures after crops, 89% of the water stable soil aggregates were greater than 2 mm in diameter, while in soils from areas cultivated to soybeans for one and four years, only 66% and 46% respectively of the water stable aggregates were larger than 2 mm as shown in Figure 1. Pasture soils contained on average 1.23% OM; where as after one and four years of soybeans, OM content was 0.89% on average.

The effect of pastures on the subsequent crop was also evident. There was a significant correlation between grain yields and the age of pasture that preceded the crop. Soybean yields increased 127 kg/ha/yr ( $Y=1354 + 127.4X$ ,  $r^2=0.89$ ). These farm level results seem to confirm the proposed synergism between the components of a crop-pasture rotation

and demonstrate the technical viability of the system as well as its production potential.

In spite of the significant achievements at Sta. Terezinha, the rotation adopted has presented problems of sustainability in the productivity of the pastures. The choice of higher quality forage species that are more demanding relative to fertility and management and the lack of maintenance fertilizer, and absence of legumes may explain in part the rapid decline in pasture productivity. Nitrogen deficiency with the low OM content (1.0%) of the Sta. Terezinha soils are causing the rapid degradation of *P. maximum* and *B. brizantha* pastures. This was confirmed by the strong response of *P. maximum* to applied nitrogen in a small plot experiment (Figure 2).

Results obtained on another fazenda (Fda. Bom Jardim), on a clayey red-yellow latosol indicate the need to consider

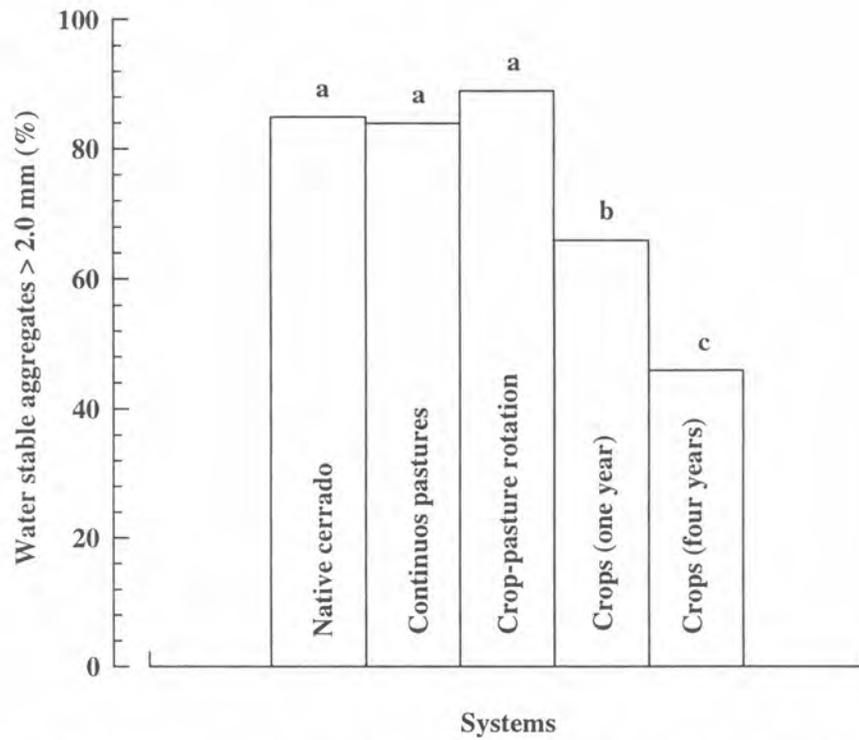


FIG. 1 - Impact of several management systems on percentage of water stable aggregates of the soil in a sandy loam red-yellow latosol of Uberlândia (MG). Bar with different letter are statistically at the  $p < 0.05\%$ . Source: Ayarza *et al.*, 1993.

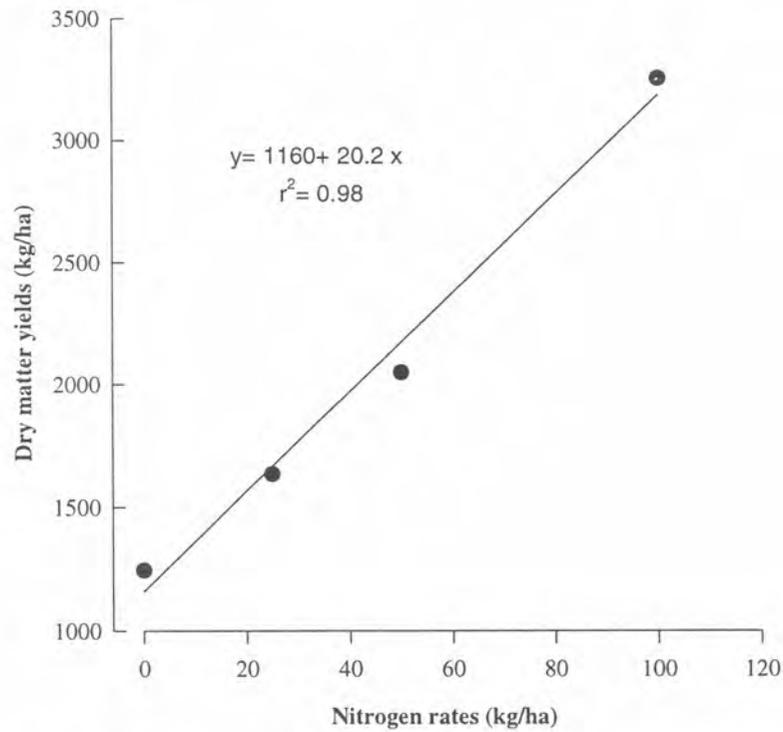


FIG. 2 - Dry matter response to added N on a four years pasture of *P. maximum* cv. Centenário planted after crops in a sandy latosol Uberlândia (MG). Regrowth after 45 days of fertilizer application.

the soil type when planning a crop-pasture rotation. At Bom Jardim with 54% clay content in the soil, animal production from a three year old pasture of *P. maximum* cv. Vencedor established after a cycle of crops was 517 kg/ha/yr liveweight while at Sta. Terezinha with 12-18% clay soil and with the same grass and history of use, gains were only 254 kg/ha/yr (Table 2). Comparing the vigor and color of the pastures on the two fazendas reinforces the observation that N is a major limiting factor. In sandy soils such as those found at Sta. Terezinha, the residual effect of nitrogen fertilizer is usually much less than in clay soils. Table 2 also shows the advantage of crop-pasture rotations over the traditional system of continuous pastures as reflected in animal production.

## MAJOR OBSTACLES TO ADOPTION

If crop-pasture are so great, why are Cerrado farmers and ranchers not rushing to adopt this approach to crop-livestock integration?. Farmers who have cooperated with CIAT and EMBRAPA-CPAC in the Uberlandia initiative, report that the major disadvantage of the intensification of production through crop-pasture rotations are: 1) the need for more infrastructure and capital, and 2) more complex farm administration. These farmers, who have been experimenting with integrated systems for several years, have already overcome perhaps the greatest obstacle for many producers: their *tradition* as ranchers or farmers, often spanning several generations. The transition from crop or livestock production to an integrated approach is most likely to occur when the management of an enterprise passes from father to son.

In addition to the problems of tradition and increased demand for capital, infrastructure and management, there remain a number of important technology and germplasm gaps. Pastures planted simultaneously with crops suffer from competition. The effect varies with the crop type. It is negligible when planted with rice but it can be strong in the case of corn. Competition problem is particularly important on the establishment of grass-legume mixtures. For instance legumes like *Stylosanthes guyanensis* cv Mineirão are very sensitive to competition problems while *Arachis pintoi*, a promising legume for the Cerrados region, is more adapted to shading and nutrient competition during the establishment phase. The role of legumes in crop-pasture rotations has not as yet been adequately assessed. In other research (INFORME ANUAL, 1990) it has been shown that a well adapted legume greatly improves nitrogen fertility and pasture productivity. The legume plays a special role in improving dry season forage availability and quality and has been shown to have a strong positive residual effect on the succeeding crop cycle. There are too few options for legumes and compatible grass-legume mixtures for integrated farming in the high stress environments of the Cerrados.

Crops after pastures can also suffer from short term competition from the pasture and some pasture species have the potential of becoming serious weeds during the crop cycle. Management of pasture residues during the transition to crops has sometimes been a serious problem. This is probably one of the main reasons that direct planting is so widely used for planting crops after pastures.

Flexibility in the management of crop-pasture rotation systems is key to success. Changing market conditions and policy environments often combine to favor a change in the system output by altering the ratio of annual crops to pastures. Therefore, the duration of crop and pasture cycles should be easily adjusted and the transition from one to the other as free of risk as possible.

## CONCLUSION

Ley farming research in neotropical savannas is very new. In part, this is due to the rather short history of intensive agriculture in these ecosystems. It is important to find out *what* happens in ley farming systems, but it is essential to discover *why* and *how* it happens, to understand the *mechanisms* of soil-plant-animal interactions and synergism. It is also important to quantify the impact of perennial and annual components on soil physical, chemical and biological parameters and to identify, where possible, practical "indicators of sustainability". The resources required for successful research programs involve rotations of perennials (with grazing animals) and annuals are considerable, especially if mechanistic models of the systems are to be discovered. The research is difficult, long term, rigorous, multi-disciplinary and to be efficient, should be multi-institutional. The challenge is formidable but the potential payoff is great enough to justify the commitment.

## REFERENCES

- ADÂMOLI, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L. G.; MADEIRA, J. Caracterização da região dos Cerrados. *In*: GOEDERT, W., ed. **Solos dos Cerrados**, São Paulo: Nobel SA, 1985. p.33-74.
- AYARZA, M.; VILELA, L.; RAUSCHER, F. Rotação de culturas e pastagens em solo de cerrado: estudo de caso. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24, 1993, Goiânia. **Anais**. Goiânia, GO: SBCS, 1993. p.121-122.
- GOEDERT, W.; LOBATO, E.; WAGNER, E. O potencial agrícola da região dos Cerrados brasileiros. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.15, n.1, p.1-17, 1980.
- INFORME ANUAL PROGRAMA PASTOS TROPICALES. Cali: CIAT, 1990. 1 v. (CIAT. Documento de

- Trabajo, 89).
- LAL, R. Tillage and agricultural sustainability. **Soil Tillage Res.**, v.20, p.133-146, 1991.
- MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema Cerrados: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. *In*: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS: PESQUISA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 1995, Brasília, DF. **Anais**. Brasília: SBZ, 1995. p. 28-62.
- McCOWN, R. L. Summary: Ley pastures-arable crop systems. *In*: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, 1993, Rockhampton, Australia, **Proceedings**. Palmerston North. NZ, v. 3, p.828-830. 1993.
- McCOWN, R. L.; THIAGALINGAM, K.; PRICE, T.; CARBERRY, P. C.; JONES, R. K.; DALGLEISH, N. P.; PEAKE, D. C. I. A legume ley system in Australia's semi-arid tropics. *In*: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, 1993, Rockhampton, Australia. **Proceedings**. Palmerston North, NZ, v.3, p.2206-2208. 1993.
- RESCK, D. V. S.; PEREIRA, J.; SILVA, J. E. da. **Dinâmica da matéria orgânica na região dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1991. 22p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 36).
- SPAIN, J. M. **Neotropical Savannas**: prospects for economically and ecologically sustainable crop-livestock production systems. Trabalho apresentado no Seminário Internacional: Manejo de los Recursos Naturales en Ecosistemas Tropicales para Agricultura Sostenible. Bogota, Colombia, 1990.
- VILELA, L.; AYARZA, M. A. **Rotação de culturas anuais com pastagens nos Cerrados**. Trabalho apresentado no IV Taller Internacional de Sistemas Agropastoriles: Taller metodológico en investigación agropastoril, Santa Cruz, Bolivia, 25 a 29 de setembro, 1995. (Anais no prelo).
- VILLACHICA, H.; SILVA, J. E.; PERES, J.R.; ROCHA, C. M. C. Sustainable agricultural systems in the humid tropics of South America. *In*: Sustainable agricultural systems. Ankeny, Iowa, **Soil and Water Cons. Soc.** 1990. p.391-437.
- WAGNER, E. Desenvolvimento da região dos Cerrados. *In*: GOEDERT, W., ed., **Solos dos Cerrados**. São Paulo: Nobel SA, 1985. p.19-31.
-

# EFFECT OF LONG-TERM PERIODIC FIRE ON PLANT DIVERSITY IN A CERRADO REGION

GEORGE EITEN<sup>1</sup> and REGINA H. R. SAMBUICHI<sup>2</sup>

## INTRODUCTION

The cerrado is a very species-rich vegetation, in fact the richest in the world in vascular plant species at the scale of a fraction of a hectare to several hectares. The only richer vegetation is certain areas of tropical rainforest if vascular epiphytes are included. Pure cerrado has about 300-450 vascular species/ha. 20-140 of these are present in the woody layer of trees and the thicker-stemmed shrubs depending on the number of individuals of this layer per hectare. (In transitions to wet campo, the cerrado shrub species are fewer, sometimes to one only.) Almost all cerrado plant species are angiosperms; there are no gymnosperms and only rarely are 1-few fern species present. Macroscopic bryophytes and ground lichens, both epiphytic and terrestrial, are rare in open cerrados, especially when burned, and only of a few species when present. The forest-like closed-canopy "cerradões" can have up to about two dozen species of these two groups together per hectare.

## Study area

Two separate square hectares on flat upland with extremely deep, non-stony, free-draining, infertile red latosol, about 100 m apart, were demarked in the natural cerrado vegetation of a protected area at 1200 m alt. near Brasília. Both hectares obviously had originally the same physiognomy and floristic composition, varying only slightly from place to place as it occurs in any "homogenous" vegetation. One of the hectares was situated on one side of a

firebreak, and together with the surrounding area it had been periodically burned for a long time when the land was being used for extensive cattle raising (Fig. 1). These fires had occurred in different parts of the 5-month dry season. The fire periodicity in any one place was on the average once in each two years (range usually 1-3 years apart), which is the average in open-range ranching in unfenced cerrado areas in general in Brazil, and this periodicity was observed here for over a decade. The other hectare had not been burned for at least 20 years when measured, since its area had been made part of a protected forest station when Brasília was established.

In evaluating the effect of long-term periodic fires on vegetation the best method is the experimental one of protecting part against fire (and cutting) and subjecting other parts to one or more different regimes of controlled periodic burnings. However, this takes many years to obtain results because it might take decades for the protected area to show what it will become and therefore what the vegetation is in the absence of fire.

In our case, the "experiment" had already been done when the observations started. Sporadic observations over the previous 15 years, with the firebreak in place for several years before this, had shown that when measured both sides had reached physiognomic stability, one with its fire regime and the other with lack of fire. The vegetation unburned for over 20 years could therefore be said to have reached a kind of climax, although of course, the floristic composition of the tree/shrub layer could still be very slowly changing, at least quantitatively. The repeatedly burned side had a more open woody layer with scattered shrubs and low trees of less than

<sup>1</sup> Universidade de Brasília, Instituto de Biologia, Departamento de Botânica, Caixa Postal 04631, Brasília, DF 70919-970, Brazil.

<sup>2</sup> Rua Siqueira Campos, nº 44, Camamu, BA 45445-000, Brazil.



**FIG. 1 - View of burned hectare. Physiognomy is “low-tree and scrub savanna”.**



**FIG. 2 - View of unburned hectare. Physiognomy is “uneven-height closed trees-and-scrub”.**

10% cover (area within crown perimeters in relation to ground) (Fig. 1). On the unburned side the woody layer was denser with about 50% cover, but the taller trees were the same height as on the burned side, 6-8 m (Fig. 2). Since we wished to compare long-term results, the burned hectare counts were made two years after the last fire so that the shrub layer had re-established itself as much as possible under its fire regime.

## METHODS

In comparing the woody layer of the burned and unburned hectares, besides number of species, four measures of quantity per hectare, per 10x10 m square, and per species were used: 1) number of individual plants (density), 2) basal area of cross sections of tree trunks and shrub stems at 30 cm from the ground (a compromise height that could be used for trees and shrubs), 3) frequency, or percent occurrence in the 100 10x10 m squares into which each hectare was divided, and 4) cylindrical volume, or basal area times height of plant for each stem from ground level. The relative form of cylindrical volume, which is a separate measure of the above-ground abundance of a species, can be compared with Wisconsin % importance. It does not use frequency, but on the other hand, it uses height. If the stem was much inclined or bent, the 30 cm from ground level where the circumference was measured was taken along the stem following its bends. The height used for obtaining the cylindrical volume if the stem was inclined or bent was the length of the stem following its bends up to the lower edge of the crown, to which was added the vertical height through the crown. When separate stems from the ground were of the same species and near each other, they could be attached underground and therefore be of the same individual. In order not to have to dig everytime to see if they are attached, they were counted as two stems of the same individual if at soil level their nearer sides were at most 30.0 cm apart; if further apart they were considered different individuals. The smallest-sized shrub or semishrub admitted into the count was one which had at least one stem from the ground with circumference of 6.0 cm (1.9 cm diam.) or more at 10 cm from the ground. This thickness was chosen so as to include as many individuals as possible of the woody layer species while excluding as much as possible the species of the ground layer. If a counted individual had other stems from the ground with less than this thickness, these were not counted in any of the measures of quantity. In periodically burned open cerrados almost all stems of woody-layer plants that are thin (less than 6.0 cm circ. at 10 cm up) are low, less than about 1/2 m tall; in our unburned hectare there were an appreciable number of shrubs about 1- 1 1/2 m tall all of whose stems were less than our minimum thickness; almost all of these were species of *Miconia* or semi-viney

Malpighiaceae. The "stem" of an acaulescent palm like *Syagrus petraea*, *Alagoptera campestris*, and young *Syagrus comosa*, that was used to measure stem circumference was the pseudostem formed by the petiole bases enrolled one within the other that emerged directly from the ground. These looked like stems and our measures of quantity were mesured to record above-ground visual quantity. Above the pseudostem the petioles diverged. Trees were arbitrarily defined as self-supporting woody plants 3.0 m tall or more and with trunk circumference of 10.0 cm (3.2 cm diam.) or more at 30 cm from the ground. It should be mentioned that cerrado shrubs above our minimum stem circumference usually have only a single stem from the ground; when more they are usually only 2-3. For each species, the average of the first three measures of quantity in their relative form was calculated as the percent importance.

Since in cerrado shrubs thick branches often arise, or the main stem divides into two erect stems below 30 cm from the ground, and since stem circumferences should not be measured above such a level because of sudden diameter reduction, the circumference of a stem in such a case was calculated from a circumference measurement made at a lower level, at 25 cm, or 20, 15, 10, or 5 cm from the ground, the uppermost possible. A thinning index was calculated separately for each species which, when used in a formula for the level where the circumference was measured, gave a best estimate for what the circumference at 30 cm up would be if the branching or division had not occurred. The formula was based on the simple assumption that the thinning was linear, that is, that the shape of the stem between the lower level and the 30 cm level was a truncated cone. The thinning index for a species was the average of  $[(\text{circumference at 30 cm up}) / (\text{circumference at 10 cm up})]$  for all stems from the ground that could be measured in the field at both these levels. When such stems for a species were fewer than five in the hectare, a general index was used based on all the used stems of all the woody-layer species.

## RESULTS

Results are given in Tables 1 and 2. In the unburned hectare there were 5788 individuals, comprising 6677 stems from the ground above the minimum size, in 92 species, 11.7 m<sup>2</sup> of basal area of stems, and 26.5 m<sup>3</sup> of cylindrical volume. In the burned hectare there were 1663 individuals, of 1765 stems, in 57 species, 3.9 m<sup>2</sup> of basal area, and 9.1 m<sup>3</sup> of cylindrical volume. Therefore, the unburned hectare's woody layer had 3.48 times as many individuals as that of the burned hectare (and therefore with about the same times as much cover), 3.03 times as much basal area, 2.91 times as much cylindrical volume, and 1.61 times as many species. The most important species, counting trees and shrubs together, in the

TABLE 1 - Importance table with: absolute and % relative values of D, density (number of individuals / ha); BA, sum of basal area at 30 cm from the ground measured along each stem; and F, frequency (% occurrence in the 100 10x10 m squares of the hectare); I, Wisconsin importance percent (average of relative D, BA, and F); CV, % relative and absolute values of cylindrical volume (sum of basal area × height for each stem), for each species of the woody layer in the unburned hectare. The species are in order of importance values.

Species	D ind/ha	BA cm <sup>2</sup>	F % sq	D rel %	BA rel %	F rel %	I %	CV rel %	CV dm <sup>3</sup>
<i>Dalbergia violacea</i>	686	10212.4	99	11.90	8.72	4.78	8.45	7.65	2029.0
<i>Ouvatea castaneifolia</i>	427	11081.1	99	7.38	9.46	4.78	7.20	6.07	1609.7
<i>Erythroxylum suberosum</i>	415	9046.5	98	7.17	7.72	4.73	6.54	4.88	1294.9
<i>Styrax ferruginea</i>	195	14673.7	75	3.37	12.52	3.62	6.50	18.40	4879.4
<i>Roupala montana</i>	459	4395.3	92	7.93	3.75	4.44	5.37	2.43	644.6
<i>Pterodon pubescens</i>	276	7643.0	58	4.77	6.52	2.80	4.70	10.06	2666.9
<i>Bysonima coccolobifolia</i>	249	4501.5	90	4.30	3.84	4.35	4.16	4.23	1123.2
<i>Connarus fulvus</i>	303	3236.6	86	5.24	2.76	4.15	4.05	2.30	611.2
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	206	3832.4	84	3.56	3.27	4.06	3.63	2.48	657.7
<i>Davilla elliptica</i>	181	4501.6	71	3.13	3.84	3.43	3.47	2.00	529.9
<i>Eremanthus glomerulatus</i>	205	2316.3	67	3.54	2.00	3.24	2.92	2.12	563.2
<i>Rapanea guianensis</i>	183	3392.9	44	3.16	2.90	2.12	2.73	2.92	774.3
<i>Miconia ferruginata</i>	124	3391.9	57	2.14	2.90	2.75	2.60	2.90	769.7
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	149	1894.4	57	2.57	1.62	2.75	2.31	0.545	144.6
<i>Palicourea rigida</i>	93	2731.0	47	1.61	2.33	2.27	2.07	1.84	487.6
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	130	1020.9	63	2.25	0.871	3.04	2.05	0.548	145.4
<i>Kielmeyera coriacea</i>	92	1516.2	61	1.59	1.29	2.94	1.94	1.31	348.5
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	138	1532.1	44	2.38	1.31	2.12	1.94	1.10	292.2
<i>Miconia pohliana</i>	69	1703.4	47	1.19	1.45	2.27	1.64	1.40	372.2
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	62	1454.9	37	1.07	1.24	1.79	1.37	1.52	402.6
<i>Miconia albicans</i>	80	388.8	45	1.38	0.289	2.17	1.28	0.160	42.4
<i>Couepia grandiflora</i>	52	1818.5	28	0.898	1.55	1.35	1.27	1.56	413.9
<i>Neea theifera</i>	80	640.2	38	1.38	0.546	1.83	1.25	0.340	90.2
<i>Syagrus comosa</i>	55	2163.8	18	0.950	1.85	0.869	1.22	0.908	241.0
<i>Pouteria ramiflora</i>	66	1734.9	16	1.14	1.48	0.773	1.13	1.72	455.6
<i>Dimorphandra mollis</i>	40	1283.8	29	0.691	1.10	1.40	1.06	1.71	453.8
<i>Acosmium dasycarpum</i>	68	834.9	25	1.17	0.713	1.21	1.03	0.509	135.0
<i>Miconia fallax</i>	57	243.1	37	0.985	0.207	1.79	0.993	0.139	37.0
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	44	1109.0	25	0.760	0.947	1.21	0.971	0.824	218.6
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	44	1293.7	19	0.760	1.10	0.917	0.927	2.05	543.3
<i>Vellozia flavicans</i>	34	1396.1	19	0.587	1.19	0.917	0.899	0.708	187.8
<i>Miconia burchellii</i>	34	704.1	23	0.587	0.601	1.11	0.766	0.782	207.5
<i>Qualea grandiflora</i>	19	1508.4	12	0.328	1.29	0.579	0.731	2.01	533.0
<i>Syagrus petraea</i>	35	232.2	24	0.605	0.198	1.16	0.654	0.070	18.6
<i>Salacia crassifolia</i>	32	102.5	26	0.553	0.088	1.25	0.632	0.032	8.4
<i>Didymopanax macrocarpum</i>	27	466.5	21	0.466	0.398	1.01	0.626	0.615	163.0
<i>Qualea multiflora</i>	21	621.4	13	0.363	0.530	0.628	0.507	0.727	192.7
<i>Enterolobium gummiferum</i>	19	718.6	12	0.328	0.613	0.579	0.507	0.974	258.5
<i>Caryocar brasiliense</i>	14	801.9	9	0.242	0.684	0.435	0.454	1.39	369.1
<i>Byrsonima crassa</i>	22	133.4	17	0.380	0.114	0.821	0.438	0.039	10.3
<i>Protium ovatum</i>	25	89.9	16	0.432	0.077	0.773	0.427	0.049	13.1
<i>Blepharocalyx suaveolens</i>	15	193.6	15	0.259	0.165	0.724	0.383	0.236	62.5
<i>Qualea parviflora</i>	13	345.8	13	0.225	0.295	0.628	0.383	0.389	103.1
<i>Vochysia thyrsoidea</i>	6	563.4	6	0.104	0.481	0.290	0.292	0.856	227.1
<i>Heteropterys bysonimifolia</i>	11	270.3	9	0.190	0.231	0.435	0.285	0.261	69.3
<i>Duguetia furfuracea</i>	18	67.5	10	0.311	0.058	0.483	0.284	0.036	9.6
<i>Erythroxylum deciduum</i>	14	76.1	11	0.242	0.065	0.531	0.279	0.024	6.5
<i>Machaerium opacum</i>	12	235.9	8	0.207	0.201	0.386	0.265	0.242	64.1
<i>Vochysia elliptica</i>	11	339.2	6	0.190	0.290	0.290	0.257	0.377	100.1
<i>Agonandra brasiliensis</i>	11	111.1	10	0.190	0.095	0.483	0.256	0.074	19.7
<i>Eriotheca pubescens</i>	5	550.2	4	0.086	0.470	0.193	0.250	1.43	379.6
<i>Allagoptera campestris</i>	12	176.6	8	0.207	0.151	0.386	0.248	0.063	16.6
<i>Psidium warmingianum</i>	11	67.5	10	0.190	0.058	0.483	0.244	0.036	9.6
<i>Malpighiaceae sp. 1</i>	10	52.9	9	0.173	0.045	0.435	0.218	0.037	9.9
<i>Tabebuia ochracea</i>	12	150.1	6	0.207	0.128	0.290	0.208	0.127	33.6

Table 1 continued, part 2

Species	D	BA	F	D rel	BA rel	F rel	%I	CV rel	CV
<i>Tocoyena formosa</i>	8	74.4	8	0.138	0.064	0.386	0.196	0.039	10.3
<i>Andira vermifuga</i>	12	105.8	6	0.207	0.090	0.290	0.196	0.031	8.2
<i>Psidium</i> sp. 1	9	83.9	7	0.155	0.072	0.338	0.188	0.041	10.8
Malpighiaceae sp. 2	8	111.5	6	0.138	0.095	0.290	0.174	0.098	26.0
<i>Casearia sylvestris</i>	8	35.4	7	0.138	0.030	0.338	0.169	0.017	4.5
<i>Vatairea macrocarpa</i>	5	339.9	1	0.086	0.290	0.048	0.141	0.395	104.9
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	3	242.1	3	0.052	0.207	0.145	0.135	0.577	153.0
<i>Hancornia speciosa</i>	4	147.8	4	0.069	0.126	0.193	0.129	0.195	51.7
<i>Parinari obtusifolia</i>	6	16.9	5	0.104	0.014	0.241	0.120	0.010	2.7
<i>Brosimum gaudichaudii</i>	4	26.5	4	0.069	0.023	0.193	0.095	0.014	3.8
<i>Aegiphila paraguariensis</i>	4	25.3	4	0.069	0.022	0.193	0.095	0.020	5.2
<i>Esenbeckia pumila</i>	4	9.7	4	0.069	0.008	0.193	0.090	0.004	1.1
<i>Guapira noxia</i>	3	85.7	3	0.052	0.073	0.145	0.090	0.127	33.8
<i>Syagrus flexuosa</i>	3	133.7	2	0.052	0.114	0.097	0.088	0.057	15.1
<i>Lafoënsia pacari</i>	3	61.0	3	0.052	0.052	0.145	0.083	0.061	16.1
Myrtaceae sp. 1	3	7.5	3	0.052	0.006	0.145	0.068	0.003	0.7
<i>Guapira graciliflora</i>	3	6.0	3	0.052	0.005	0.145	0.067	0.003	0.8
<i>Chomelia ribesoides</i>	3	18.0	2	0.052	0.015	0.097	0.055	0.009	2.3
Malpighiaceae sp. 5	2	6.3	2	0.034	0.005	0.097	0.045	0.003	0.8
<i>Memora pedunculata</i>	2	5.7	2	0.034	0.005	0.097	0.045	0.004	1.1
Malpighiaceae sp. 4	2	5.7	2	0.034	0.005	0.097	0.045	0.004	0.9
<i>Annona tomentosa</i>	2	5.3	2	0.034	0.004	0.097	0.045	0.004	1.0
Myrtaceae sp. 3	2	41.5	1	0.034	0.035	0.048	0.039	0.050	13.2
<i>Plenckia populnea</i>	1	7.2	1	0.017	0.006	0.048	0.024	0.004	1.0
<i>Symplocos rhamnifolia</i>	1	5.6	1	0.017	0.004	0.048	0.023	0.002	0.5
Myrtaceae sp. 2	1	5.1	1	0.017	0.004	0.048	0.023	0.002	0.7
<i>Cybistax antisiphilitica</i>	1	4.5	1	0.017	0.004	0.048	0.023	0.002	0.6
<i>Butia leiostachya</i>	1	4.5	1	0.017	0.004	0.048	0.023	0.001	0.2
<i>Styrax camporum</i>	1	3.4	1	0.017	0.004	0.048	0.023	0.003	0.7
Myrtaceae sp. 4	1	3.4	1	0.017	0.003	0.048	0.023	0.002	0.6
<i>Rapanea umbellata</i>	1	3.4	1	0.017	0.003	0.048	0.023	0.002	0.4
<i>Diospyros hispida</i>	1	3.4	1	0.017	0.003	0.048	0.023	0.001	0.3
<i>Spiranthera odoratissima</i>	1	2.9	1	0.017	0.002	0.048	0.022	0.002	0.5
<i>Senna rugosa</i>	1	2.9	1	0.017	0.002	0.048	0.022	0.002	0.5
<i>Maprounea brasiliensis</i>	1	2.9	1	0.017	0.002	0.048	0.022	0.002	0.5
<i>Anacardium humile</i>	1	2.8	1	0.017	0.002	0.048	0.022	0.001	0.2
Malpighiaceae sp. 3	1	2.0	1	0.017	0.002	0.048	0.022	0.001	0.3
HECTARE TOTAL	5788	117213.6	2071	100.03	102.80	100.70	99.98	100.00	26518.6

Note 1 - Cylindrical volume of a stem is basal area at 30 cm up from ground × height from the ground to the top of the foliage of that stem. (In the case of acaulescent palms the basal area used was that of the pseudostem at 10 cm up. Since the petioles of *Alagoptera* diverge laterally nearer the soil than those of the other acaulescent palms the basal area used for this species was that of the pseudostem at 5 cm up. Height was measured to the nearest dm and circumference (to determine basal area considered as a circle) to the nearest half cm. (The irregular surface of the bark precludes measuring circumferences with more precision than this.) A circumference registered as 6 1/2 cm could therefore be anywhere between 6.25 and 6.75 cm: the basal area to 2 decimal places would be 3.36 cm<sup>2</sup> but could be anywhere from 3.11 to 3.63 cm<sup>2</sup>, a difference of 0.52 cm<sup>2</sup>. Similarly a circumference registered as 40 cm could be between 39.75 and 40.25 cm.; the basal area would be given as 127.32 cm<sup>2</sup> but could be anywhere from 125.74 to 128.92 cm<sup>2</sup>, a difference of 3.18 cm<sup>2</sup>. Therefore, basal areas given in the table to a tenth of a cm<sup>2</sup> may be useful to give more separation between different-sized small stems but is useless precision for wider stems. However, for uniformity and computer calculations it is given for all sums of stems.

Names used in this article	Names used by other botanists	Names used in this article	Names used by other botanists
<i>Alagoptera campestris</i>	<i>Alagoptera leucocalyx</i>	<i>Guapira graciliflora</i>	<i>Pisonia graciliflora</i>
<i>Andira vermifuga</i>	<i>Andira paniculata</i>	<i>Hancornia speciosa</i>	<i>Hancornia pubescens</i>
<i>Blepharocalyx suaveolens</i>	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	<i>Maprounea brasiliensis</i>	<i>Maprounea guianensis</i>
<i>Casearia sylvestris</i>	<i>Casearia grandiflora</i>	<i>Ouratea castaneifolia</i>	<i>Ouratea hexasperma</i>
<i>Connarus fulvus</i>	<i>Connarus suberosus</i> var. <i>fulvus</i>	<i>Protium ovatum</i>	<i>Protium dawsonii</i>
<i>Dalbergia violacea</i>	<i>Dalbergia miscolobium</i>	<i>Roupala montana</i>	<i>Roupala brasiliensis</i>
<i>Didymopanax macrocarpum</i>	<i>Schefflera macrocarpa</i>	<i>Styrax camporum</i>	<i>Styrax guianensis</i>
<i>Enterolobium gummiferum</i>	<i>Enterolobium ellipticum</i>	<i>Styrax ferruginea</i>	<i>Styrax ferruginea</i>
<i>Eremanthus glomeratulus</i>	<i>Eremanthus goyazensis</i>	<i>Vellozia flavicans</i>	<i>Vellozia squamata</i>

Note 2 - Synonymy. Some botanists in the Distrito Federal use different species epithets for certain cerrado species than those used here. Either they are different names for the same taxon, or they are two different species, but some think that our hectare species is one of these and others think it is the other.

**TABLE 2 - Importance table with absolute and % relative values of D, BA, and F, with I, and with % relative and absolute values of CV, for each species of the woody layer in the burned hectare. The species are in order of importance values.**

Species	D ind/ha	BA cm <sup>2</sup>	F % sq	D rel %	BA rel %	F rel %	%I	CV rel %	CV dm <sup>3</sup>
<i>Ouratea castaneifolia</i>	179	4956.7	78	10.76	12.82	8.34	10.64	7.63	695.1
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	162	3093.9	70	9.74	8.00	7.49	8.41	4.87	443.1
<i>Dalbergia violacea</i>	134	2900.9	62	8.06	7.50	6.63	7.40	7.07	644.0
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	138	2349.1	68	8.30	6.08	7.27	7.22	5.06	460.8
<i>Erythroxylum suberosum</i>	142	2038.7	65	8.54	5.27	6.95	6.92	2.42	220.1
<i>Pterodon pubescens</i>	74	3640.4	43	4.45	9.41	4.60	6.15	16.72	1522.5
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	82	2231.5	33	4.93	5.77	3.53	4.74	4.87	443.7
<i>Aspidosperma tomentosa</i>	83	653.6	53	4.99	1.69	5.67	4.12	0.992	90.4
<i>Syagrus petraea</i>	86	370.4	41	5.17	0.958	4.39	3.51	0.281	25.6
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	74	903.9	32	4.45	2.34	3.42	3.40	0.611	55.7
<i>Connarus fulvus</i>	50	1248.6	35	3.01	3.23	3.74	3.33	2.54	231.1
<i>Palicourea rigida</i>	44	1000.9	35	2.65	2.59	3.74	2.99	1.61	147.1
<i>Vellozia flavicans</i>	38	928.1	25	2.29	2.40	2.67	2.45	1.28	116.8
<i>Davilla elliptica</i>	35	527.9	34	2.11	1.37	3.64	2.37	0.944	89.0
<i>Stryx ferruginea</i>	34	990.2	21	2.04	2.56	2.25	2.28	2.87	261.8
<i>Kielmeyera coriacea</i>	36	586.1	28	2.17	1.52	3.00	2.23	1.58	143.6
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	21	1212.1	19	1.26	3.14	2.03	2.14	5.87	534.3
<i>Pouteria ramiflora</i>	16	1264.6	6	0.962	3.27	0.642	1.63	5.29	481.5
<i>Acosmium dasyarpum</i>	31	227.8	18	1.86	0.589	1.93	1.46	0.339	30.9
<i>Enterolobium gummiferum</i>	4	1367.0	4	0.241	3.54	0.428	1.40	5.89	536.3
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	19	503.2	11	1.14	1.30	1.18	1.21	1.38	126.1
<i>Dimorphandra mollis</i>	15	515.6	12	0.902	1.33	1.28	1.17	1.95	177.2
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	17	411.4	13	1.02	1.06	1.39	1.16	1.05	95.5
<i>Tabebuia ochracea</i>	16	320.0	13	0.962	0.827	1.39	1.06	0.822	74.9
<i>Machaerium opacum</i>	11	464.2	9	0.661	1.20	0.963	0.941	1.98	180.2
<i>Neea theifera</i>	16	136.5	11	0.962	0.353	1.18	0.830	0.329	30.0
<i>Syagrus comosa</i>	12	246.9	10	0.722	0.639	1.07	0.810	0.439	40.0
<i>Couepia grandiflora</i>	6	432.5	5	0.361	1.12	0.535	0.671	1.69	153.9
<i>Eremanthus glomeratulus</i>	10	155.2	9	0.601	0.401	0.963	0.655	0.441	40.2
<i>Tocoyena formosa</i>	10	90.1	10	0.601	0.233	1.07	0.635	0.131	11.9
<i>Vatairea macrocarpa</i>	6	200.1	6	0.361	0.518	0.642	0.507	0.762	69.4
<i>Annona tomentosa</i>	6	215.8	5	0.361	0.558	0.535	0.485	0.513	46.7
<i>Caryocar brasiliense</i>	6	153.6	6	0.361	0.397	0.642	0.467	0.361	32.9
<i>Qualea multiflora</i>	2	382.6	2	0.120	0.989	0.214	0.441	1.89	172.2
<i>Pouteria torta</i>	1	418.3	1	0.060	1.08	0.107	0.416	2.30	209.1
<i>Qualea grandiflora</i>	5	94.5	5	0.301	0.244	0.535	0.360	0.195	17.8
<i>Strychnos pseudoquina</i>	2	278.2	2	0.120	0.720	0.214	0.351	1.22	110.7
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	3	210.3	3	0.180	0.544	0.321	0.348	0.938	85.4
<i>Qualea parviflora</i>	4	130.3	4	0.241	0.337	0.428	0.335	0.335	30.5
<i>Syagrus flexuosa</i>	6	80.8	4	0.361	0.209	0.428	0.333	0.088	8.0
<i>Eriotheca pubescens</i>	2	203.2	2	0.120	0.525	0.214	0.281	0.985	89.7
<i>Guapira tomentosa</i>	3	126.2	2	0.180	0.326	0.214	0.240	0.448	40.8
<i>Miconia ferruginata</i>	3	45.2	3	0.180	0.117	0.321	0.206	0.064	5.8
<i>Butia leiostachya</i>	3	22.1	3	0.180	0.057	0.321	0.186	0.013	1.2
<i>Solanum sp. I</i>	1	129.3	1	0.060	0.334	0.107	0.167	0.497	45.3
<i>Roupala montana</i>	2	15.7	2	0.120	0.041	0.214	0.125	0.016	1.5
<i>Diospyros hispida</i>	3	29.0	1	0.180	0.075	0.107	0.121	0.046	4.2
<i>Sp. I</i>	1	38.5	1	0.060	0.100	0.107	0.089	0.131	11.9
<i>Lafoënsia pacari</i>	1	38.5	1	0.060	0.100	0.107	0.089	0.059	5.4
<i>Plenckia populnea</i>	1	28.7	1	0.060	0.074	0.107	0.080	0.108	9.8
<i>Miconia pohliana</i>	1	14.9	1	0.060	0.039	0.107	0.069	0.024	2.2
<i>Symplocos rhamnifolia</i>	1	13.4	1	0.060	0.035	0.107	0.067	0.016	1.5
<i>Psidium sp. I</i>	1	12.8	1	0.060	0.033	0.107	0.067	0.011	1.0
<i>Hancornia speciosa</i>	1	5.9	1	0.060	0.013	0.107	0.060	0.009	0.8
<i>Didymopanax macrocarpum</i>	1	5.9	1	0.060	0.013	0.107	0.060	0.005	0.5
<i>Duguetia furfuracea</i>	1	3.3	1	0.060	0.008	0.107	0.058	0.002	0.2
<i>Pseudobombax longiflora</i>	1	2.8	1	0.060	0.007	0.107	0.058	0.001	0.1
<b>HECTARE TOTAL</b>	<b>1663</b>	<b>38667.9</b>	<b>935</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.02</b>	<b>100.00</b>	<b>99.79</b>	<b>9108.5</b>

unburned hectare was *Dalbergia violacea* (Leg.-Fab.) and the most important among trees alone was *Styrax ferruginea* (Styrac.). The most important species in the burned hectare was *Ouratea castaneifolia* (Ochnac.) and the most important tree was *Pterodon pubescens* (Leg.-Fab.).

The long-term burnings considerably reduced the woody layer in number of species and in all measures of total quantity: to 29% in number of individuals of what it was in the unburned hectare, to 33% in basal area, and to 34% in cylindrical volume. The burnings reduced the average number of stems from the ground per individual, especially the thinner stems, and increased the cylindrical volume (and therefore above-ground biomass) per individual by preferentially destroying the thinner stems. Since two different neighboring hectares were used for comparison, it was necessary to see whether the differences could be accounted for by simple place-to-place random variation under the assumption that the burnings were not the responsible agent. For this test each hectare was divided into four square quarter-hectares and the percent coefficients of variation of the different quantities among the four quarters within the same hectare and among the eight quarters of both hectares together were calculated. These are shown in Table 3. For all quantities, the variation is much larger in the mixed hectares, from 1.9 to 9.0 times larger, so the burnings can be held responsible for all or almost all the reduction. Degree of similarity in species composition between pairs of quarter-hectares shows the same phenomenon; the average similarity between pairs is distinctively less for the burned and unburned hectares taken

together than within each (Table 4).

Counting reduction as a negative quantity and increase as a positive quantity, the change from unburned to burned is given for separate species in Table 5, using the 45 most important species in the unburned hectare and the 30 most important in the burned hectare, a total of 48 species. The formula used was percent change =  $100 [(value\ in\ burned\ ha / value\ in\ unburned\ ha) - 1]$ . The reductions can be considered a result of the burnings. Increases in percentage importance can be considered **relative** favorability of fire for that species in relation to other species present even though the absolute quantity may have been considerably reduced, such as occurred in *Ouratea castaneifolia* and *Byrsonima verbasifolia*. A reduction from unburned to burned of 100% in absolute amount means that the species was absent in the burned hectare. Among these more common species this means that the absence was almost surely due to the burnings rather than mere spatial variation unconnected with fire. Positive increases in absolute amount might be due to random spatial variation unconnected with fire, but for these more common species probably in most cases it represents an increase in growth due to release from competition with other species which suffered more from the long-term burnings.

As for species composition, the reduction in number of species of the woody layer from unburned to burned was  $92 - 57 = 35$  species, a 38% reduction. 41 species were found in the unburned hectare that were not encountered in the burned hectare. These were mostly among the thinner-stemmed shrubs 36 of the 41 had 25 individuals or fewer in the

**TABLE 3 - Percent coefficients of variation [(standard deviation / arithmetic mean) × 100] of quantitative characteristics among square quarter-hectares for the four within the unburned hectare, the four within the burned hectare, and for the eight in the two hectares together.**

	Unburned hectare	Burned hectare	Unburned and burned together
Number of stems	6.6	6.9	58.7
Number of individuals	4.9	6.2	55.7
Basal area	7.7	15.3	51.3
Cylindrical volume	13.3	26.9	51.8
Number of species	3.8	6.4	27.3

**TABLE 4 - Arithmetic averages of the Sorensen similarity index (%) of species composition between all pairs of square quarter-hectares among the four within the unburned hectare, the four within the burned hectare, and among the eight in the two hectares together. There were six pairs within each hectare and 28 pairs for the two hectares together.**

	Unburned hectare	Burned hectare	Unburned and burned together
Qualitative	79.50	76.62	61.93
Quantitative			
number of individuals	75.46	74.73	39.14
cylindrical volume	67.35	50.61	34.85

TABLE 5 - Percentage change of quantitative values going from the unburned to the burned hectare, of D-density, BA-basal area, F-frequency, % I-Wisconsin importance, and CV-cylindrical volume, of the 45 most important species in the unburned hectare and the 30 most important in the burned hectare (48 in all), presented in decreasing order of importance in the unburned hectare.

Species	D	AB	F	% I	VC
<i>Dalbergia violacea</i>	-80.5	-71.6	-37.4	-12.4	-68.3
<i>Ouratea castaneifolia</i>	-58.1	-55.3	-21.2	+47.8	-56.8
<i>Erythroxylum suberosum</i>	-65.8	-77.5	-33.7	+5.8	-83.0
<i>Styrax ferruginea</i>	-82.6	-93.3	-72.0	-64.9	-94.6
<i>Roupala montana</i>	-99.6	-99.6	-97.8	-97.7	-99.8
<i>Pterodon pubescens</i>	-73.2	-52.4	-25.9	+30.9	-42.9
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	-44.6	-47.8	-24.4	+73.6	-59.0
<i>Connarus fulvus</i>	-83.5	-61.4	-59.3	-17.8	-62.2
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	-21.4	-19.3	-16.7	+131.7	-32.6
<i>Davilla elliptica</i>	-80.7	-88.3	-52.1	-31.7	-83.2
<i>Eremanthus glomeratulus</i>	-95.1	-93.3	-86.7	-77.6	-92.9
<i>Rapanea guyanensis</i>	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
<i>Miconia ferruginata</i>	-97.6	-98.7	-94.7	-92.1	-99.2
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	-50.3	-52.3	-43.9	+47.2	-61.5
<i>Palicourea rigida</i>	-52.7	-63.4	-25.5	+44.4	-69.8
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	-36.2	-36.0	-15.9	+100.1	-37.8
<i>Kielmeyera coriacea</i>	-60.9	-61.3	-54.1	+14.9	-58.8
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	-87.7	-73.1	-70.5	-40.2	-67.3
<i>Miconia pohliana</i>	-98.6	-99.1	-97.9	-95.8	-99.4
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	-66.1	-16.7	-48.6	+56.2	+32.7
<i>Miconia albicans</i>	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
<i>Couepia grandiflora</i>	-88.5	-76.2	-82.1	-47.2	-62.8
<i>Neea theifera</i>	-80.0	-78.7	-71.1	-33.6	-66.7
<i>Syagrus comosa</i>	-78.2	-88.6	-44.4	-33.6	-83.4
<i>Pouteria ramiflora</i>	-75.8	-27.1	-62.5	+44.2	+5.7
<i>Dimorphandra mollis</i>	-62.5	-59.8	-58.6	+10.4	-61.0
<i>Acosmium dasycarpum</i>	-54.4	-72.7	-28.0	+41.7	-77.1
<i>Miconia fallax</i>	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	+86.4	+101.0	+32.0	+388.2	+103.0
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	-56.8	-61.1	-42.1	+30.5	-76.8
<i>Vellozia flavicans</i>	+11.8	-33.5	+31.6	+172.5	-37.8
<i>Miconia burchellii</i>	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
<i>Qualea grandiflora</i>	-73.7	-93.7	-58.3	-50.8	-96.7
<i>Syagrus petraea</i>	+145.7	+59.5	+70.8	+436.7	-37.6
<i>Salacia crassifolia</i>	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
<i>Didymopanax macrocarpum</i>	-96.3	-98.7	-95.2	-90.4	-99.7
<i>Qualea multiflora</i>	-90.5	-38.4	-84.6	-13.0	-10.5
<i>Enterolobium gummiferum</i>	-78.9	+90.2	-66.7	+176.1	+107.5
<i>Caryocar brasiliense</i>	-57.1	-80.8	-33.3	+2.9	-91.1
<i>Byrsonima crassa</i>	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
<i>Protium ovatum</i>	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
<i>Blepharocalyx suaveolens</i>	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
<i>Qualea parviflora</i>	-69.2	-62.3	-69.2	-12.5	-72.6
<i>Vochysia thyrsoidea</i>	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	-72.7	-22.2	-66.7	+22.1	+23.2
<i>Machaerium opacum</i>	-8.33	+96.8	+12.5	+255.1	+181.1
<i>Tabebuia ochracea</i>	+33.3	+113.2	+116.7	+409.6	+122.9
<i>Tocoyena formosa</i>	+25.0	+21.1	+25.0	+224.0	+15.5

unburned hectare (19 had only 1-3 individuals each) so these were rare species. These included a few like *Protium ovatum*, *Parinari obtusifolia*, *Esenbeckia pumila*, *Spiranthera odoratissima*, *Maprounea brasiliensis*, *Anacardium humile*, and *Senna rugosa*, that, in burned cerrados in the Distrito Federal are really proper to the ground layer. However, when the cerrado is not burned for a long time, a very few individuals or only one, among the hundreds present of each of these species in the hectare, can grow a stem thick enough to just surpass the minimum size we used and so were included in the count of the woody layer. The regular woody-layer species, of course, have perennial aerial stems and trunks, but the ground-layer species (which, except for 1-2 possible annuals per hectare, are all perennial plants) that here entered into the count of the woody layer are thin-stemmed shrubs that are "recurrent", that is, whose aerial stems grow up each year from underground parts and die to the ground within or at the end of a year's time from when they start to grow (85% or more of the ground-layer species of the cerrado in general have this growth form: extremely few dicots are true herbs and only a few non-graminoid species and individuals of monocots occur). Others of the 41 woody-layer species exclusive to the unburned hectare are cerrado species that in the Distrito Federal are found almost only in "cerradão", but which also occur in very small amounts in lower cerrados, such as ours, but only when they are not burned for a very long time, such as *Chomelia ribesoides*, *Blepharocalyx suaveolens*, and *Guapira graciliflora*.

Only six species of the woody layer were found in the burned hectare that were not present in the unburned hectare, and each of these had only 1-3 individuals in that hectare, so their presence was probably due to random spatial variation unconnected with fire. Therefore, we can say that many species do not appear in periodically burned cerrados because of the fires, or a few do not appear in the woody layer although they are very common in the ground layer. In the unburned area the first 5000 woody-layer individuals counted, occupying 0.86 ha, had 91 species. By extrapolation from the best-model species-individuals curve, 5000 individuals in the burned area would need 3.01 ha and would have only 78 species, so that the burnings not only reduce the number of woody-layer species per hectare because of their reduction of individuals, but beyond that, reduce the "total stock" of species in the area.

### Implications for management

In recommending exclusion of fire for managed vegetation, two points must be kept in mind. 1) Will the desired vegetation maintain itself in the absence of fire or will it change to a different, and perhaps undesirable,

vegetation? 2) Will the protection against fire build up fuel so that a wild-fire is more probable and if it occurs would destroy the vegetation, or at least eliminate its distinctive woody layer for a long time?

For cerrado, despite statements to the contrary, there is no evidence that long-time absence of fire changes cerrado to another vegetation, for example, mesophytic forest. The most it does is to increase the biomass of the woody layer, but only up to the point that the soil conditions permit. In only a very small proportion of the total cerrado region, probably less than 1%, is forest-like closed-canopy "cerradão" the natural original form of cerrado and only in these places will protection from fire enable the cerrado to return to cerradão. The resultant increased woody cover then quantitatively changes the floristic composition of the ground layer (probably because of shade) but still maintains a cerrado flora in that layer. Second, long-term absence of fire does not cause the cerrado to "stagnate" or become "decadent" as it does in some other vegetations subject to frequent fires. The number of species does not decrease but on the contrary increases. Third, there are many fire-prone vegetations in the world where it is known that the woody layer is highly inflammable when dry and carries fire easily. But the cerrado woody layer is **not fuel**; it does not carry a fire. Cerrado woody-layer plants are charred and their aerial parts are often killed by fires fueled by the dry grass, but they do not add to the fire. When a grass fire, whose flames usually reach 2-4 m in height, has passed by, the woody-layer plants immediately or very soon stop flaming and the aerial stems of most continue alive and later resprout. (Most of the individuals that are killed to the ground resprout from underground parts.) Therefore, an increase in the biomass of the woody layer as a result of long-time fire protection in the cerrado does not increase the risk of a fire or the damage that a wildfire would cause. In fact, an increase in cover of the woody layer when protected from fire entails a decrease in the biomass of the **native** grasses because of shade, so that it would decrease the risk and damage of fire. Fourth, **long-term** absence of fire in the cerrado does not increase the grass growth per square meter of native or adventive species nor does it build up litter. (Increase in biomass of the native ground layer in cerrado is complete by the end of the second or third year without fire after the last fire. From then on there is no regular increase with lack of fire.)

Exclusion from fire will not materially decrease the number of species proper to the ground layer and therefore the total number of vascular species in a stand, and it will considerably increase the floristic richness of the woody layer. Therefore, since one important reason for having a reserve is to maintain the largest number of species possible, fire should be excluded as long as possible in cerrado.

The only reason for using fire in cerrado reserves would be if the cerrado vegetation of the whole reserve has a very

dense woody layer. A small proportion may be maintained more open by controlled annual or biennial burnings in order to favor certain animal groups that prefer an open woody-layer. A second reason would be to control further invasion of exotic grasses into undisturbed cerrado when these are already present. In time the unchecked invasion would choke out the native flora entirely. These invasive grasses, all African except for the native *Aristida pallens* in the southern cerrado, are principally *Melinis minutiflora*, to a lesser extent *Hyparrhenia*

*rufa*, and species of *Brachiaria*, which have been planted in innumerable places for forage. *Panicum maximum* and *Rhyncheletrum repens* only invade plowed or bulldozed soil but do not invade undisturbed cerrado to any extent. Controlled annual or biennial burnings would enable a less than usual proportion of native species to maintain themselves in the face of invasion by aggressive exotic grasses, namely the more pyrophilic native species, but this is better than eventually having no native flora at all in a "reserve".

---

# REPENSANDO A TEORIA DA FORMAÇÃO DOS CAMPOS CERRADOS

PAULO de T. ALVIM<sup>1</sup>

A literatura sobre os cerrados brasileiros é rica em teorias que procuram explicar a origem ou formação dessa peculiar modalidade de savana tropical. Algumas das publicações que tratam do assunto, como por exemplo o livro "Ecologia do Cerrado" de Goodland e Ferri (1979), dedicam mais espaço analisando teorias alheias do que apresentando dados experimentais em defesa das teorias dos seus próprios autores. Apesar da volumosa literatura que trata do problema, não há ainda consenso sobre qual das teorias melhor satisfaz as expectativas da comunidade científica. Entre as publicações que mais contribuem para esclarecer as dúvidas sobre as possíveis "causas" da formação dos cerrados, merecem especial referência a clássica monografia de Beard (1954), que não trata apenas dos cerrados brasileiros, mas de todas as modalidades de savanas da América Tropical, e a abrangente revisão de Eiten (1972), especificamente voltada para as vegetações classificadas como cerrado no Brasil. Em seu trabalho sobre as savanas da América Tropical, Beard considerou três diferentes teorias ou hipóteses para explicar a origem desse tipo de vegetação:

- a) **Teoria climática**, (associada com deficiência sazonal de água durante períodos relativamente longos de estiagem);
- b) **Teoria biótica**, (resultante da ação do homem, principalmente através do uso frequente das queimadas);
- c) **Teoria pedológica**, (baseada na influência do fator solo), considerando-se dois aspectos, o *geológico* ou *químico* (deficiências nutricionais) e o *físico* (má drenagem ou baixa capacidade de armazenamento de água).

A classificação proposta por Beard foi utilizada há quatro décadas atrás em uma tentativa de se analisar as teorias sobre formação de cerrados então discutidas no Brasil (Alvim, 1954). Àquela época, as pesquisas sobre cerrado estavam

ainda em sua infância, destacando-se o Brasil quase que exclusivamente pelos estudos do renomado professor Félix Rawitcher e seus associados, no Departamento de Botânica da Universidade de São Paulo., os quais serviram de inspiração para os primeiros trabalhos sobre ecologia dos cerrados realizados em Minas Gerais (Alvim & Araújo, 1952) assim como em outros estados. Como não poderia deixar de ser, algumas das observações sobre as teorias da formação de cerrados examinadas no passado carecem hoje de revisão, uma vez que os conhecimentos atuais sobre a ecologia dos cerrados são muito superiores aos disponíveis há quatro décadas atrás, particularmente no referente a estudos sobre solos de cerrado e sua utilização para fins agrícolas ou pastoris, área de trabalho em que o Brasil atualmente se destaca como incontestável líder no campo do aproveitamento econômico desses solos.

## BREVE REVISÃO DAS TEORIAS

**Teoria climática** - Warming (1892), considerado o verdadeiro fundador ou pai da ecologia, foi o primeiro a propor a teoria segundo a qual os cerrados seriam consequência do clima, e, na sua opinião, as características xeromórficas das espécies predominantes do cerrado seriam indicação de que a maioria dessas espécies deveriam considerar-se como tipicamente xerófitas ou sub-xerófitas. As estações secas prolongadas seriam o fator ecológico mais importante para a formação do cerrado. O próprio Warming reconheceu entretanto que as súbitas mudanças de vegetação observadas nas regiões do cerrado, tais como o aparecimento de matas em terrenos mais elevados, assim como ao longo dos cursos de

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Ph.D., Membro Titular da Academia Brasileira de Ciências e Presidente da Fundação Pau-Brasil, Caixa Postal 7, Itabuna, BA 45600-000, Brasil.

alguns rios, aparentemente resultava da ação combinada da falta sazonal de água e de "condições especiais do solo", sem entretanto especificar que condições seriam essas. Curiosamente, em sua mais famosa obra (*Öecology of Plants*) - primeiro livro a colocar em seu título a palavra "ecologia" - Warming deixou de fazer referência ao importante papel que as "condições especiais do solo" podem desempenhar nas bruscas mudanças de vegetação nas áreas típicas de cerrado, fato hoje reconhecido como importante pela maioria dos especialistas.

Rawitscher (1948) e Ferri (1979) foram os grandes opositores da teoria do clima - ou mais especificamente da deficiência de água para as plantas - apresentando como argumento principal seus estudos sobre o ciclo de abertura dos estômatos de algumas espécies e estimativas de taxa de transpiração das plantas com base na utilização de um dos métodos menos confiáveis para tal fim: o das pesagens rápidas de folhas destacadas das plantas. Na opinião desses autores o habitat do cerrado não deve ser considerado como xerofítico e suas plantas não seriam "resistentes à seca", pois aparentemente - pelo fato de algumas delas desenvolverem profundos sistemas radiculares e não fecharem completamente seus estômatos durante a estação seca - podem considerar-se como praticamente insensíveis ao stress hídrico durante a estação seca, não podendo portanto considerar-se como espécies sensíveis à falta de água. Ferri (1976), afirma textualmente que "a vegetação nativa do cerrado não está sujeita a condições de aridez, como geralmente se acreditava; o aspecto da vegetação deve, pois, ser devido a outras causas e não determinado por falta de água." Acrescentou ainda que "as plantas permanentes do cerrado não têm comportamento de xerófitas, embora apresentam forte xerofitismo. Tal fato se deveria à profundidade do sistema radicular das árvores e arbustos típicos do cerrado, permitindo-lhes a exploração de camadas mais profundas e úmidas dos solos." Essas ideias de Ferri foram contestadas por Alvim e Silva (1980) com base em uma pesquisa sobre o balanço hídrico de diversas plantas arbóreas do cerrado, tomando-se por base medidas de crescimento do tronco, parâmetro considerado como dos mais precisos para o estudo de economia de água de plantas tropicais. Os resultados desses estudos demonstraram claramente que as árvores típicas do cerrado têm seu crescimento cambial fortemente reduzido nos períodos secos (em geral de maio a agosto), não se podendo portanto dizer que tais plantas sejam "fisiologicamente insensíveis" às condições de aridez sazonal que caracterizam as zonas de cerrado, ou que o chamado xeromorfismo da grande maioria das espécies não seja uma manifestação de real xerofitismo, ou adaptação anatomo-fisiológica à carência de água durante a estação seca. Obviamente a carência de água na região do cerrado não alcança a severidade da aridez que caracteriza a região das caatingas do nordeste brasileiro, fato que aliás se pode constatar através da presença de Cactáceas e

Euforbiáceas suculentas na região das caatingas e sua total ausência nas regiões de cerrados.

**Teoria biótica** - O famoso zoólogo e paleontólogo dinamarquês Peter Lund é citado por Warming (1892) e Rawitscher (1948) como sendo o primeiro cientista a defender a teoria biótica. Referindo-se aos cerrados de Lagoa Santa, cidade onde Lund viveu por muitos anos, a vegetação natural daquela localidade poderia transformar-se em uma "floresta do tipo seco", caso se conseguisse impedir as frequentes queimadas provocadas pelo homem. Rawitscher, por sua vez, com base em seus estudos nos cerrados de Emas, nas proximidades de Ribeirão Preto(SP), conclui que (traduzido do inglês) "o cerrado de Emas não é a vegetação natural dessa região, mas um clímax-de-fogo. O centro de desenvolvimento natural dessas formações devem ter sua origem em partes mais secas do Brasil, de onde as plantas podem ter migrado após a remoção das florestas, e sucessiva deterioração, abandono e periódicas queimadas da área. A vasta extensão das atuais terras inférteis do cerrado devem ser atribuídas à aplicação de métodos agrícolas e silviculturais introduzidos de clima temperados, os quais sob as condições dos trópicos úmidos põem em perigo a fertilidade dos solos". Ferri, discípulo de Rawitscher, referindo-se a esse polêmico tema que encontra raríssimos adeptos nos meios científicos, alega que "é importante frisar desde já que Rawitscher e Ferri não fizeram generalizações que outros autores posteriormente lhes atribuíram. Como se depreende do trecho citado, Rawitscher referiu-se apenas ao caso de Emas, e na mesma publicação, ao mencionar a discussão que em torno do problema da origem dos cerrados se trava, no sentido de se saber se é um climax ou não. Provavelmente há verdade em ambas as opiniões, uma vez que esse tipo especial de vegetação adaptável a diversas condições de clima e solo deve originar-se em regiões onde ela constitui a vegetação natural ou clímax".

A teoria biótica, assim como a climática, não explica as mudanças repentinas de vegetação que se observam com frequência na região dos cerrados. Não explicam também por que nunca se encontraram cerrados típicos nas tradicionais regiões agrícolas do Brasil, onde a prática da chamada "agricultura itinerante", baseada no uso do fogo vem sendo praticado desde a época da colonização do Brasil. Warming, em seu clássico livro "Lagoa Santa", considerou a teoria biótica "totalmente inadmissível".

**Teoria pedológica** - Citações sobre a provável influência do solo na formação dos campos cerrados encontram-se hoje em inúmeros trabalhos, porém Alvim e Araújo (1952) foram os primeiros a demonstrar experimentalmente a estreita correlação que existe entre o grau de fertilidade dos solos e os diferentes tipos de vegetação natural que os revestem. O trabalho foi realizado ao longo de uma estrada de 27 km entre as cidades de Lagoa Santa e Belo Horizonte, selecionando-se 10 localidades com diferentes tipos de vegetação, sendo quatro com cerrados típicos, dois com florestas pouco alte-

radas, três com pastagens parcialmente arborizadas com palmeiras nativas (*Acrocomia* sp.) e uma com vegetação de "campo sujo". Os cerrados e o campo sujo revelaram-se nitidamente muito inferiores aos demais terrenos em termos de fertilidade natural (baixíssimos teores de P, K, Ca, Mg, além da excessiva acidez ou toxicidade de alumínio). Concluiu-se desse estudo que, na região estudada, a formação dos cerrados estaria controlada pela fertilidade do solo mais do que por qualquer outro fator ambiental. Trabalhos posteriores realizados por Arens (1958, 1959, 1963), confirmaram a tolerância das plantas dos cerrados a solos pobres, fator que indiretamente, em sua opinião, beneficia a economia de água de suas plantas. Beard (1952) concorda que o solo desempenha fundamental papel na formação das savanas na Venezuela e do Caribe, porém não necessariamente por suas características químicas, mas sim físicas, referindo-se principalmente a problemas de má drenagem que dificultam o abastecimento de água para as plantas. Esse mesmo autor assinala que (traduzindo): "As savanas se formam em terrenos de má drenagem e pouco acidentados onde em geral se observa uma camada superficial permeável sobre um subsolo impermeável (*ironpan* ou *claypan*)". Essas conclusões de Beards aparentemente não se aplicam aos solos de cerrado do Brasil Central (Alvim, 1954), porém podem ser válidas para as formações das savanas encontradas na região amazônica (denominadas *campinas* ou *caatingas do Rio Negro*), assim como para as curiosas savanas, do tipo *Byrsonima-Curatella*, fisionomicamente muito parecidas aos cerrados do Brasil Central, e que são encontradas desde as ilhas do Caribe até a região da Mata Atlântica da Bahia. Todas essas modalidades de savana invariavelmente se formam nas manchas de terrenos arenosos da classe *oxisols* ou *podzols*, geralmente com problemas não apenas de má drenagem mas também de baixa capacidade de armazenamento de água.

## CONCLUSÕES

Com base na revisão anterior, e levando-se em consideração os amplos conhecimentos hoje disponíveis sobre as condições climáticas e edáficas das regiões onde se formam cerrados ou as campinas (em regiões tropicais úmidas), conclui-se que o fator ambiental mais diretamente relacionado com a formação desses ecossistemas é, indubitavelmente, a carência de água para o crescimento das plantas durante determinados períodos do ano (stress hídrico). Tal carência tanto pode ser uma consequência direta do regime pluviométrico

da região (longa estação seca), a exemplo do que ocorre no Brasil Central, ou, indiretamente, uma resultante de limitações físicas ou mesmo químicas do solo que prejudicam o crescimento das raízes, conseqüentemente reduzindo a capacidade de absorção de água das plantas, como ocorre nas manchas podzólicas da região amazônica. As queimadas freqüentes indubitavelmente modificam a flora e as características fisionômicas dos cerrados, porém nada tem a ver com os processos evolutivos que *deram origem* ao aparecimento das plantas típicas do ecossistema.

## LITERATURA CITADA

- ALVIM, P. de T. Teorias sobre a formação dos campos cerrados. **Rev. Brasil. Geogr.**, v.16, p.496-498, 1954.
- ALVIM, P. de T.; ARAUJO, W.A. El suelo como factor ecológico en el desarrollo de la vegetación en el planalto central de Brasil. **Turrialba**, v.2, p.153-160, 1952.
- ALVIM, P. de T.; SILVA, J.E. Comparação entre os cerrados e a região amazônica em termos agroecológicos. *In: Cerrados: uso e manejo*. Brasília: Ed. Editerra, 1980. p-143-160.
- ARENS, K. Considerações sobre as causas do xeromorfismo foliar. **Bol. Fac. Fil. Ciênc. e Letr., USP**, 224, Botânica, v.15, p.25-56, 1958.
- ARENS, K. O cerrado como vegetação oligotrófica. *In: CONG. INT. GEOGR.*, 18. Rio de Janeiro, 1959. p.308-319.
- ARENS, K. As plantas lenhosas dos campos cerrados como flora adaptada às deficiências minerais do solo. *In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO*. Ed. USP, 1963. p.285-303.
- BEARD, J.S. The savanna vegetation of Northern Tropical America. **Ecological Monographs**, v.23, p.149-215, 1953.
- EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, v.38, n.2, p.201-341, 1972.
- FERRI, M.G. Uma década (1968-1977) de trabalhos no cerrado. *In: GOODLAND, R.; FERRI, M.G. Ecologia do Cerrado*. S.Paulo: USP, 1979. p.23-59.
- GOODLAND, R.; FERRI, M.G. **Ecologia do Cerrado**. S.Paulo: USP, 1979. p.193.
- RAWITSCHER, F. The water economy of the vegetation of the "Campos Cerrados" in Southern Brazil. **Jour. Ecol.**, v.36, n.2, p.237-268, 1948.
- WARMING, E. **Lagoa Santa** (tradução de A. Loefgren). Belo Horizonte, 1892. p.284.
- WARMING, E. **Öecology of plants**. Oxlord University Press, 1909.

# SCIENTIFIC CONTRIBUTION OF THE JICA PROJECT TO SUSTAINABLE AGRICULTURAL DEVELOPMENT IN THE CERRADOS

TORU KUBOTA<sup>1</sup>

## SUMMARY

The agricultural Research Cooperation Project between the Japan International Cooperation Agency and the Brazilian Agricultural Research Corporation for sustainable agricultural development in the Cerrado region of Brazil has been carried out since 1978. The purpose is to contribute toward creation of sustainable agriculture in the region by improving and developing technologies and by enhancing the research activities concerned. The project consists mainly of the dispatch of Japanese experts to the Cerrados Agricultural Research Center for cooperative studies, provision of equipments and materials, and research studies of Brazilian counterpart personnel in Japan. The cooperative studies have covered the fields of remote sensing technology, meteorology, crop science, soil management, agricultural machineries, entomology, plant pathology, agro-environmental sciences etc. to solve technical problems in Cerrado agriculture and to offer practical and useful technologies to the Cerrado farmers. Main topics of the results obtained in the project are evaluation of Cerrado resources by analysing satellite images, prediction of the water balance in arable lands, biology and ecology of injurious insects in Cerrados, biological control of stinkbugs, identification of crop diseases occurring in Cerrados, soil management for the favorable root development and plant growth, selection of varieties and lines of soybean and wheat adapted to the Cerrado environment based on the growth analysis and the physiological response of the plants, determination of the optimum irrigation schedule, and development of relevant

research methodology. The project, through the research activities, contributed to an increase in productivity of Cerrado agriculture.

The ongoing project is designed with emphasis on the sustainability of agricultural production taking natural resources conservation of the Cerrados into consideration. It concentrates on development of technologies to monitor and evaluate the real condition of soil, water, and vegetation resources of the region, improvement of countermeasures to prevent soil degradation, improvement of integrated pest management and development of sustainable cropping system. It intends to translate into action in the Cerrados, one of the Agenda 21, "Sustainable Agriculture and Rural Development", which was internationally agreed in Rio de Janeiro in 1992. For the efficient implementation of the project, cooperation of technical information exchanges is strongly required.

Agro-Technical Cooperation between the Japan International Cooperation Agency (JICA), and the Cerrados Agricultural Research Center (hereafter referred to as CPAC) of the Brazilian Agricultural Research Corporation (here after referred to as EMBRAPA) was initiated in 1978. This was three years after CPAC was founded with the mission to coordinate and promote the necessary research for the profitable and permanent utilization of the natural resources of the Cerrados region. Three agricultural research cooperation projects have been carried out continuously based on the scheme of the Basic Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of the Federative Republic of Brazil. The first

<sup>1</sup> The Japanese Expert Team, The Project of Sustainable Agricultural Development and Natural Resources Conservation in Cerrados, Japanese Technical Cooperation between The Japan International Cooperation Agency and The Brazilian Agricultural Research Corporation. Japanese Technical Cooperation with the Brazilian Agricultural Research Corporation for the sustainable agricultural development in the Brazilian Cerrado Region. EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF, 73301-970, Brazil.

project conducted from 1978 to 1985 was "the Japan-Brazil Agricultural Research Cooperation Project" for the purpose of developing the technology of agricultural production which will serve as a guideline for agricultural developing plans in semi-arid and poorly vegetated region of the Cerrados. This was followed by "the Japan-Brazil Agricultural Research Cooperation Project (Phase II)" with the purpose of developing technology for agricultural production in the acid savanna region of the Cerrados. The third is "the Project of Sustainable agricultural development and natural resources conservation in the Cerrados", which is being carried out in the term 1994-1999, with the purpose of improving technologies toward sustainable agriculture in the Cerrados taking the environment into account.

The implementation of the project consists of four programs. They are: 1) dispatch of Japanese experts to CPAC to conduct research and technology transfer, 2) provision of equipments, machineries and materials required for the implementation of the project, 3) providing technical training in Japan to the Brazilian counterpart personnel and 4) dispatch of Japanese survey team to Brazil when necessity arises.

Up to the present, a total of 77 Japanese experts has been dispatched, an approximate sum of 5.2 million US dollars has been expended for installation of equipments, and a total of 62 Brazilian participants has been sent to Japan for research study. The research cooperation projects intend to offer practical and useful technologies to farmers of settlement areas of PRODECER, the National Program for Agricultural Development of the Cerrado region in Brazil, as well as to support research activities to produce technology for a sustainable agriculture, and consequently, contribute to the increase of agricultural productivity in the region.

The purpose of this article is to present a summary of the results of studies obtained in the projects.

## **THE RESULTS OF STUDIES OBTAINED IN THE JAPAN-BRAZIL AGRICULTURAL RESERACH COOPERATION PROJECT.**

### **1) Evaluation of natural resources in the Cerrados**

#### **a) Meteorology**

Agriculture in the Cerrados is primarily governed by water availability. For the establishment of efficient and stable agricultural production it is necessary to clarify seasonal variations and geographical distributions of water balance in the region. Availability of evapotranspiration data is especially important in determining water balance. For this purpose, the actual evapotranspiration rate in irrigated soybean fields was observed by use of the heat balance method. It was in the range of 3 mm to 5 mm per day when the leaf area index was between 2.0- 4.1, being 70-80% of the potential evapotranspiration estimated by the Penman

method. In conclusion, actual evapotranspiration could be estimated from potential evapotranspiration and the crop coefficient (Horie *et al.*, 1981). Later, five widely known methods to predict potential evapotranspiration, namely, the methods of Penman, Priestley and Taylor, Radiation, Pan Evaporation, and Blaney-Criddle, were tested and the Penman method and the radiation method were found applicable to the Cerrados. The latter, based on solar energy measurement, would be the most practical (Sakuratani *et al.*, 1983). Energy balance measurements in rice fields were also conducted (Tomari, 1981). Meteorological data for 103 stations in the region were collected and analyzed statistically to elucidate the occurrence of veranico, the dry spells during the rainy season (Matsumoto *et al.*, 1994). A tank model to simulate soil water movement and the soil dryness index in the field was proposed (Ohba *et al.*, 1994).

#### **b) Remote sensing**

Remote sensing is a new information tool, and has an excellent capability of acquiring data over large area like the Cerrados. By integrating remote sensing data, such as land use, vegetation, drainage, etc. with already aquired data such as geology, topography, climate and soil with the help of geographical information system, fine analysis and accurate assessment for agricultural development can be accomplished. How to apply this new technology for sustainable agricultural development has been an important subject in the Project. On this line, the operative process for selecting the suitable agricultural land by the screening method was proposed (Yasuda 1983).

To improve vegetation cover discrimination in LANDSAT images of the Cerrado region photographic processing of the available bands was conducted. Using density slicing techniques, image rationing and multitemporal analysis made it possible to identify phisognomies such as Cerradão, Cerrado, Mata, Campo Cerrado, areas under cultivation, water bodies, and urban areas. (Fukuhara *et al.*, 1983). Production of the soil map of the Brasilia Geoeconomic Region, monitoring of land use in Alto Paranaíba, an area of Agricultural Development Project, assessment of burning of natural pasture lands, and identification of reforested land by analysing LANDSAT data were successfully conducted. (Adamoli *et al.*, 1983, Azevedo *et al.*, 1983, Fukuhara *et al.*, 1983). Discrimination of soybean varieties by use of a spectroradiometer was attempted as well (Neto *et al.*, 1983).

#### **c) Water resources**

The dynamics of water resources in soil-landscape association in the Cerrados was investigated. The ground water level and the soil moisture tension at the sites set on the toposequential transect of the typical Cerrados landscape were observed in the field of CPAC. The ground water table existed at a constant level throughout a year in Organic soil and in Hydromorphic soil on the depression area, near the

surface in the former and 1.5m deep in the latter. On the other hand, the water table level varied in depth in a year in Red-Yellow Latosol on the plateau. It came up to the maximum height, 4 meter in depth, at the end of the rainy season, and increased the depth gradually with the approximate rate of 2cm per day. The water table could not be observed within a depth of 5 meter in the Dark-Red Latosol on the middle part of the slope throughout a year. Seasonal water movement in the soil was well explained by observation of soil moisture tensions (Hayasaka *et al.*, 1987). These observations and another one made by Furuhashi *et al.*, 1984 on the soil moisture condition of Organic soil during the dry season were indicative of a constant and stable water supply from the plateau to the depression area and of a vast water preserving capacity of the plateau.

## 2) Soybean root development and tillage system

The soybean roots grown in Cerrado soils sometimes distribute restrictedly in a shallow cultivated soil layer, showing unusual morphological features such as a stunted taproot and branching roots elongated laterally. (Kawasaki *et al.*; 1980,1984). The shallow rooting makes the plant susceptible to water stress and farming unstable. There has been a prevailing assumption that the shallow rooting of plants may be caused by aluminium toxicity exerted by acid subsoil. Yoshida (1981) studied the phenomena plant-physiologically, and was successful in reproducing the same features of soybean roots as those observed in the field using soil and water cultures treated with aluminium salt. However, the degree of shallow rooting did not always correspond to the content of active aluminium in soil, suggesting participation of other factors besides aluminium. Kawasaki *et al.*,(1980, 1984) demonstrated by field experiment that phosphorus accumulated in the surface soil produces the shallow rooting of soybean. It is noteworthy that the roots of soybean grew deeply in newly cleared fields, but the shallow rooting became remarkable as the number of years of cultivation advanced. Later, in the survey on physical properties of Cerrado soils, it became obvious that compact subsurface soil formed by traffic of agricultural machineries causes the shallow rooting. Soil strength and porosity of compact layers impeded root penetration into subsoil (Kubota *et al.*,1983). Gas diffusion of a compact layer soil observed did not appear to restrict root development (Osozawa *et al.*,1994). Soil strength could be ameliorated by disk plowing with the application of organic matter (Osozawa *et al.*, 1990). The extensive survey on root development of crops by the monolith method clarified that the penetrability of roots into compact soil varies with the crop and the varieties, indicating the possibility of breeding studies for varieties with a deeper root system (Kawauchi *et al.*, 1994). All these studies contributed to lead the current practice of soil management, incorporation of soil amendments deep in soil, the use of

subsoilers, etc.

Control of soil erosion and reduction of energy cost in operating tillage machineries are essential for stabilizing field crop cultivation in the Cerrados, and the direct planting seems to satisfy these demands. The long term field experiment (1978 to 1982) proved direct planting of soybean to be practical, giving an average yield of 2.36 t/ha, where as that of conventional cultivation was 2.69 t/ha. The direct planting was applicable for fertility improved soils, especially in phosphorus. Conventional tillage at least once every five years seemed necessary to maintain direct planted fields in good soil conditions (Ike 1983, Iwata *et al.*, 1980).

For optimization of the agricultural machineries use, determination of the tractor operation efficiency including fuel consumption for various types of instruments is required. In the project, the combined system of sensors and personal computers for the test of the tractor operation efficiency was designed (Taniwaki *et al.*, 1994). The distribution of fertilizer and crop residues in soil and soil compaction as affected by the types of tillage instruments were also studied (Naka 1981, Shioya *et al.*, 1981, Kawasaki *et al.*, 1984).

## 3)Integrated pest management

### a) Entomology

The development of integrated means of insect pest control by using natural enemies is a great concern in the project. Investigation on the major insect pests and their natural enemies in soybean fields made it clear that the population densities of the phytophagous insects were very low, while their natural enemies were rich in species composition and comparatively high in population densities in the natural ecosystem of the Cerrados. Once the land was cultivated for soybean, migratory Noctuids, stinkbugs and specific Chrysomelids started to attack soybeans, one or two years, three or four years and five or six years respectively after the cultivation. The soybean-stinkbug association changed with years of cultivation from the indigenous Cerrado type to the cultivated field type (Kobayashi *et al.*, 1987). Eleven species injurious to soybean were found in the Cerrados and their morphological characteristics were described. Dominant species were *Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii* and *Megalotomus pallescens* in the rainy season cultivation, and some modification in their dominance was observed under irrigated cultivation in the dry season (Kishino *et al.*, 1980).

In order to establish an effective integrated method for controlling soybean stinkbugs, the most harmful insects to soybean, biology, ecology and egg parasitoids introduced from Japan were studied in comparison with those indigenous in the Cerrados. *Trissolcus mitsukurii* was the most effective among five introduced parasitoids in the Cerrados conditions, and it was released experimentally in the field in 1984. The effectiveness of the wasp was verified in the following

soybean cultivation although it is not clear if the wasp was established in the field (Kobayashi *et al.*, 1987). Further study on the wasps parasitizing eggs of stinkbugs was carried out in 1988. Besides *Trissolcus mitsukurii*, parasitism of *Gryon japonicum* introduced from Japan was tested. It showed itself to be an effective egg parasitoid of *Megalotomous pallescens*, and its free raising on *M. pallescens* in the field was attempted (Kishino *et al.*, 1994). The use of these parasitoids is considered promising, and further efforts are desired.

Modern strategies of biological pest control require the establishment of mass rearing methods of insects. Attempt of mass rearing of stinkbugs was successful for some species through a simple method using dry seeds of soybean and/or peanut and a solution of ascorbic acid, although improvement is necessary to cover wider range of species (Kamano *et al.*, 1994). As a cultural control of soybean stinkbugs, the trap crop method was proved effective by field experiment, and was recommended. This method consists in growing early maturing varieties in the marginal area of the soybean field to trap stinkbugs and to control them effectively by minimum insecticide application (Kobayashi *et al.*, 1987). Experiments on the control of stinkbugs by various treatments were also conducted (Abe *et al.*, 1983).

Biology and ecology of stinkbugs harmful to rice were also studied. Occurrence of two stem-feeding species, *Tibraca limbativentris* and *Mormidea notulifera*, and two other panicle-feeding species, *Oebalus poecilus* and *Oebalus ypsilongriseus* were confirmed. In the case of *T. limbativentris*, the pre-oviposition period was 30 days, the number of eggs per posture was about 80, and the incubation period of the eggs and development of nymphs were longer at a lower temperature. In the Federal District, 80 to 90 days was necessary to complete a generation (Kishino *et al.*, 1994).

The lesser cornstalk borer *Elasmopalpus lignosellus*, called "lagarta elasmó" in Brazil, is injurious to many kinds of food crops grown in Brazil, and especially harmful to upland rice cultivation in newly reclaimed fields. Morphological characteristics of the egg, larva, nymph and adult insect of the species were described, and its life cycle in the Cerrados was observed. It hosts to gramineous plants of native vegetation and some weeds under cultivation. Based on the development response to temperature, the occurrence of seven to eight generations per year seemed possible. Soil moisture or rainfall seemed to influence the growth of the insect, and the late planting of rice would help to lessen the crop injury by the insect (Kishino *et al.*, 1980). *Elasmopalpus lignosellus* hampers wheat cultivation in the Cerrados. Field experiments showed that the influence of rainfall on the growth of larvae of the insect varies with rainfall intensity, and early planting of wheat, from January to early February, would be effective for lessening the crop injury (Abe *et al.*, 1984). Occurrence and biology of *Diatraea saccharalis* Fabr., 1794 (*Lepidoptera-Pyralidae*) attacking both upland

rice and irrigated rice in the region was also studied (Kishino *et al.*, 1994).

Parasitoids of scale insects and aphids on citrus in the Cerrados was surveyed in 1982, and five parasitoid species from *Chrysomphalus ficus*, one from *Lepidosaphes beckii*, four from *Pinnaaspis Aspidistrae*, and one from *Coccus viridis* were recorded. Effective control of *Ch. ficus* and *C. viridis* has not been established. Also no parasitoids were found for *Toxoptera citricidus*. The effort of introducing effective parasitoids, including *Lysiphlebia japonica*, the most effective natural enemy of the aphid in Japan, is required (Murakami *et al.*, 1984).

To develop a base for microbial control, entomogenous fungi prevailing in Cerrados were collected from insect cadavers, isolated, bioassayed and preserved (Yaginuma *et al.*, 1994). Entomogenous fungi were isolated from soil by using three kinds of selective media for each *Metarhizium*, *Beauveria*, *Paecilomyces* and their distribution and longevity after spraying in soil were surveyed (Shimazu *et al.*, 1994).

#### b) Plant pathology

Sonku (1983) observed occurrence of plant diseases of main field crops in the Cerrados, and found a total of 49 diseases in the fields cultivated for less than 9 years. They were 15 pathogens on soybean, 11 pathogens on upland rice, 11 pathogens on wheat, 7 pathogens on maize and 5 pathogens on sorghum. These corresponded to 47% of the total identified diseases in Brazil. Most diseases were found in the newly reclaimed field, suggesting that transmission of diseases through seeds from infected plants is the main cause (Sonku 1983, 1984).

*Stylosanthes* which is indigenous in Brazil is an important leguminous crop as a herbage and a green manure in the tropical region. Many improved varieties of *Stylosanthes* bred in Australia have been re-introduced into the Cerrados, but most of them are susceptible to anthracnose, and the development of the resistant varieties is strongly required. For this purpose, the resistance of *Stylosanthes* to anthracnose in both cultural and field tests was conducted for the wide range of lines and varieties. Also, species and races to the causal agent of *Stylosanthes anthracnose* in Brazil was studied. Eighty eight isolates were separated from seventy six varieties and lines in six species of *Stylosanthes* and their cultural and morphological characteristics were examined. They were identified as *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. dematium* f. sp. truncata. In these studies, the method of the seedling infection test was established (Sakurai, 1980; Shimanuki, 1983; Sonku Sakurai & Shimanuki 1983).

The ecology of the stem rot of bean, which increased in the irrigated fields in the region, was investigated and it was found that there are two infection mechanisms: ascospores and mycelia developed from sclerotia in soil, the latter playing an important role. In some soils of severe disease occurrence, the sclerotia was observed not to produce the apothecia, the

reason of which is unknown (Mitsueda *et al.*, 1993, 1994). All the isolates of *Sclerotinia* sp. collected in the Cerrados were identified as *Sclerotinia sclerotiorum* (Nakajima *et al.*, 1993, 1994). Two kinds of bacterial diseases in soybean were isolated and identified: *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* and *Xanthomonas campestris* pv. *glycines* (Nishiyama 1990, 1994). An unknown wilt disease of soybean found in Bahia was identified as soybean sudden death syndrome caused by *Fusarium solani* (Nakajima *et al.*, 1993).

Rice diseases in the region observed during 1990 - 1992 were blast, brown spot, leaf scald (*Gerlachia oryzae*), narrow brown leaf spot, false smut, sheath blight (*Rhizoctonia solani*), panicle discoloration (*Phoma sorghina*) and physiological disorders. Rice plants were seriously damaged by blast disease and leaf scald in some fields. *Curvularia* sp., *Epicoccum* sp., *Fusarium* sp., *Nigrospora oryzae*, *Phoma sorghina*, *Pyricularia oryzae*, and *Gerlachia oryzae* were isolated from the collected samples of discolored panicles (Morinaka *et al.*, 1994). The vast lowland area in the Cerrados has a high potential of rice cultivation. Experimental results showed that rice cultivation in the lowland has always chance to be severely damaged by rice blast due to high nitrogen reserves of soil and the use of susceptible varieties. The information of pathogenic races contributes to breeding of resistant varieties. The race survey by using twelve Japanese differential varieties suggested that introduction of resistance gene of *Pi-z<sup>1</sup>* seems promising (Kobayashi 1987).

As for virus diseases, occurrence and mechanical transmission of cassava vein mosaic virus and a melon virus disease were studied (Nemoto 1980, Lin *et al.*, 1980). Virus diseases of leguminous crops in the region were identified based on host range, symptomatology, transmission, stability in crude sap and serological affinities. Soybean mosaic, bean rugose mosaic and cowpea severe mosaic viruses were isolated from soybean. Bean golden mosaic bean rugose mosaic and bean common mosaic viruses frequently occurred on French bean, while tomato spotted wilt virus was isolated from pea plants (Iizuka *et al.*, 1994). Five virus variants were derived from isolates of soybean mosaic virus.

Resistance of 130 soybean varieties and/or lines to five strains of soybean mosaic virus was tested, and divided into six varietal groups. All the virus strains were transmitted through soybean seeds, and the rate varied with virus strains, soybean varieties and infection period (Iizuka *et al.*, 1994). Attempt to transmit bean golden mosaic virus to seedlings of four test plant species by mechanical inoculation with the crude sap of the infected bean leaves was unsuccessful (Honda *et al.*, 1994).

Systematic identification work of plant diseases conducted in the project enables farmers to minimize the use of pesticide, and the data on the disease resistant varieties are useful in breeding programs for the Cerrado agriculture.

#### 4) Soil fertility and soil-water management

Cerrado oxisols are characterized by their high water permeability and extremely low cation exchange capacity. In consequence, in managing the nitrogen cycle in Cerrado soils, nitrogen suppliers with low solubility are required. Because nitrogen is lost by leaching, associated with bases, improvement of the soil base status is necessary at the same time. For this purpose, the use of leguminous green manures was tested. The benefit of *Crotalaria juncea* and *Stryzobium aterrimum* as a nitrogen source, a soil base improver, and a slow nutrient releaser was confirmed by a longterm field experiment. The residual effect of the green manures was remarkably high, showing the availability of nutrients from the soil in the order, K>N>P>Ca>Mg (Ogata *et al.*, 1987).

Liming and phosphorus fertilization are essential in most Cerrado agriculture. These treatments influenced the absorption of the macro and micronutrients absorption by the soybean plants. In general, there was a trend to increase the concentration of Ca and Mg, to decrease Fe, Zn, Mn and Al, and not to affect the concentration of Cu in plants. Variations of this trend were observed for some plant organs and some treatments (Ishizuka *et al.*, 1980). The characteristics in elemental composition of Cerrado latosols, high in Al, Fe, Ti, and Zr contents and very low in K, Ca, Mg, Sr and Ba contents, were well elucidated by x-ray fluorescence spectroscopy analysis of the soil. The amounts of trace elements such as Mn, Cu, and Zn were also very low and K, Ca, Mg, P, Zn and Mn tended to accumulate in the surface horizon (Ando, 1983).

Soil nitrogen status varies in its form and quantity by microbial fixation, denitrification, leaching of nitrate, and application of nitrogenous materials. The diagnosis of soil nitrogen as related to soil fertility and crop yield is important for effective soil management and fertilization. Among the various forms of nitrogen in the soil, total nitrogen, organic nitrogen such as aminosugar-nitrogen, and biomass nitrogen were highly correlated to the yield of corn. In conclusion total nitrogen determination is preferable for the diagnosis of nitrogen fertility of Cerrado soils (Kosuge *et al.*, 1994). Nitrification potential of Cerrado soil was also studied (Hayatsu *et al.*, 1994). Building up of organic matter reserves in soil is necessary for improving Cerrado oxisols. Concernedly, the dynamics of soil organic matter was elucidated. The amount of soil organic matter decreased, and the changes in its composition were considerable during cultivation in the Cerrados; there was an increase in humin and a decrease in fulvic acid. Examination of optical properties of humic acid suggested that aluminium probably protects humic acid against decomposition in Cerrado soils (Arai *et al.*, 1994). To improve the inoculation technology of soybean *Rhizobium* a new method of soil coating with antibiotics was tested. Probably due to suppression of the indigenous soil rhizobia by the antibiotics treatment, the

increased occurrence of nodules of an inoculated strain, antibiotics resistant mutant strain of *Bradyrhizobium japonicum*, was observed. Microscopic technology to distinguish the infection ability between inoculated and indigenous strains was examined (Akao *et al.*, 1994).

Concentration of nitrous oxide in the atmosphere has increased at the rate of 0.3% annually for the past ten years, unfavorably for the global environment. Combustion of fossil fuel, incineration of biomass and application of nitrogenous fertilizer in the farmland, etc. are pointed out as the cause. Emission of nitrous oxide from Cerrado arable lands was measured by the chamber method. It varied from 17.5 to 21.7 mg/100 cm<sup>2</sup>/day for the different crops. Values of the atmospheric content varied from 278 to 297 ppb, being smaller than the results of other observations cited in the literature (Yamaguchi *et al.*, 1994).

Irrigated cultivation in the dry season is generally more advantageous compared with rainfed cultivation in the rainy season because of easier weed control, less occurrence of plant diseases and insect pests and more favorable climatic conditions for harvesting and for quality of crops. Thus, it plays an important part in stabilizing Cerrado agriculture. A manual for optimum irrigation scheduling is highly required. The timing and quantity of water application for obtaining the highest yield of *Phaseolus* bean and garden pea on both Dark-Red Latosol and Quartz Sandy soils were determined. This method consists in the observation of soil water potential at 10 cm intervals up to a depth of 40cm or 60cm by using tensiometers or gypsum blocks. (Miyazawa *et al.*, 1994).

##### 5) Production system of soybean and wheat

Genetic improvement of field crops has played an important role in the agricultural settlement of the Cerrados. As for soybean, its introduction into these areas has depended on selection of cultivars carrying strategic genes determining late maturity and high aluminium tolerance. Selection of the less-sensitive varieties to shorter day length and knowledge of their cultivation are necessary.

To know the local adaptability of soybean varieties, the growth response of soybean to the climatological condition was examined for the vast experimental data obtained in CPAC in Brazil and National Kyushu Experimental Station in Japan, and the estimation of the number of days necessary for germination after planting, the growth from germination to flowering and the growth from flowering to maturity became possible for any variety of soybean grown at any place in the Cerrados, if the latitude and the record of the mean day temperature are available (Igita *et al.*, 1983). The resistance of soybean, 51 Japanese varieties and 7 varieties common in the Cerrados, to attacking insects was tested. Two resistant varieties to *Anticarsia gemmatilis*, seven to *Piezodorus quildinii* and six to *Etiella zinckenella* Treltschke were found among Japanese varieties. Although all of these

Japanese resistant varieties belong to early maturing varieties which does not suit to the Cerrado conditions, these would be useful materials for breeding aiming at pest resistance (Igita *et al.*, 1983). An experiment on the effect of phosphorus application and spacing of plants on the growth and yield of soybean was conducted and the optimum treatment was shown. (Igita *et al.*, 1983).

The growth response of soybean to annual climatic variations, i.e. to planting time, was analysed experimentally for 10 genotypes. The grain yield was generally lower in the dry season (under irrigation) compared with the rainy season. During the vegetative growth, leaf area indices were lower in the plants grown in the dry season than those grown in the rainy season, whereas there was almost no differences in the net assimilation rate between both seasons, resulting in lower growth rates and total dry weights in the plant grown in the dry season. Regarding the reproductive growth, there were significant differences in flowering time among soybean varieties in the dry season, resulting in differences in the dry matter stored in the leaves at the end of the vegetative growth stage. The leaf dry matter weight was considered to contribute to the yield. Among the varieties tested, Doko, IAC-7, Cristalina and IAC-8 were relatively suitable varieties for dry season cultivation (Izumiyama *et al.*, 1994).

Information on the genotypes for tolerance to soil acidity is necessary in breeding strategies and the simple method to evaluate the acid tolerance of plants, the hematoxylin staining method, was introduced for wheat seedling test. It was found that varieties and lines of wheat so far released in Brazil were highly tolerant to aluminium. A simple testing method to evaluate aluminium tolerance of soybean seedling was also developed. A number of recommended varieties in the Cerrados varied in aluminium tolerance, but Doko, Cristalina, Tropical and Savana were strongly tolerant to aluminium (Makita *et al.*, 1994).

A field experiment on the effect of planting time on the growth and yield of five leading wheat cultivars both in rainfed and irrigated cultivation was conducted. In general, as the planting time was delayed in the period from early January to late March in rainfed cultivation, the duration of the growing period increased and the yield also increased from 1.46 t/ha to 2.04 t/ha, due to the effect of lowering of temperature and shortening of day length. In the irrigated cultivation, delaying of planting time from late March to early June also increased the yield from 1.7 t/ha to 4.8 t/h. The optimum planting date in Brasilia D.F. was estimated to be between late April and late May (Makita *et al.*, 1986).

In order to obtain basic data toward breeding of wheat adapted to the Cerrados, varietal difference in leaf photosynthesis (LPS) and water use efficiency were examined under irrigated and non-irrigated conditions for Brazilian, Mexican and Japanese groups of cultivars. Brazilian cultivars ranked high in LPS, followed by Mexican and Japanese

cultivars under non-irrigated conditions, although there were practically no differences in LPS among these three groups of cultivars in irrigated conditions. The LPS showed a significant positive correlation with grain yield and dry matter yield per plant in non-irrigated conditions. The transpiration changed in correlation with LPS in both soil water conditions. However, water use efficiency was correlated positively with LPS only in non-irrigated conditions. These results suggest that LPS could be a breeding criteria to increase the yield per plant under soil water deficit conditions (Wada *et al.*, 1987,1994). Diurnal variation of photosynthetic rate, transpiratory rate, leaf water potential, stomatal resistance and mesophyll resistance of wheat in the Cerrado condition were observed. Measurements of both photosynthesis and leaf water potential are useful indicators of irrigation requirement (Wada *et al.*, 1987, 1995). In these studies, a simultaneous photosynthesis and transpiration measuring system in the field was developed.

Weeds growing in the CPAC field were surveyed in 1979 and more than 60 species were identified. Among them, dominant species to be controlled were *Cenchrus echinatus*, *Digitaria horizontalis*, *Pennisetum setosum*, *Acanthospermum australe*, *Bidens pilosa*, *Emilia sonchifolia*, *Amaranthus spp.*, *Lepidium virginicum*, *Borreria alata*, *Richardia brasiliensis*, *Portulaca oleracea* and *Solanum nigrum*. All of these were not indigenous to the Cerrados. (Yamamoto, 1980). Row spacing and variety of soybean influenced on the weed growth through the shading effect, and composition of weed species was altered as the soybean growth advanced (Izumiyama, 1980).

#### 6) Socio-economic approach to sustainable Cerrado agriculture

The applicability of the Goal Programming Method to planning of agricultural farming in the Cerrados was examined (Horiuchi *et al.*, 1981). Theoretical framework to deal with the sustainability issue and an operative example to evaluate sustainability of cropping behavior based on its economic analysis was presented (Ooe *et al.*, 1994).

### SUSTAINABLE AGRICULTURAL DEVELOPMENT AND NATURAL RESOURCES CONSERVATION IN THE CERRADOS

The on going project "Sustainable agricultural development and natural resources conservation in the Cerrados" has four main research subjects. The first is to evaluate agro-environmental resources of the Cerrados, including quantitative evaluation of natural vegetation and land use by using remote sensing and ecological approaches, estimation of soil erosion in cultivated land, and evaluation of water

quality. Development of technologies to monitor and watch real conditions of natural resources for their conservation is a main concern. The second is to develop and improve technologies to prevent soil degradation by physical, chemical and biological means. Lessening of soil compaction is one of the subject. The third is to develop further integrated pest management. Control of harmful nematodes and soilborne diseases are included. The fourth is to improve the cropping systems. Development of production systems of alternative crops to maintain the field condition sustainable is a main part.

The project, under the concept of "sustainable development harmonized with environment" agreed internationally in Rio de Janeiro in 1992, is an exact translation of the Agenda 21, "Sustainable Agriculture and Rural Development", into action in the Cerrados. For the achievement of the project goal, establishment of a technical information network among the researchers intending to develop technology toward sustainable agriculture is desired. Advices by farmers and other decision makers in agricultural activities for the project are highly appreciated. The multiple cooperation is essentially important for the development of sustainable agriculture.

### REFERENCES

- ABE, N.; COSENZA, G. W. Relatório sobre os ensaios de controle da lagarta elasmó *Elasmopalpus lignosellus* na cultura do trigo em solos de Cerrados. **Trabalhos Técnico-Científicos Desenvolvidos pelo Projeto de Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados do Brasil 1980-1983**, EMBRAPA/CPAC-JICA, p.123-139, 1983.
- ABE, N. ; COSENZA, G. W. Relatório dos ensaios de controle do percevejo em cultura da soja no Cerrado. **Ibid.**, p.143-165, 1983.
- ADAMOLI, J.; FUKUHARA, M.; SILVA, J.A.D. Aplicação de técnicas de sensoriamento remoto no estudo de queimas em pastagens nativas da região dos Cerrados. **Ibid.**, p.269-276, 1983.
- AKAO, S.; VARGAS, M.A.T. A new technique for the inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* in the presence of high populations of indigenous rhizobia in soils: Utilization of antibiotics and antibiotic-resistant strains. **Relatório Técnico do Projeto Nipo-Brasileiro de Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados 1987-1992** EMBRAPA-CPAC/JICA, p.488-494, 1994.
- AKAO, S.; VARGAS, M.A.T. Observation of binding of *Bradyrhizobium japonicum* A1017 to root hair, curling of root hair and infection thread formation by bright and phase contrast microscopy. **Ibid.**, p.495-497, 1994.

- ANDO, T. X-ray fluorescence spectrometry of the Cerrado soils. **Annual Report of The Japan Brazil Agricultural Research Cooperation Project**, Agricultural Development Cooperation Department, JICA, Tokyo, vol.3, p.161-208, 1983.
- ARAI, S.; RESCK, D.V.S. CARDOSO, A.N.; LINHARES, N.W. Quantitative and qualitative characteristics of soil organic matter under Cerrados. **Relatório Técnico do Projeto Nipo-Brasileiro de Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados 1987-1992**, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.477-487, 1994.
- AZEVEDO, L.G.; MACEDO, J.; ADAMOLI, J.; NETTO, J.S.M.; FUKUHARA, M. Avaliação do potencial de imagens LANDSAT na identificação e avaliação dos recursos naturais da região dos Cerrados. **Trabalhos Técnico-Científicos Desenvolvidos pelo Projeto de Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados do Brasil 1980-1983**, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.241-244, 1983.
- FUKUHARA, M.; MADEIRA NETTO, J.S.; ADAMOLI, J.M.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L.G.; VERDESIO, J.J. Desenvolvimento de técnicas de sensoriamento remoto; Aplicações no levantamento de recursos naturais e na agricultura. **Ibid.**, p.239-240, 1983.
- FUKUHARA, M.; MADEIRA NETTO, J.S.; ADAMOLI, J. Processamento fotográfico das imagens LANDSAT para a interpretação da cobertura vegetal na região dos Cerrados. **Ibid.**, p.253-257, 1983.
- FUKUHARA, M.; AZEVEDO, L.G.; BRAGA, R.E.G.; CARNEIRO, P.J.R.; VERDESIO, J. Respostas espectrais de áreas reflorestadas no Distrito Federal (Brasil), usando imagens digitalizadas. **Ibid.**, p.259-267, 1983.
- FUKUHARA, M.; MADEIRA NETTO, J.S.; MACEDO, J.; ADAMOLI, J. Monitoramento do uso da terra através de imagens LANDSAT no Alto Paranaíba (MG). **Ibid.**, p.277-285, 1983.
- FUKUHARA, M.; NETTO, M.J.S.; ADAMOLI, J. Processamento fotográfico das imagens LANDSAT para a interpretação da cobertura vegetal na região dos Cerrados. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, Brasília, 1982. Instituto de Pesquisas Espaciais, v. 3, 1982. p 833-838
- FURUHATA, A; IKE, M. Soil moisture change during the dry season in depression areas of Cerrados Agricultural Research Center field. **Japan. J. Soil Sci. and Pl. Nutr.**, v.55, p.407-414, 1984.
- HAYASAKA, T.; FREITAS Jr., E. On the behaviors of soil moisture and ground water level concerned with the topography in Cerrados. **Annual Report of The Japan Brazil Agricultural Research Cooperation Project**, Agricultural Development Cooperation Department, JICA, Tokyo, v. 5, p.15-51, 1987.
- HAYATSU, M. SUHET, A.R.; KOSUGE, N. Nitrification potential in a Cerrado soil. Relatório Técnico do Projeto Nipo-Brasileiro de Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados 1987-1992, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.498-503, 1994.
- HONDA, Y.; CHARCHAR, M.J.D.A.; IIZUKA, N. Attempts of mechanical transmission and serological tests of bean golden mosaic virus in Brazil. **Ibid.**, p.278-285, 1994.
- HORIE, T.; LUCHIARI Jr. A. Evapotranspiration rates from an irrigated soybean field in Cerrados as measured by energy balance method. **Annual Report of The Japan Brazil Agricultural Research Cooperation Project**, Agricultural Development Cooperation Department, JICA, Tokyo, V. 2, p.149-182, 1981.
- HORIUCHI, K.; SUGAI, Y.; SCOLARI, D.D. Programação Gol e sua aplicação à administração rural. **Ibid.**, V. 2, p.184-211, 1981.
- IGITA, K.; SPEHAR, C.R.; FILHO, G.U. Método para previsão das época de florescimento e maturação da soja em função do fotoperíodo e da temperatura. **Trabalhos Técnico-Científicos Desenvolvidos pelo Projeto de Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados do Brasil 1980-1983**, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.201-215, 1983.
- IGITA, K.; IZUMIYAMA, Y.; SPEHAR, C.R.; FILHO, G.U. Efeito de dosagens de Fósforo no desenvolvimento de cultivares de soja semeada em espaçamento e população diferentes. **Ibid.**, p.219-227, 1983.
- IGITA, K.; SPEHAR, C.R.; FILHO, G.U. Resistência de cultivares de soja a algumas pragas da região dos Cerrados. **Ibid.**, p.231-235, 1983.
- IIZUKA, N.; CHARCHAR, M.J.D.A. Classification of strains of soybean mosaic virus and seed transmissibility. **Relatório Técnico do Projeto Nipo-Brasileiro de Cooperação em Pesquisa Agrícola dos Cerrados 1987-1992** EMBRAPA-CPAC/JICA, p.226-236, 1994.
- IIZUKA, N.; CHARCHAR, M.J.D.A. Identification of some viral diseases of leguminous crops in the Cerrados. **Ibid.**, p.237-247, 1994.
- IKE, M. Influência das profundidades de aração e níveis de aplicação de P e K na abertura do campo, métodos e níveis de adubação e sistemas de semeadura na produção de soja e nas condições do solo de Cerrados. **Trabalhos Técnico-Científicos Desenvolvidos pelo Projeto de Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados do Brasil 1980-1983**, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.169-197, 1983.
- ISHIZUKA, J.; MESQUITA FILHO, M.V. Effects of liming and phosphorus fertilization on status of mineral nutrients in soybean plants grown in the Cerrado soil. **Relatório Parcial do Projeto da Coope-**

- ração em Pesquisa Agrícola nos Cerrados do Brasil 1978-1980, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.221-231, 1980.
- ISHIZUKA, J.; MESQUITA FILHO, M.V. Reexamination of analytical methods for Al and Mo in plant material. *Ibid.*, p.211-217, 1980.
- IWATA, F.; KAWASAKI, H.; DEDECEK, R.A. Estudo de modificação dos métodos de cultivo de soja e trigo no Cerrado. *Ibid.*, p.145-154, 1980.
- IZUMIYAMA, Y. Estudo para o melhoramento do sistema cultural da soja no Cerrado, *Ibid.*, p.129-142, 1980.
- IZUMIYAMA, Y.; SOUZA, P.I.M. Estudo analíticos sobre o crescimento da soja na estação seca e chuvosa. **Relatório Técnico do Projeto Nipo-Brasileiro de Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados 1987-1992**, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.15-45, 1994.
- KAMANO, S.; ALVES, R.T.; KISHINO, K. Criação massal de percevejos por dieta artificial. *Ibid.*, p.196-201, 1994.
- KAWASAKI, H.; IWATA, F.; FILHO, M.V. Desenvolvimento do sistema radicular de soja em solos de Cerrados. **Relatório Parcial do Projeto da Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados do Brasil 1978-1980**, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.157-173, 1980.
- KAWASAKI, H.; IWATA, F.; FILHO, M.V. Distribution of soybean root in Cerrado soils of Brazil-Concentration in upper layers. I. Field survey on soybean root distribution depending on soil types and conditions. *Japan. J. Trop. Agr.*, v.28, p.46-50, 1984.
- KAWASAKI, H.; IWATA, F.; FILHO, M.V. *Ibid.* II. Influence of cropped years after reclamation on soybean root distribution. *Ibid.*, 28, p.51-57, 1984.
- KAWASAKI, H.; IWATA, F.; FILHO, M.V. *Ibid.* III. Effect of deep incorporation of phosphorus and lime on root development and distribution. *Ibid.*, 28, p.82-87, 1984.
- KAWASAKI, H.; IWATA, F.; FILHO, M.V. Concentration of soybean roots in uppermost layers of Cerrado soils of Brazil. *JARC*, v.18, p.260-267, 1985.
- KAWAUCHI, I.; JUNIOR, A.L.; BURLE, M.L. Problems in crop root development in Latosols in the Cerrado region. **Relatório Técnico do Projeto Nipo-Brasileiro de Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados 1987-1992**, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.462-476, 1994.
- KISHINO, K. Estudo da biologia e controle de *Elasmopalpus lignosellus* Zeller (*Lepidoptera, phycitidae*) em região de Cerrado. **Relatório Parcial do Projeto da Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados do Brasil 1978-1980**, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.45-84, 1980.
- KISHINO, K. Estudo sobre percevejos prejudiciais na cultura da soja em Cerrados. *Ibid.*, p.85-127, 1980.
- KISHINO, K.; ALVES, R.T. Pragas que atacam a soja na região dos Cerrados. **Relatório Técnico do Projeto Nipo-Brasileiro de Cooperação em Pesquisa Agrícola dos Cerrados 1987—1992**, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.89-126, 1994.
- KISHINO, K.; ALVES, R.T. Utilização de inimigos naturais no controle de insetos-pragas da soja na região dos Cerrados. *Ibid.*, p.127-155, 1994.
- KISHINO, K.; ALVES, R.T. Ecologia de percevejos que atacam o colmo e a panícula do arroz na região dos Cerrados. *Ibid.*, p.156-179, 1994.
- KISHINO, K.; ALVES, R.T. Ocorrência e biologia de *Diatraea saccharalis* (Fabr. 1794) *Lepidoptera - Pyralidae* em arroz nos Cerrados. *Ibid.*, p.180-195, 1994.
- KOBAYASHI, T.; COSENZA, G.W. Studies on the integrated control of soybean stinkbugs in the Cerrados. **Annual Report of the Japan Brazil Agricultural Research Cooperation Project, Agricultural Development Cooperation Department, JICA, Tokyo, Vol.5, p.307-376, 1987.**
- KOBAYASHI, T. Epidemiology and control of rice blast disease *Piricularia oryzae* Cav. in Cerrado region. *Ibid.*, v. 5, p.245-306, 1987.
- KOSUGE, N.; SUHET, A.R.; BURIE, M.L.; LINHARES, N.W. Avaliação do potencial suprimento de nitrogênio em um solo de Cerrado. **Relatório Técnico do Projeto Nipo-Brasileiro de Cooperação em Pesquisa Agrícola dos Cerrados 1987-1992**, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.347-362, 1994.
- KUBOTA, T.; BRANCO, J.L.C.; IKE, M. Soybean root penetration as affected by the compacted layer in Cerrado Oxisol. *Japan. J. Soil Sci. and Pl. Nutr.*, v. 54, p.389-395, 1983.
- LIN, M.T.; NEMOTO, M.; KITAJIMA, E.W. Infecção de melão e maxixe por vírus do mosaico da melancia-1 e vírus do mosaico pepino em Presidente Wenceslau, SP. **Congresso Brasileiro de Olericultura, 20**, Brasília, **Proceedings**. Brasília: 1980. p.144, 1980.
- MADEIRA NETTO, J.S.; FUKUHARA, M.; ESPINOZA, W. Assinaturas espectrais de quatro variedades de soja. **Trabalhos Técnico-Científicos Desenvolvidos pelo Projeto de Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados do Brasil 1980-1983**, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.245-257, 1983.
- MAKITA, M.; IORCZESKI, E.J. Studies on cropping seasons on some leading cultivars of wheat in Cerrados. I. Cultivation in the rainy season. *Japan. J. Trop. Agric.*, v.30, p.82-87, 1986.
- MAKITA, M.; IORCZESKI, E.J. *Ibid.* II. Cultivation in the dry season. *Ibid.*, p.88-93, 1986.
- MAKITA, M.; ALBRECHT, J.C.; SPEHAR, C.R. Avaliação da tolerância ao alumínio em trigo pelo método da hematoxilina e sua utilização prática. **Relatório Técnico**

- do Projeto Nipo-Brasileiro de Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados 1987-1992, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.46-72, 1994.
- MAKITA, M.; SPEHAR, C.R. Avaliação de tolerância ao alumínio em plântulas de soja e sua utilização. *Ibid.*, p.73-85, 1994.
- MATSUMOTO, R.; ASSAD, E.D.; CASTRO, L.H.R.; LUIZ, A.J.B.; SILVA, A.M.S. Investigation and meteorological analysis on geographical variation in the Brazilian Cerrado area. *Ibid.*, p.319-329, 1994.
- MITSUEDA, T.; CHARCHAR, M.J.D.A. Ecological studies on the stem rot of bean in Cerrado region Brazil. *Ann.Rept. Plant Prot. North Japan*, v.44, p.31-35, 1993.
- MITSUEDA, T.; CHARCHAR, M.J.D.A. Modo do ocorrência do mofo branco *Sclerotinia sclerotiorum* no feijoeiro irrigado na região nos Cerrados. *Relatório Técnico do Projeto Nipo-Brasileiro de Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados 1987-1992*, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.258-270, 1994.
- MIYAZAWA, K.; FIGUEREDO, S.F.; PERES, J.R.R.; ANDRADE, M. Estabelecimento do momento de irrigação em feijão e ervilha baseado em níveis de tensão de água em Latossolo Vermelho-Escuros dos Cerrados. *Ibid.*, p.368-410, 1994.
- MIYAZAWA, K.; FIGUEREDO, S.F.; NETO, J.P.S. Estabelecimento do momento de irrigação em feijão baseado em níveis de tensão de água em areias quartzosas dos Cerrados. *Ibid.*, p.411-433, 1994.
- MORINAKA, T.; NASSER, L.C.B. Monitoramento e identificação de agentes causadores de doenças de arroz *Oryzae sativa* L. na região dos Cerrados. *Ibid.*, p.248-257, 1994.
- MURAKAMI, Y.; ABE, N.; COSENZA, G.W. Parasitoids of scale insects and aphids on citrus in the Cerrado region of Brazil (*Hymenoptera: Chalcidoidea*). *Appl. Ent. Zool.*, v.19, p.237-244, 1984.
- NAKA, S. Test on the method of mechanical soil management for soybean plant in Cerrados. *Annual Report of Japan Brazil Agricultural Research Cooperation Project*, Agricultural Development Cooperation Department, JICA, Tokyo, v. 2, p.133-146, 1981.
- NAKAJIMA, T.; MITSUEDA, T.; CHARCHAR, M.J.D.A. Comparison of symptoms of soybean sudden death syndrome in Cerrados in Brazil with those of the wilt disease of soybean in Japan. *Ann. Phytopath. Soc. Japan*, v.59, p.287, 1993.
- NAKAJIMA, T.; MITSUEDA, T.; CHARCHAR, M.J.D.A. Identification of casual fungi of *Sclerotinia* diseases of legumes in the Cerrados. *Relatório Técnico do Projeto Nipo-Brasileiro de Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados 1987-1992*, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.286-291, 1994.
- NEMOTO, M. Vírus do mosaico das nervuras da mandioca. *Relatório Parcial do Projeto da Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados do Brasil 1978-1980*, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.35-42, 1980.
- NISHIYAMA, K.; CHARCHAR, M.J.D.V.; IIZUKA, N. Bacterial diseases of soybean in Brazil. *Ann. Phytopath. Soc. Japan*, 56, p.151, 1990.
- NISHIYAMA, K.; CHARCHAR, M.J.D.A.; IIZUKA, N. Isolation and identification of bacteria from soybean leaves. *Relatório Técnico do Projeto Nipo-Brasileiro de Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados 1987-1992*, EMBRAPA/CPAC-JICA, p.271-277, 1994.
- OGATA, T.; PEREIRA, J. Studies upon the effect of nitrogen in leguminous green manure on the growth of some main crops in Cerrados. *Annual Report of the Japan Brazil Agricultural Research Cooperation Project*, Agricultural Development Cooperation Department, JICA, Tokyo, v. 5, p.79-137, 1987.
- OHBA, K.; FIGUEREDO, S.F. Seasonal change of di-values and modeling of soil moisture movement in the Cerrado region. *Ibid.*, p.434-452, 1994.
- OOE, Y.; AFFIN, O.A.D. Sustainable agricultural growth and its economic conditions: a case of cropping behavior. *Ibid.*, p.330-337, 1994.
- OSOZAWA, S.; RESCK, D.V.S. Changes in soil physical properties of compacted layer by different plowing methods. *In: INTERNATIONAL SOIL SCIENCE CONFERENCE*, 8., *Proceedings*. Kyoto, 1990. p.305-306.
- OSOZAWA, S.; RESCK, D.V.S. Improvement of compacted layers of Latosols under different plowing systems. *Relatório Técnico do Projeto Nipo-Brasileiro de Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados 1987-1992*, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.453-461, 1994.
- SAKURAI, Y. Resistência de estilosantes à antracnose. *Relatório Parcial do Projeto da Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados do Brasil 1978-1980*. EMBRAPA-CPAC/JICA, p.15-32, 1980.
- SAKURATANI, T.; LUCHIARI Jr, A. Methods for estimating potential evapotranspiration from climatic data in Cerrados. *Annual Report of the Japan Brazil Agricultural Research Cooperation Project*, Agricultural Development Cooperation Department, JICA, Tokyo, v. 3, p.123-154, 1983.
- SHIMANUKI, T. Identification of species and races to the casual agent of *Stylosanthes* Anthracnose in Brazil. *Ibid.*, p.57-62, 1983.
- SHIMAZU, M.; ALVES, R.T.; KISHINO, K. Investigation on entomogenous fungi in the Cerrado region and their utilization for microbial control of pests. *Ibid* p.202-214, 1994.

- SHIOYA, T.; FOLLE, S.M. Soil compactness and root development as influenced by operation of agricultural machineries in Cerrados. **Annual Report of Japan Brazil Agricultural Research Cooperation Project, Agricultural Development Cooperation Department, JICA, Tokyo, v. 2, p.89-94, 1981.**
- SONKU, Y. Investigação sobre a incidência e evolução das doenç as importantes em principais culturas dos Cerrados. **Trabalhos Técnico-Científicos Desenvolvidos pelo Projeto de Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados do Brasil 1980-1983, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.11-59, 1983.**
- SONKU, Y.; SAKURAI, Y.; SHIMANUKI, T. Resistência de cultivares e linhagens de *Stylosanthes*   antracnose e metodologia de teste em plântulas. **Ibid.**, p.63-120, 1983.
- SONKU, Y. Occurrence of plant diseases of upland crops in Cerrado in Brazil, a newly cultivated area. **Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu, v.30, p.79-82, 1984.**
- TANIWAKI, K.; FOLLE, S.M.; FRANZ, C.A.B. Development of laboratory automation system for the performance test of agricultural machineries. **Relatório Técnico do Projeto Nipo-Brasileiro de Cooperação Pesquisa Agrícola nos Cerrados 1987-1992, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.295-299, 1994**
- TANIWAKI, K.; FOLLE, S.M.; FRANZ, C.A.B. Implementation of a system for determining tractor fuel consumption and velocity. **Ibid.**, p.300-303, 1994.
- TANIWAKI, K. Laboratory automation. **Ibid.**, p.308-316, 1994.
- TOMARI, I. Agrometeorological research and its measuring technique. **Annual Report of The Japan Brazil Agricultural Research Cooperation Project, Agricultural Development Cooperation Department, JICA, Tokyo, v. 2, p.58-61, 1981.**
- WADA, M.; CARVALHO, L.J.C.B.; RODRIGUES, G.C.; ISHII, R. Cultivar differences in leaf photosynthesis and grain yield of wheat under soil water deficit conditions. **Jpn. J. Crop Sci.**, v. 63, p.339-344, 1994.
- WADA, M.; CARVALHO, L.J.C.B.; RODRIGUES, G.C.; ISHII, R. On the simultaneous measuring system of photosynthesis and transpiration in the field. **Annual Report of The Japan Brazil Agricultural Research Cooperation Project, Agricultural Development Cooperation Department, JICA, Tokyo, v. 5, p.199-215, 1987.**
- WADA, M.; CARVALHO, L.J.C.B.; RODRIGUES, G.C.; ISHII, R. Diurnal variation of photosynthesis, transpiration and water potential of wheat in the Cerrados. **Ibid.**, v. 5, p.219-228, 1987.
- WADA, M.; CARVALHO, L.J.C.B.; RODRIGUES, G.C.; ISHII, R. Diurnal change in leaf photosynthesis of spring wheat under dry conditions. **Proceeding of the 2nd Asian Crop Science Conference 1995.** (in press).
- YAGINUMA, K.; ALVES, R.T.; KISHINO, K. Isolation and use of entomogenous fungi in Cerrados for the control of insect pests. **Relatório Técnico do Projeto Nipo-Brasileiro de Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados 1987-1992, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.215-225, 1994.**
- YAMAGUCHI, T.; VARGAS, M.A.T.; JUNIOR, A.L.; KOSUGE, N. Attempts to measure N<sub>2</sub>O using a Brazilian made chromatograph. **Ibid.**, p.504-516, 1994.
- YAMAMOTO, H. Basic studies for weed control of cultural fields in Cerrados. **Relatório Parcial do Projeto da Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados do Brasil 1978-1980, EMBRAPA-CPAC/JICA, p.181-183, 1980.**
- YASUDA, Y. Application of remote sensing on Cerrado regional evaluation. **Annual Report of The Japan Brazil Agricultural Research Cooperation Project, Agricultural Development Cooperation Department, JICA, v. 3, p. 209-236, 1983.**
- YOSHIDA, T. The root growth of crop plants. **Annual Report of The Japan Brazil Agricultural Research Cooperation Project, Agricultural Development Cooperation Department, JICA, v. 2, p. 1-9, 1981.**
- YOSHIDA, T. Aluminium toxicity to the root of crop plants. **Ibid.**, v. 12, p.10-18, 1981.

# CONTRIBUTION OF CIAT TO THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE CERRADOS

RAÚL R. VERA<sup>1</sup> and MIGUEL A. AYARZA<sup>1</sup>

The initial contributions of CIAT to research and development in the Cerrados date back to 1972, and were initially focused on training of Brazilian researchers, extensionists and educators on rice improvement. Thereafter, training diversified to include cassava, beans, tropical forages, biotechnology, seed multiplication, training and communications and natural resource management. Training also involved into more specialized disciplinary areas. During the period 1972 - 1995, a total of 671 Brazilian specialists participated in training activities, of which approximately 350 had direct connections to R&D in the Cerrados. In the last decade, and associated with the large installed institutional capacity, an increasing number of Brazilian scientists became involved in training specialists from other countries in events jointly organized with CIAT.

Throughout the 80's and 90's numerous joint research activities were undertaken in the Cerrados between various EMBRAPA Centers, EMATER, several Universities, other Brazilian R&D organizations and CIAT. Many of them concentrated on germplasm collection, selection and breeding. CIAT became involved in Brazil's National Bean Evaluation Network in 1976, and as consequence of screening and breeding activities undertaken jointly with EMBRAPA - CNPAF and others, 47 improved cultivars were released until 1995, 7 which specially selected for the Cerrados. CIAT's Bean Program has also participated in the meetings of the Comissão Técnica Regional do Centro Oeste (CTR II) among others, where the results of the network evaluation are discussed and a list of recommended cultivars are issued every year. The impact of new varieties such as EMGOPA 201-Ouro and others were assessed during 1990 in the states of GO, MS, ES and RJ; the estimated impact amounted to US\$ 15.5 million (Teixeira *et al.*, 1994). A parallel study for the savannas estimated the

benefits derived from selection for disease resistance, exploitation of the meso-american gene pool for yield improvement, and from improved adaptation to low P soils (Pachico & Ruiz de Londoño, in press).

Similar approaches have been followed with other commodities. CIAT has been closely working with EMBRAPA - CPAC in the evaluation of improved pastures; in fact, CPAC constitutes the coordinating node of the RIEPT - Savannas network. Collaboration with several other EMBRAPA Centers, State organizations and others in the widespread testing of improved forage grasses and legumes for the Cerrados led to release by EMBRAPA of five improved forage grass cultivars, and also of five legume cultivars. CIAT's collaboration with EMBRAPA - CENARGEN has had a most important role in the collection and initial characterization of forage species native to the Cerrados. Several hundred accessions of native species have been distributed for testing throughout Latin America, Africa and S.E Asia; similarly, several thousand accessions have been introduced from other countries to Brazil for local testing. Very important current strategic research activities include the genetic studies of *Brachiaria* crosses and hybrids and characterization of its apomixis gene carried out with EMBRAPA - CNPQC, and ongoing collections of wild *Arachis* species with EMBRAPA - CENARGEN. Important spin-offs of CIAT's led distribution of Brazilian forage cultivars throughout Latin America, are the widespread adoption of some of these species and the opening up of seed markets in many tropical countries for Brazilian seed producers. The economic benefits have not been quantified as yet but the evolution from initial collection and testing, to the release into international commercial markets illustrates well the dynamic nature of CIAT's interaction with Brazilian organizers.

<sup>1</sup> Tropical Lowlands Program, CIAT, Cali, Colombia.

Collaboration with various Brazilian institutions in the improvement of upland rice for the Cerrados is more recent, but has already led to the release of cv. Progresso in the state of Mato Grosso in 1994. Main features of this cultivar evaluated initially with EMBRAPA - CNPAF are adaption to the acid soils of the Cerrados, good grain quality and high yield potential., traits that are deficient in the varieties available for that region. Other materials, both of Brazilian and of overseas origin, are under evaluation in the respective networks, and there are already plans to release two new cultivars that will allow diversification of this important crop. There is also cooperation with CNPAF in strategic research of continental importance. The identification of traits in rice that are of possible relevance for upland rice varieties adapted to crop-pasture rotations is one such example.

Approaches similar to those described above have been applied to the screening of improved cassava varieties, although in this case, most of the effort is concentrated in the NE of Brazil.

During the last decade, increased emphasis has been placed on joint research activities around natural resource management. These initiatives were pioneered by the now well known classification of the land resources of Tropical America led by T. Cochrane, conducted in the early 80's and published jointly by EMBRAPA-CPAC and CIAT, (Cochrane *et al.*, 1985). More recently, a joint EMBRAPA-CPAC/CIAT effort, soon enlarged to include various other Centes such as CNPAF, CNPGC, CNPGL, CNPMS and CNPS among others, developed a detailed classification of land use in the Cerrados, including biophysical and socioeconomic traits (Jones *et al.*, 1992). This process led to identifying sites of high priority for the conduct of further research on the development of sustainable land uses for the Cerrados. Within the

limitations of existing financial resources, ground truthing of the findings and further bioeconomic characterization of some of the sites are presently ongoing with EMBRAPA - CPAC, the Federal University of Uberlandia, and various cooperatives and other occasional cooperators. Eventually, these studies will allow the institutions involved, to generate simulated development scenarios for representative parts of the Cerrados, and to quantitatively assess tradeoffs between equity, resource conservation and productivity.

## LITERATURA CITADA

- COCHRANE, T.T.; SANCHEZ, L.G.; AZEVEDO, L.G. de; PORRAS, J.A.; GARVER, C.L. Land in Tropical America. 3 volumes/ A Terra na América Tropical/3 volúmenes. CIAT/EMBRAPA 1985.
- JONES, P.G.; RINCÓN M.; CLAVIJO, L.A. With the collaboration of J. MACEDO and B. PINHEIRO. Area Classification and Mapping for the Cerrados Region of Brazil. 1992. (2nd draft, unpublished).
- PACHICO, D.; RUIZ de LONDOÑO, N.. The economic returns to bean research for different growing environments in Latin America. *In: VOYSEST, O., ed., Crop growing situations as a framework for integrated bean and natural resources research.* 1995 (in press).
- TEIXEIRA, S.M.; JANSSEN, M.; THUNG, M. Impacto da adoção de cultivares de feijão em Estados seleccionados do Brasil. *In: TEIXEIRA, S.M. THUNG, M., eds., Socioeconomia e tecnologias de produção.* O caso das cultivares melhoradas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). EMBRAPA-SPSB. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 186 p.
-

# UTILIZAÇÃO DA PESQUISA-DESENVOLVIMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR DA REGIÃO DE SILVÂNIA, BRASIL<sup>1</sup>

FRANÇOIS BERTIN<sup>2</sup>

Este projeto, desenvolvido desde 1987 no município de Silvânia, (3 000 km<sup>2</sup>, 18 000 habitantes, 2 000 exploradores agrícolas, 85% dos quais classificados como pequenos e médios produtores) está localizado no Estado de Goiás, a 80 km ao sudoeste de Goiânia.

Se torna necessário definir e testar métodos de desenvolvimento específicos para os pequenos e médios produtores, buscando ganhos de eficácia tanto ao nível do funcionamento técnico-econômico das explorações agrícolas, como ao nível da organização dos serviços de desenvolvimento.

Os principais eixos de investigação se concentram na organização dos produtores, no equipamento das explorações, na adaptação de tecnologias e no conselho de gestão.

A organização dos produtores, principalmente a conformação de associações capazes de constituir uma parceria de desenvolvimento (financiamento, assistência técnica) mostrou rapidamente ser uma solução adaptada aos pequenos e médios agricultores da região, sempre confrontados a um isolamento econômico e técnico.

Desde 1987 foram estruturadas, além de uma central municipal das associações, cerca de trinta associações, compostas de vinte e cinco a trinta produtores cada. Tais organizações foram equipadas com meios de produção: meios motorizados de trabalho do solo e de transporte, pequenas cadeias de transformação agro-alimentar, equipamento de inseminação artificial, etc. Tendo aproveitado as condições de financiamento mais favoráveis durante os anos 90 a 93, as organizações se equiparam rapidamente e os novos meios adquiridos permitiram a diversificação dos serviços destinados aos exploradores agrícolas (insumos, comercialização de certos produtos, financiamentos, formação-informação). Assim, compras coletivas são organizadas: elas concernem principalmente os insumos agrícolas (sementes, adubos, calcário) mas também os bens e

os produtos de consumo. Financiamentos de investimento, colocados à disposição dos agricultores sob forma de créditos individuais em caução solidária, permitiram que muitas unidades de produção se equipassem com pequena mecanização (aparelhos de tratamento fitossanitário, instrumento de tração animal, etc.) e animais. Em certos casos, valores adicionados são encontrados através do desenvolvimento de atividades de transformação e de comercialização de produtos agrícolas (produtos lácteos, doces, farinha de mandioca etc.). Também são organizadas formações, informações e animações para agricultores e jovens, sobre práticas técnicas e econômicas, organização coletiva das atividades, sobre a vida cultural e associativa, etc.

A busca de ganhos de eficácia para as explorações agrícolas é analisada de maneira global e integrada, no sentido que, por um lado, toda modificação tecnológica deve ser posta no contexto do conjunto da exploração agrícola e que, por outro lado, a informação técnica é indissociável da informação econômica da qual constitui sanção.

No âmbito do projeto, um dispositivo de conselho de gestão foi testado, e se compõe de um sistema de elaboração de referências local, de um sistema de validação local de tecnologias e de um sistema coletivo de conselho. A identificação das técnicas agrícolas e de suas validades locais se realiza pela elaboração de uma rede de fazendas de referências. Diversas explorações agrícolas são selecionadas segundo a situação social do produtor e as características edáficas da exploração agrícola. Uma avaliação precisa de práticas de produtores e uma validação de técnicas novas são efetuadas a partir de índices técnico-econômicos. As experiências prometedoras são formalizadas. Um técnico contratado pela Central das associações administra estes dados sob forma de banco de dados de informação informatizado e os utiliza

<sup>1</sup> Projeto de pesquisa-desenvolvimento da EMBRAPA-CPAC em cooperação com o CIRAD-SAR.

<sup>2</sup> Representante do CIRAD no Brasil.

como suporte de discussão e de formação para os grupos de produtores. Mesmo se a maior parte das tecnologias discutidas têm sua origem nas práticas de produtores ou nas experiências adquiridas por instituições de pesquisa, novas técnicas são introduzidas e testadas, especialmente aquelas que visam a aumentar os rendimentos, minimizando, ao mesmo tempo, os impactos negativos sobre o meio-ambiente (semeio direto, agricultura e pecuária, gestão da fertilidade, etc.).

Atualmente, a central de produtores, com o apoio da EMBRAPA, passou a substituir a EMATER, no serviço de divulgação, em numerosos pontos: definição e acompanhamento de projetos de investimento individuais e coletivos, apoio à gestão de unidades coletivas de mecanização, apoio aos grupos femininos. O escritório local da EMATER concentra suas atividades, desde então, na formação e informação dos agricultores, na organização de eventos agrícolas e na produção de documentos de divulgação.

Uma avaliação desta operação foi realizada em novembro de 1994 pelo INRA-SAD (Instituto Nacional francês de Pesquisa Agropecuária e Departamento de Sistemas Agrários e Desenvolvimento) e pela EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina-Florianópolis).

As razões do sucesso desta operação são várias. Primeiramente, a origem dos agricultores, entre os quais os laços familiares são muito freqüentes, e a existência de práticas sociais comunitárias (trabalho, investimento, distrações) facilitam muito a definição de uma estrutura de trabalho coletiva e o estabelecimento de regras de caução solidária. Em seguida, a fragilização progressiva das instituições de apoio agrícola (EMATER) somada a uma oportunidade de financiamento subvencionado reforçam o interesse dos produtores em se organizar e administrar de maneira mais direta seu próprio acompanhamento. Além do mais, a existência de uma forte tradição agrícola entre os produtores da região torna fecunda a pesquisa de referências locais e permite verdadeiramente alimentar a reflexão técnica dos produtores. Enfim, o relativo questionamento pelos responsáveis da instituição de pesquisa (EMBRAPA), de sua concepção sobre a modernização da agricultura, e sobretudo sobre o papel da pequena e média agricultura neste processo, em coerência com o fortalecimento das iniciativas do governo federal no sentido da redução da miséria urbana e rural, dá uma legitimidade a esta operação de pesquisa muito finalizada, ao mesmo tempo em que assegura a sua mediatização.

Quanto ao processo de pesquisa e desenvolvimento, as atividades se orientam atualmente sobre a definição e a avaliação de métodos de planificação local, associando as autoridades municipais e os vários agentes econômicos e sociais locais: exploradores agrícolas, pequenos artesãos e comerciantes. Os resultados esperados destas atividades são, por um lado, a identificação dos investimentos sociais prioritários e a definição de sua localização, e por outro, a criação de oportunidades de valorização dos produtos agrícolas através de

intervenção nas cadeias agrícolas.

De imediato esta operação interessou muito aos serviços centrais da pesquisa agropecuária federal (EMBRAPA), os poderes políticos (MARAA) e as organizações sociais e políticas (CONTAG). Uma convenção foi assinada, em fevereiro de 1995, para estudar as condições de reprodutibilidade de tal experiência em grande escala, nas cinco grandes regiões do Brasil. A EMBRAPA desenvolveu um programa nacional sobre a agricultura familiar, conduzido com o apoio do CIRAD, para abordar de maneira mais sistemática a questão da modernização da agricultura familiar no Brasil numa ótica de eco-regionalidade.

Porém, os sucessos reconhecidos devem ser relativizados, a durabilidade da experiência local ainda não está assegurada e as condições de sua propagação precisam ainda ser bem definidas. Para novas metas, novos desafios. Se o novo dispositivo permitiu a formulação de um certo número de respostas, permitiu também o aparecimento de novas questões. A organização dos produtores como escolha estratégica para uma nova redefinição da organização dos serviços de desenvolvimento e a promoção de um serviço de conselho de gestão permitem diversificar os serviços e levar melhor em conta os objetivos dos agricultores. Mas problemas importantes aparecem quanto à administração financeira e administrativa das organizações, à adaptação do âmbito legislativo das associações, à organização dos serviços de referências a uma escala pertinente, à adaptação de instrumentos de conselho adaptados ao público e à um controle de métodos para os agentes técnicos encarregados do conselho.

O problema de financiamento das associações, e mais ainda de seus organismos federativos (Centrais das associações, Federação das Centrais) constitui atualmente um dos mais sérios problemas da difusão do dispositivo. Enquanto as associações podem mais ou menos se financiar a partir de projetos que beneficiam de empréstimos bancários e de prestações de serviços realizados junto aos agricultores, a central das associações não beneficia praticamente de qualquer meio de financiamento regularizado e se vê obrigada a buscar ajuda junto a organismos exteriores (instituições públicas ou parapúblicas, ONG, cooperação internacional). Os trabalhos atuais sobre as organizações de produtores, além do mais, que é ilusório imaginar uma certa substituição dos poderes públicos pelas organizações camponesas na gestão do desenvolvimento rural fora de qualquer sistema de ajuda financeira por parte do Estado. A reflexão sobre a organização do desenvolvimento rural é, portanto, indissociável daquela sobre o financiamento dos organismos profissionais agrícolas.

O âmbito legislativo das associações de produtores é também um problema central que condiciona a reprodutibilidade do dispositivo. As atividades de valorização dos produtos e as estratégias comerciais são atualmente freadas pelo estatuto de organismo sem fins lucrativos. A fim de permitir uma evolução favorável das associações no sentido de uma melhor inserção no mercado capaz de garantir um fornecimen-

to de produtos transformados de melhor qualidade e de uma profissionalização dos agricultores, é necessário dotar as associações de produtores de estatutos de coerência com as atividades econômicas. A disjuntiva é aqui a seguinte: deve-se abandonar o estatuto de associação, em benefício do de cooperativa, correndo assim o risco de aumentar os problemas de gestão administrativa e financeira ou deve-se definir um novo estatuto coerente com as particularidades dos aderentes que os integram?

O projeto Silvânia é uma operação piloto, a definição e a implantação de um sistema de coleta de referências locais só tem senso do ponto de vista experimental. Reconhecer o interesse de referências locais para a orientação dos agricultores dentro de um casto dispositivo de assistência técnica levanta a questão de sua institucionalização. Levantam-se então problemas de escolha de instituições suscetíveis de abrigar um tal serviço, da definição das modalidades de constituição de uma rede de fazendas de referências em larga escala (estruturação do meio físico, tipologia das explorações agrícolas, estratificação das amostras, etc.), da organização da produção de referências, e da definição dos métodos de sua

difusão e de sua utilização.

O conselho de gestão é um campo de investigação permanente. Ele implica em uma pesquisa de base sobre os processos de decisão em agricultura, uma pesquisa em instrumentação para elaborar instrumentos de ajuda em tomadas de decisões e uma pesquisa adaptativa sobre a elaboração e a experimentação de dispositivos de conselho. Uma operação de pesquisa-desenvolvimento tal a do projeto Silvânia, constitui somente um terreno de aplicação deste tipo de pesquisa, e os resultados obtidos não podem ser considerados como avanços parciais e locais. Querer difundir a experiência adquirida implica em reforçar este campo de investigação que, no Brasil, continua ainda a ser amplamente marginal entre as preocupações das instituições de pesquisa e de desenvolvimento em agricultura.

O projeto Silvânia continua portanto a ser um projeto de pesquisa. Ele deve permitir a abordagem destas novas questões, que constituem-se em grandes desafios para a adaptação de métodos capazes de permitir aos agricultores de se assumirem melhor e de maneira mais autônoma, dentro de uma configuração institucional renovada.

# PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES DO ORSTOM PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTADO DOS CERRADOS

MAURICE LOURD<sup>1</sup>

Para que a atuação do ORSTOM seja bem posicionada dentro do quadro da cooperação internacional entre a EMBRAPA e a França, é necessário apresentar de maneira sintética as principais características do instituto.

## O ORSTOM EM ALGUMAS PALAVRAS

### Identidade

O ORSTOM, Instituto Francês de Pesquisa Científica para o Desenvolvimento em Cooperação, é um estabelecimento público de caráter científico e tecnológico, sob tutela conjunta do Ministério da Educação Nacional e do Ministério das Relações Exteriores e da Cooperação.

Com um orçamento de mais de um bilhão de francos franceses (US\$ 190 milhões) e 2.600 funcionários, entre os quais 1500 pesquisadores, engenheiros e técnicos, o Instituto desenvolve pesquisas sobre os meios intertropicais através de implantações distribuídas em 40 países.

O ORSTOM oferece a seus parceiros diversos programas e uma experiência a partir de **quatro grandes temas**:

- meio ambiente e grandes ecossistemas;
- agricultura em meios tropicais frágeis;
- meio ambiente e saúde;
- homens e sociedades em mutação.

*Cinco departamentos científicos* elaboram e implantam os programas executados pelas equipes, que, por sua vez, dependem de 36 unidades de pesquisa reunidas nos cinco departamentos.

### Departamento TOA - Terra Oceano Atmosfera

As operações de desenvolvimento aplicam-se a escalas espaciais e temporais limitadas: local e regional para o espaço, e do ano ao século para o tempo.

A problemática do departamento TOA é adquirir os co-

nhecimentos de base sobre certos elementos do meio natural, que são a Terra, o oceano e a atmosfera, interpretá-los em escalas adaptadas e de uma maneira realista, e direcioná-los ao desenvolvimento.

Os programas desenvolvidos nas seis unidades de pesquisa (UR) englobam as seguintes grandes temáticas:

- variabilidade e evolução do meio ambiente natural;
- geodinâmica e riscos naturais;
- recursos marinhos vivos e seu meio ambiente.

### Departamento DEC - Águas Continentais

O departamento de Águas Continentais interessa-se pela fase terrestre do ciclo da água, nos planos qualitativo e quantitativo, tanto em seus aspectos físico quanto biológico e humano. Suas atividades podem ser consideradas segundo três direções:

- do inerte ao vivo;
- da micro à macro escala (escalas espaciais e temporais);
- do conhecimento do meio ambiente ao seu gerenciamento.

Os programas de suas quatro unidades de pesquisa se orientam em volta de dois eixos:

- processos e mecanismos do funcionamento dos sistemas continentais naturais e antrópicos;
- gerenciamento e valorização dos sistemas aquáticos continentais.

### Departamento MAA - Meios e Atividade Agrícola

O objetivo do departamento MAA é o estudo das relações entre as atividades agrícolas, os povoamentos humanos e o meio ambiente, na perspectiva de um desenvolvimento sustentável.

As nove unidades de pesquisa do departamento podem ser analisadas segundo quatro eixos:

- dinâmica e sistemas ecológicos naturais e antropizados;

<sup>1</sup> Diretor de pesquisa em Fitopatologia, Representante do ORSTOM no Brasil, Caixa Postal 09747, Brasília, DF 70001-970, Brasil, e-mail orstom@cnpq.br

- conhecimento e utilização da biodiversidade tropical aplicada à melhoria das plantas, à utilização dos microorganismos e à limitação dos parasitas e das pragas;

- biotecnologias aplicadas à produtividade vegetal, às bioconversões e à luta biológica;

- dinâmicas agrárias e sociais; caracterização dos espaços regionais.

#### **Departamento DES - Saúde**

O departamento está estruturado em cinco unidades de pesquisa:

- doenças infecciosas e parasitárias;

- meio ambiente e saúde;

- sociedades - populações - saúde;

- condições de melhoria nutricional;

- substâncias naturais de interesse terapêutico.

#### **Departamento SUD - Sociedade Urbanização Desenvolvimento**

As pesquisas do departamento SUD tratam dos sistemas sociais e econômicos, das redes urbanas e migratórias, das regiões e identidades culturais nos países do Sul, confrontados com problemas de desenvolvimento ou de subdesenvolvimento. Na sua visão dos problemas, os pesquisadores dão prioridade à escala macroscópica.

As cinco unidades de pesquisa orientam-se segundo três eixos:

- componentes históricos e culturais do desenvolvimento econômico;

- Estado, modernidades econômicas e sociais;

- redes, mobilidades, cidades.

## **O ORSTOM NO BRASIL**

O ORSTOM está presente no Brasil há mais de 30 anos. Dois Acordos Gerais regem o essencial de suas atividades no país: um com o CNPq (Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Tecnológica), que tem hoje 11 projetos, e outro com a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), que comporta 5 projetos. A implantação ORSTOM no Brasil é a segunda em importância pelo número de pesquisadores envolvidos e orçamento destinado. Suas atividades são uma compilação da totalidade das competências do Instituto, pois todos os Departamentos estão presentes no Brasil, a saber:

- 30 pesquisadores,

- distribuídos em 13 Unidades de Pesquisa,

- trabalhando em 17 programas,

- nos cinco campos de atividades do ORSTOM,

- com parceiros em universidades, institutos de pesquisa e de desenvolvimento, organismos federais, etc.,

- orçamento 1994: 33 milhões de FF (aproximadamente 5,5 milhões de US\$).

Desde o início da sua presença no Brasil, o ORSTOM participou de 5 projetos voltados ao estudo dos cerrados, em cooperação com a EMBRAPA (CPAC e DIN de Brasília,

SNLCS-CRCCO de Goiânia e Rio de Janeiro) e a Universidade de Brasília (UnB). Eles são relacionados com as áreas científicas, como geografia, geologia, hidrologia, pedologia e informática. Dos 5 projetos, 4 contribuíram para produção de conhecimentos necessários ao desenvolvimento sustentável da região dos Cerrados. Eles se referem a estudos sobre os solos, as águas e as paisagens. As grandes linhas e os principais resultados de cada um desses projetos são as seguintes.

### **PROJETO "COORDENAÇÃO DAS ATIVIDADES DE PROCESSAMENTO DE DADOS DE RECURSOS NATURAIS NO ÂMBITO DO SISGEO, SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS SOBRE O MEIO AMBIENTE RURAL NO BRASIL"**

Localização: Departamento de Informática da EMBRAPA, Brasília, e outros centros de pesquisa da EMBRAPA, como CPAC-Brasília, SNLCS-Rio de Janeiro, CPATB-Pelotas, CPATSA- Petrolina, CPATU-Belém.

Pesquisadores do ORSTOM : Patrick Séchet e Gérard Cochonneau, analistas de sistemas, Daniel Cardon, agroclimatologista, Georges Fotius, botânico, e Philippe Waniez, geógrafo.

Pesquisadores brasileiros: Antenor Turazi, chefe do DIN, Tatiana de A.S. Diniz, Paulo Renato F. Franz, Jorge Olmos Larach, Jerônimo Cunha Almeida, Irenice Alves Rodrigues, Eduardo Assad e José da Silva Martins.

Duração do projeto: de 1984 a 1992.

O projeto SISGEO é uma continuação lógica e ambiciosa do SISOLOS, banco nacional de dados pedológicos realizado conjuntamente pelo SNLCS/EMBRAPA e o ORSTOM. A equipe de SISGEO adotou, desde o início, um caminho original, baseado sobre alguns princípios fundamentais, como:

- a realização progressiva do sistema através de módulos temáticos autônomos;

- a constituição de equipes mistas de desenvolvimento de módulos, envolvendo analistas de sistemas e especialistas temáticos;

- a idealização de cada sistema temático sobre a base de módulos locais agregados a um módulo central único;

- a adoção de um método de desenvolvimento rigoroso e formalmente documentado.

#### **Principais resultados**

Este trabalho resultou na operacionalização de 5 módulos "softwares", utilizáveis em microcomputadores PC ou compatíveis, para armazenar, criticar e analisar dados do meio ambiente seguindo um padrão nacional definido pelo especialistas temáticos da EMBRAPA:

**SISCLIMA:** sistema de dados climáticos;

**SISMAPAS:** sistema de processamento de documentos

cartográficos;

**SISFITO:** sistema de processamento de dados fitoecológicos;

**SISSOLOS:** sistema de processamento de dados pedológicos;

**SISPRAGAS:** sistema de informação fitossanitária, limitado aos insectos de importância econômica no sistema produtivo agrícola.

Estes “softwares” podem ser utilizados em qualquer ecossistema brasileiro. No que diz respeito aos Cerrados, o SISCLIMA é o mais usado, para processar os dados das duas estações climatológicas do CPAC.

Além de programas operacionais de processamento de dados, uma importante literatura foi produzida durante a realização deste projeto, tanto sobre o método (linguagem PASCAL) e a estratégia utilizados para a elaboração dos módulos, como sobre as aplicações obtidas para cada área considerada.

De maneira paralela, foi elaborado o módulo temático de informações socio-econômicas SISECSO, cujo objetivo é a cartografia e a interpretação dos dados socio-econômicos de todo o país. Esse banco contém uma quantidade de dados consideráveis. Para os 843 municípios da região dos Cerrados, dispõe-se de aproximadamente 2000 variáveis relativas à demografia e às atividades econômicas. O primeiro produto oriundo da utilização desse banco de dados foi o “Atlas dos Produtos Agropecuários dos Cerrados”, publicado em 1988. Depois foi publicado o livro de P. Waniez (1992) “Os Cerrados, um Espaço Fronteiriço Brasileiro”. Essa publicação analisa sucessivamente: numa primeira parte, a formação e a organização de um espaço fronteiriço; e numa segunda parte, a diferenciação espacial da produção agrícola em relação com o ecossistemas naturais. Assim, o livro constitui uma importante fonte de informações, análises, modelos e interpretações cartográficas dos Cerrados.

Vale salientar também a base de dados SISSOLOS resultante do trabalho ORSTOM/SNLCS, anterior ao projeto SISGEO. Esta base, apesar de pouco acessível por estar implantada em computador “mainframe”, contém os dados descritivos e os resultados de análises físicas e químicas de centenas de perfis realizados na região dos Cerrados.

-----

## **PROJETO “RECONHECIMENTO DOS SOLOS SOB VEGETAÇÃO DE CERRADOS E SUA RELAÇÃO COM A PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS EM FUNÇÃO DAS PRÁTICAS CULTURAIS E DE CONSERVAÇÃO”**

Localização: Coordenação Regional Centro-Oeste do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos So-

los da EMBRAPA (SNLCS-CRCSO), Goiânia e Rio de Janeiro.

Pesquisador do ORSTOM: Philippe Blancaneaux

Parceiros responsáveis pelo projeto: Leo D'Arc da Costa e Paulo C. de Freitas

Duração do projeto: início em janeiro de 1990 e em andamento.

As pesquisas foram desenvolvidas principalmente no Cerrado do Estado de Goiás, sobre os solos ferralíticos vermelho-escuros (latossolos vermelho-escuros) ou vermelho-amarelos (latossolos vermelho-amarelos), que são os solos mais procurados atualmente para exploração agrícola. Contudo, várias observações também foram feitas nos Estados de Minas Gerais, Tocantins, Bahia e Mato Grosso.

### **Principais resultados**

#### **1. Inventário e expressão cartográfica dos recursos minerais**

Os resultados desses diferentes trabalhos de inventário e de caracterização do meio físico são atualmente aplicados:

**1.1. Na região de Silvânia**, nas pesquisas desenvolvidas no âmbito do projeto intitulado « *Zoneamento Agroecológico como Instrumento da Pequena Agricultura* », conduzido pelo CPAC (José Madeira).

**1.2. Na região de Morrinhos**, na Bacia Hidrológica Piloto de Goiás. Numerosos trabalhos de campo foram feitos na bacia hidrológica, permitindo uma discussão dos resultados e a demonstração das técnicas preconizadas.

#### **2. Análise dos fatores e mecanismos que provocam as modificações de estruturas dos Solos Ferralíticos dos Cerrados do C.O. do Brasil**

Essa pesquisa se refere à caracterização das modificações de comportamento dos solos submetidos a diferentes sistemas culturais. Para isso, após uma caracterização detalhada dos solos e de sua organização nas diferentes escalas macro e micro (da paisagem ao perfil), são identificados os principais mecanismos de sua transformação resultante do efeito das práticas e dos sistemas culturais diversos (preparação do solo, manejo das culturas, etc), em condições de irrigação ou não, assim como da recuperação de pastagens degradadas.

Esses diferentes trabalhos resultaram:

**2.1. Na implantação de uma metodologia, o Perfil Pedológico Antropizado**, baseada na caracterização detalhada da organização estrutural dos solos em campo, completada por determinações analíticas de laboratório, que se reportam às características físicas, químicas, mineralógicas e biológicas dos solos. Ela permite uma avaliação comparativa dos estados morfoestruturais de solos variados, submetidos a diferentes sistemas culturais (técnicos e instrumentos agrícolas diversos).

**2.2. Na aplicação dessa metodologia** em diferentes solos, sob diferentes modos de preparação e de manejo das culturas, assim como às pastagens degradadas e em curso de

recuperação. Os trabalhos compreendem a comparação entre diferentes tipos de preparação das terras, de técnicas culturais, de instrumentos agrícolas, para culturas econômicas diversas, principalmente a soja, o milho, o arroz, o feijão, ou pastagens. Os resultados são promissores, sobretudo no que se refere às práticas culturais sugeridas. É assim que o **Plântio-Direto** foi preconizado como modo de manejo dos Cerrados e poderia ser um sistema alternativo economicamente viável.

---

## PROJETO “BIOFUNCIONAMENTO DE SOLOS DA REGIÃO DE CERRADOS”

Localização: Universidade de Brasília, Departamento de Agronomia (UnB/EAG).

Pesquisadores do ORSTOM: Michel Brossard, pedólogo

Pesquisadores brasileiros: Maria Leonor Lopes Assad, agrônoma.

Duração do projeto: iniciou em 1995.

O **objetivo** do programa é de caracterizar amostras de pedomateriais e da macrofauna edáfica coletados, visando a definição de modelos de biofuncionamento de solos sob diferentes modos de uso (áreas nativas e agrossistemas).

A realização do trabalho comportará as seguintes fases:

- estudo morfológico e físico de solos sob diversos modos de uso,

- mineralogia e química de amostras selecionadas nos sítios previamente descritos,

- estudo da macrofauna edáfica em diferentes áreas.

**Resultados** em andamento:

Coleta de dados para avaliação de dinâmica de fósforo, inventários de macrofauna do solo, perfis radiculares, micromorfologia, caracterização de termiteiros em áreas de pastagem.

---

## PROJETO “ESTUDO DOS RECURSOS HÍDRICOS DOS CERRADOS BRASILEIROS”

Localização: Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, CPAC/EMBRAPA, Brasília.

Pesquisadores do ORSTOM: Gérard Cochonneau, hidrólogo;

Pesquisadores brasileiros: Eduardo Assad, agroclimatologista, Rodrigo Dolabella, aluno de mestrado da UnB;

Duração do projeto: iniciou em 1993.

**Os objetivos** do programa são:

- orientar os projetos de atividade agrícola e de preserva-

ção ambiental a partir de levantamento dos recursos hídricos e estudos de uso potencial e regularização;

- avaliar e regionalizar os termos “precipitação” e “lâmina escoada” do balanço hídrico para grandes áreas de drenagem da região dos Cerrados;

- tornar operacional uma ferramenta que permita modelizar o gerenciamento dos recursos hídricos em áreas irrigadas.

O trabalho está sendo realizado em duas fases complementares.

↳ **Caracterização dos recursos hídricos para toda a região dos Cerrados.**

Os dados básicos de precipitação e cota dos rios são da rede de observação nacional do DNAEE. Com o uso dos “softwares” HYDROM, MSDHD e PLUVIOM, os bancos de dados básicos estão sendo operacionalizados e, em seguida, as curvas chave elaboradas para cada estação hidrométrica estudada. Um Sistema de Informação Geográfica está sendo usado para caracterizar as bacias, enquanto que, numa última fase, é realizada a regionalização das precipitações e das descargas.

- **Operacionalização da ferramenta** de gerenciamento e planejamento do uso dos recursos hídricos numa bacia-teste e a sua generalização para toda a região usando os conhecimentos obtidos durante a primeira fase. Na bacia-teste, estão sendo feitos os estudos hidrológicos, a caracterização ambiental (geologia, uso dos solos, relevo, vegetação, etc.), assim como um estudo aprofundado do uso atual da água (perímetros irrigados, geração de energia, consumo industrial, abastecimento público).

### Principais resultados

A primeira fase foi aplicada à bacia do rio Tocantins que abrange cerca de um terço da área estudada. Nesta bacia, a instalação da base de dados pluviométricos e hidrométricos foi completada. Os dados pluviométricos foram homogeneizados a nível mensal e os primeiros resultados da regionalização de vazões são apresentados em sessão de pôster neste simpósio.

Na segunda fase do projeto, a caracterização ambiental da bacia-teste escolhida (rio Jardim - DF) foi concluída. Os aspectos ambientais ligados ao uso da água para grande irrigação na bacia são objeto de outro trabalho apresentado em sessão de pôster. Os estudos hidrológicos estão em andamento, mas ressentem-se ainda do curto período de observação.

---

O leitor poderá reportar-se ao livro “ORSTOM-Brasil, trinta anos de cooperação científica”, de Jean Claude LEPRUN (1995), ORSTOM Edições, para ter informações detalhadas sobre os projetos anteriores a 1993, a bibliografia referente, e as outras atividades científicas desenvolvidas no Brasil pelo ORSTOM.

# A PARTNERSHIP APPROACH FOR SETTING THE RESEARCH AGENDA FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE CERRADOS

ERIC R. STONER<sup>1</sup>

---

Assistance programs of the United States government are going through a period of redefinition as domestic political support for international development assistance shrinks and roles shift from a donor/recipient relationship to a partnership approach. Major land-use transformations in the tropics, including the Cerrados of Brazil, call attention to the risk of biodiversity loss and global climate change. Increased scientific sophistication and the facility of modern communication require new approaches to international cooperation that are truly collaborative in nature and global in reach.

Local research needs and global concerns can be reconciled through a participatory process featuring multidisciplinary research teams incorporating producer perspectives on land use. The recently renewed Collaborative Research Support Program (CRSP) of the United States Agency for International Development (USAID) provides such a model for setting a participative research agenda to develop local solutions to global problems.

Early USAID assistance in Brazil in the decade of the 1960's and 1970's concentrated on modernization of agriculture through support for institution building, mainly by linking prominent U.S. land grant universities with leading Brazilian agricultural universities. Many of Brazil's current academic and research leaders in agriculture benefited from this exchange, featuring extensive graduate level training opportunities at U.S. universities. The founding of EMBRAPA itself grew out of ideas generated during this period of academic institution building.

The next phase of assistance, beginning in the mid-1970's and extending through the 1980's, came in the form of cooperative agreements on specific agricultural commodities and resource constraints, between U.S. land grant universities

and EMBRAPA research centers. Coincident with the opening of the vast Cerrado frontier to agricultural production, Cornell and North Carolina State University scientists collaborated with CPAC-EMBRAPA (Cerrado Agricultural Research Center) researchers to develop management practices to overcome inherent fertility constraints for agricultural production. Transformation of savanna lands to pasture and crop lands during this period has probably been the most extensive global land-use change in our generation.

Cornell University's contribution during the 1983-1989 TropSoils (tropical soil management) CRSP, conducted in collaboration with CPAC-EMBRAPA, focused on second generation constraints on acid soils, especially on nitrogen management with green manure crops and soil physical constraints resulting from prolonged cultivation with inadequate tillage instruments. Research shifted from overcoming initial fertility constraints to sustaining the substantial investment in soil productivity on Cerrado soils.

The renewed Collaborative Research Support Programs, including TropSoils, will increasingly emphasize participative planning and on-site research, with producers as full partners in the process of rethinking production systems on acid tropical soils.

In order to justify funding support, research will need to strike a balance between production agriculture and environmental concerns. Unresolved constraints in the larger political, social and economic context will require researchers to engage in the policy debate over such issues as adequate protection for remaining native Cerrado lands, and market competitiveness. Increasingly, non-governmental organizations (NGOs) play a useful role intermediating the

---

<sup>1</sup> United States Agency for International Development, Brasilia, DF, Brazil.

dialogue between scientists and rural dwellers and should participate in setting the research agenda.

In two brief decades, agriculture in the Cerrado region has progressed from a promising frontier activity to an established economic and social system. Cerrado region

scientists should be aware of their responsibility as generators of knowledge to assure sustainable management of an ecosystem of increasing global significance. A mature partnership approach to international research collaboration can help meet this challenge.

# MANEJO DE SOLOS E SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS NA REGIÃO DOS CERRADOS

DIMAS V. S. RESCK<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

A humanidade enfrenta o desafio, cada vez maior, de alimentar uma população crescente, com recursos naturais escassos. Desses recursos, dois se destacam: a água e o solo. A região dos Cerrados, com uma extensão aproximada de 2.070 mil km<sup>2</sup> é a maior fronteira agrícola contínua que o planeta possui atualmente em condições de uso imediato. Com o acervo de conhecimento científico e tecnológico atual daria para produzir, apenas com a área que vêm sendo cultivada (30%, segundo estimativas), 60 a 70% da produção atual de grãos do país. Além disso, a região exerce um papel fundamental de proteção à região Amazônica, que ainda requer estudos mais aprofundados para permitir a sua utilização de uma maneira mais racional.

O que se pretende neste trabalho é demonstrar, dentro de uma visão holística, que é possível manejar e conservar o solo e a água de uma maneira sustentável, isto é, produzindo grãos, carne, fibra, madeira e energia, para o bem-estar social e econômico da população, sem degradar o meio ambiente.

## PRINCIPAIS PROBLEMAS ENFRENTADOS

### Crescimento populacional

Estimativas indicam que o mundo alcançará a marca de seis bilhões de habitantes no ano 2000 e nove bilhões até 2050. Diariamente, a população da Terra aumenta em 127 mil pessoas, e isso significa que a população mundial cresce um Brasil a cada três anos (150 milhões de habitantes). É possível que o Brasil atinja, no ano de 2075, a população de 266 milhões de habitantes e se estabilize, uma vez que a taxa de crescimento caiu de 2,89%, na década de 60, para 1,89%, na década de 90 (EMBRAPA, 1994).

### Fluxo migratório

Em 1980, a região Centro-Oeste, que constitui a grande maioria da região dos Cerrados, tinha 5.114.597 pessoas na área urbana (68%) e 2.430.198 de habitantes na área rural (32%). O Brasil tinha 80.436.409 de habitantes na área urbana (68%) e 38.566.297 de habitantes na área rural (32%).

Em 1990, o Centro-Oeste brasileiro tinha 7.648.757 de habitantes na área urbana (81%) e 1.763.485 de habitantes na área rural (19%). O Brasil tinha 110.875.826 de habitantes na área urbana (75%) e 36.041.633 de habitantes na área rural (25%). Em dez anos foram para as cidades 2.534.160 de pessoas e deixaram a área rural 666.713 pessoas, apenas 26% do total de pessoas que foram para as cidades. O restante 74%, correspondendo a 1.867.447 de pessoas, veio para o Centro-Oeste de principalmente das regiões Sul e Sudeste (Resck, 1991). É razoável supor que a força de trabalho agrícola diminuiu na mesma proporção das emigrações da população para as cidades e, inversamente, a pobreza aumentou pela falta de empregos devido ao alto grau de mecanização das propriedades agrícolas e pela baixa remuneração dos trabalhadores rurais, corroborado com a baixa remuneração dos produtos agropecuários, normalmente sem nenhum valor agregado que viessem a dar um lucro razoável ao produtor e, por conseguinte, aos seus empregados, elevando o seu padrão de vida.

### Diminuição dos recursos naturais

Dos 207 milhões de hectares, área total da região dos Cerrados, 37 milhões já sofreram algum tipo de ação antrópica, 56,1 milhões são pastagens nativas manejadas e apenas 6,6 milhões são paisagens preservadas. Um dos principais responsáveis pelas ações predatórias de nossos recursos são, sem dúvida, as metalúrgicas produtoras de aço, que demandam alta quantidade de carvão vegetal, que é adquirido, principalmente, pelo desmatamento das áreas intocadas de Cerrados. A atividade agropecuária teve, também, num

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, PhD, EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 70331-970, Brasil. E-mail: dvsresck@cpac.embrapa.br

passado bastante recente, um papel importante e, talvez, igual à das metalúrgicas na devastação de áreas virgens. Com a devastação, várias espécies vegetais e animais vêm desaparecendo em uma velocidade ainda desconhecida pela comunidade científica. Aqui é importante observar que a Constituição, no capítulo do Meio Ambiente, considera patrimônio nacional a Floresta Amazônica, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal e a área costeira, mas deixa de fora os Cerrados.

Devido ao mau uso do solo, uma das conseqüências imediatas é a erosão, responsável pelo carreamento de sedimentos e de nutrientes (naturalmente escassos) para os rios, lagos e represas de hidrelétricas, diminuindo a qualidade da água, a capacidade de navegação, a recreação, o abastecimento e saneamento de água e a vida útil das turbinas das hidroelétricas.

#### **Escassez de água disponível**

Dos 379 municípios da região Centro-Oeste, 352 municípios (83%) têm acesso à distribuição de água, porém, apenas 13% possuem um serviço de esgoto, sendo que, na maioria das vezes, o esgoto não possui tratamento, apenas a rede coletora. No Brasil, dos 4 425 municípios, 4 231 (96%) têm acesso à distribuição de água, enquanto apenas 2 092 (47%) têm serviço de esgoto.

Do total de água no mundo, 97% constitui água salgada, os oceanos, e apenas 3% de água doce. Desses 3%, apenas 1% de água doce está acessível na superfície, 52% está nos lagos, 38% no solo, 8% na atmosfera, 1% nos organismos vivos e, nos, rios 1%. Desse 1% de água doce na superfície, 20% correm em território brasileiro.

No Brasil, o consumo de água para o abastecimento urbano é de 235,4 l/dia/habitante, enquanto para a irrigação (jardins, lavagem de carro, etc.) é de 0,43 l/dia/habitante. O uso da água ( $m^3/s$ ) está distribuído da seguinte maneira: 255,1 para o abastecimento, 683,3 para a irrigação e 215,0 para a indústria.

Os percentuais de municípios abastecidos pelos diferentes tipos de mananciais são: 51% de rios; 12%, de minas e fontes; 6%, de poços rasos; 10% de reservatórios e açudes; 20% de lagos e lagoas, e 43% de poços profundos. O potencial de água subterrânea, na região Centro-Oeste, é considerado médio, cerca de 1 a 5  $m^3/h/m$  (EMBRAPA, 1994).

#### **Degradação do meio ambiente**

Entende-se por degradação do meio ambiente a deterioração de sua natureza química, física e biológica, em conseqüência da ação dos agentes climáticos e/ou de manejo.

Aproximadamente 12 milhões de hectares são destinados a culturas anuais na região dos Cerrados. A grande maioria é constituída por latossolos (46%) e areias quartzosas (15,2%). Em um latossolo argiloso, com 5,5% de declividade, arado em nível e cultivado com soja, perde-se 5 t de solo por hectare por ano (Dedecek *et al.*, 1986). Assumindo-se esta média, para os latossolos e as areias quartzosas, e, conside-

rando-se que até 1988 3.312 mil ha eram cultivados com soja na região (Resck, 1991), teríamos um potencial de perdas de solo de 16.560 mil t de solo, o que é impressionante. A camada arável com 20 cm de espessura de 7.689 hectares desapareceriam em apenas um ano. Enormes quantidades de nutrientes e de água seriam perdidas, causando grandes prejuízos à fauna, à flora, à vazão e à qualidade da água dos corpos aquáticos. É preciso lembrar que a soja protege o solo com maior eficiência que o milho e o arroz, culturas que ocupam grandes áreas na região.

Areias quartzosas (AQ) e latossolos vermelho-amarelo, textura média (Lvm) e textura argilosa (LVa), na região de Cerrados do Oeste Baiano, estão perdendo matéria orgânica a taxas de 0,32%, 0,30% e 0,24% por ano, respectivamente, o que é muito rápido. Com apenas cinco anos de cultivo, nesses solos, perdeu-se 73%, 68% e 45% de matéria orgânica, respectivamente. A redução no conteúdo de matéria orgânica ocasionou a diminuição da capacidade de troca catiônica (CTC) em pH 7,0 na camada de 0-15 cm, na ordem de 2,38 (61%), 2,09 (53%) e 1,52 cmol (+)/kg (29%), respectivamente, para AQ, Lvm e Lva (Silva *et al.*, 1994).

No Brasil, segundo dados de 1991, das 3.186.276 toneladas de defensivos aplicados apenas 300 mil toneladas cumpriram a sua função. O restante contaminou o solo ou a água. Das 1 832 658 toneladas de fertilizantes aplicadas, estima-se que 750 mil toneladas foram aproveitadas, sendo o restante levado pela enxurrada ou descido até os lençóis freáticos (EMBRAPA, 1994).

## **CONCEITUAÇÃO DE BIOSFERA, ECOSSISTEMA, ÁGROECOSSISTEMA E SUSTENTABILIDADE**

Para se falar das interações solo-água-planta-animal-atmosfera, é necessário relembrar alguns conceitos como:

a) Holismo é baseado na teoria de que os componentes vivos (organismos incluindo o homem) e os componentes não-vivos (o ambiente físico) funcionam juntos como um todo, de acordo com leis físicas e biológicas bem definidas.

b) Ecologia é a ciência que estuda a relação entre organismos e seu ambiente. (Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa, 1989).

c) A palavra ecossistema é uma contração de sistema ecológico. A ecologia, por sua vez, é derivada do grego e significa casa. As pessoas usam este termo para se referir ao estudo da totalidade do homem e ambiente ou à "casa ambiental". A palavra sistema tem sido definida como uma interação regular e interdependente dos componentes que formam um todo unificado.

Ecosistema é uma comunidade ecológica juntamente com seu ambiente físico, considerado como uma unidade. É também o conjunto dos relacionamentos mútuos entre de-

terminado meio ambiente e a flora, a fauna e os microorganismos que nele habitam, incluindo os fatores de equilíbrio geológico, atmosférico, meteorológico e biológico (Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa, 1989). Ecossistema é o complexo de uma comunidade e o seu ambiente funcionando como uma unidade na natureza.

O maior ecossistema que se conhece é a biosfera, o mundo da vida, e sua geosfera associada à terra inanimada. Por causa de sua magnitude, esse ecossistema é frequentemente chamado de ecosfera. Biosfera é a parte da terra e de sua atmosfera que pode ter seres vivos. É também a totalidade das regiões da terra que suportam sistemas ecológicos com regulação e sustentabilidade próprias (The American Heritage Dictionary, 1981). É o sistema caracterizado pela contínua ciclagem da matéria juntamente com o fluxo da energia solar, no qual certas grandes moléculas e células estão se auto-reproduzindo. A água é o fator principal, pois toda a vida depende dela. O ambiente das comunidades vivas (bióticas) e não-vivas (abióticas) são inseparavelmente interrelacionadas e constantemente interagem umas sobre as outras (Figura 1).

A porção abiótica de cada ecossistema na biosfera inclui o fluxo de energia, nutrientes, água e gases e as concentrações de substâncias orgânicas e inorgânicas no ambiente. A porção biótica inclui três categorias gerais de organismos baseadas no seu método de adquirir energia: os produtores primários (a maioria composta pelas plantas verdes), os consumidores, na qual se incluem todos os animais, e os decompositores, na qual incluem-se os microorganismos que quebram os remanentes das plantas e animais em componentes mais simples para serem reciclados na biosfera (The Encyclopaedia Britannica, 1986a).

Uma definição formal de ecossistema é qualquer unidade, incluindo todos os organismos (fatores biológicos) interagindo com o ambiente (fatores físicos), de modo que um fluxo de energia dentro de um sistema se dirige, a uma bem definida estrutura trófica (que requer nutrientes), à diversidade biológica e a uma troca de materiais entre setores vivos e não vivos (The Encyclopaedia Britannica, 1986b). Não há limite de tamanho para um ecossistema nesta definição. Ele pode ser um km<sup>2</sup> de Cerrado, 1 m<sup>2</sup> de deserto, um lago, uma cidade, uma bacia hidrográfica, uma fazenda ou um recipiente fechado de pequenos organismos (por ex., um aquário).

Limites claros existem somente nas obras que o homem faz, mas em ecossistemas naturais os limites se confundem e se justapõem em áreas chamadas "ecotones", como, por exemplo, na fronteira da vegetação de Cerrado com a Caatinga ou na margem de um rio.

Um ecossistema, para um propósito de análise, pode ser dividido nos seguintes itens (The Encyclopaedia Britannica, 1986b):

A) Camadas:

1. Camada autotrófica (cinturão verde) - a produção de complexas substâncias predominam.
2. Camada heterotrófica (cinturão marrom) - a decomposição dos materiais complexos predominam.

B) Componentes:

1. Substâncias inorgânicas (que vêm do solo) envolvidas nos ciclos materiais;
2. Compostos orgânicos que juntam os setores bióticos e abióticos;
3. O regime climático (temperatura, precipitação, etc);
4. Os produtores: principalmente as plantas verdes que

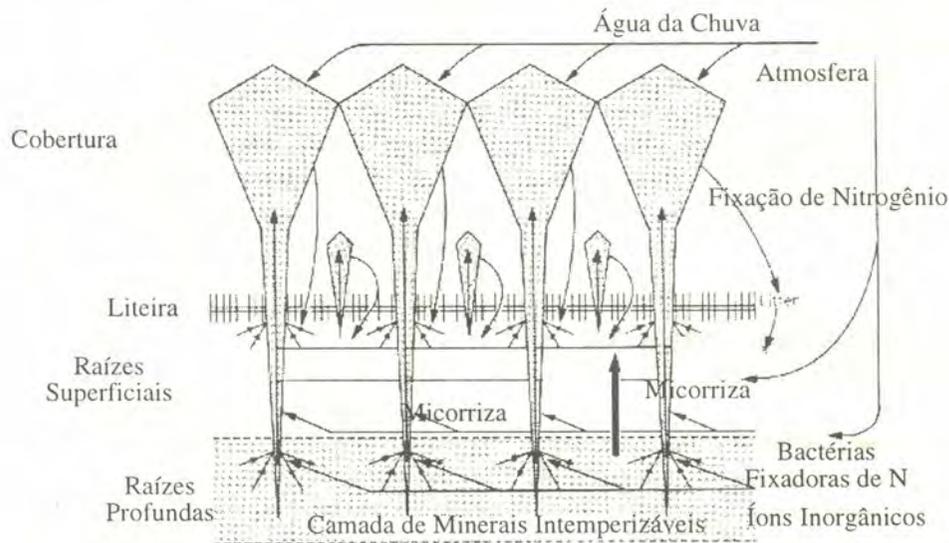


FIG. 1 - Representação esquemática de alguns processos que ocorrem na Biosfera. Fonte: MOSS (1981).

produzem alimento de substâncias simples e energia da luz;

5. Os consumidores: animais que ingerem outros organismos ou partículas de matéria orgânica;

1. consumidores primários: animais que comem plantas;

2. consumidores secundários: animais que comem outros animais;

6. Decompositores: principalmente os microorganismos que quebram os compostos complexos e liberam os produtos que são reciclados pelas plantas ou que afetam outros componentes bióticos.

C) Processos:

1. fluxo de energia;

2. cadeias de alimento (relações trópicas);

3. padrões de diversidade no tempo e no espaço;

4. ciclos de água e nutrientes (que ocorrem no solo);

5. desenvolvimento e evolução;

6. controle (cibernética);

O agroecossistema constitui a menor fração da biosfera com capacidade de produzir alimentos e fibras para as espécies vivas. Agroecossistema é um sistema ecológico natural (ecossistema) transformado em espaço agrário utilizado para produção agrícola.

A sustentabilidade pode ser definida como a habilidade do sistema para manter a produtividade, a despeito das grandes perturbações, tais como repetidos estresses, ou perturbações maiores ainda, como o aumento de salinidade do solo ou um repentino ataque de uma nova praga ou doença.

Um sistema de cultivo sustentável é aquele em que a tendência do que se tira não é decrescente e é resistente, em termos de estabilidade de produção, para flutuações normais de estresse e perturbações (Spencer & Swift, 1992).

O uso sustentável da terra é aquele que alcança a produção combinada com a conservação da base de recurso da qual a produção depende, permitindo, assim, a manutenção da produtividade (Young, 1989).

A agricultura sustentável envolve um bem sucedido manejo de recursos de modo que possa satisfazer as necessidades humanas, enquanto mantém ou melhora a qualidade do ambiente e conserva os recursos naturais. (FAO, 1989).

Estes dois últimos conceitos nos parecem os mais claros e os que coincidem com o conceito defendido neste trabalho.

## PAPEL DA MATÉRIA ORGÂNICA NA SUSTENTABILIDADE

Ocupando aproximadamente 24% da extensão territorial do Brasil, os solos da região dos Cerrados são constituídos principalmente de latossolos (46%) e de areias quartzosas (15,2%), com vários tipos de clima que vêm a constituir diferentes ecossistemas. São solos distróficos e álicos, com uma mineralogia muito pobre, constituída por caulinita e princi-

palmente por gibsitita e hematita. A composição mineralógica não varia com a profundidade e, por causa desse tipo de mineralogia, é baixa a densidade de carga negativa desses solos. Conseqüentemente, a CTC é baixa, não havendo muita retenção de água na superfície das partículas, o que explica a forma da curva de retenção de água desses solos ser paralela ao eixo dos x após 100 kPa de tensão, aplicada numa amostra saturada e indeformada (Resck *et al.*, 1991). O teor de matéria orgânica dos latossolos no estado virgem é considerado bom, com cerca de 3%, podendo atingir até 5%. As areias quartzosas têm ao redor de 1% de matéria orgânica. A matéria orgânica com uma CTC aparente de 280 cmol(+)/kg contribui definitivamente para os seguintes processos que ocorrem no solo:

1) Ao serem decompostos pela fauna e pelos microorganismos do solo os nutrientes são liberados para as plantas.

2) Constitui ela própria uma importante fonte de alimento para os microorganismos do solo, principalmente carbono, de onde é retirada sua energia.

3) Por ter carga altamente dependente do pH, ela funciona como ponto de troca de íons.

4) Tem propriedades físicas e químicas que facilitam a agregação com as partículas minerais, particularmente as argilas.

5) Como conseqüência, influencia a formação de agregados do solo, que vão afetar a porosidade (quantidade e distribuição de tamanho de poros), os quais armazenam a água da chuva ou da irrigação.

A matéria orgânica está localizada no solo em reservatórios funcionais que são:

a) ativo: onde se encontram a biomassa microbiana e restos vegetais passíveis de serem decompostos livres no solo; o tempo de residência desta fração no solo é menor que 25 anos;

b) lento ou fisicamente protegido: matéria orgânica associada com o agregado do solo de maneira a ser inacessível ao ataque dos microorganismos; o tempo de residência desta fração no solo está entre 25 e 100 anos;

c) passivo ou quimicamente protegido: formado por compostos resistentes à decomposição (lignina e polifenóis) ou matéria orgânica ligada à superfície das argilas com ligações do tipo: argila - (Al, Fe) - M.O. - (Al, Fe) - argila; o tempo de residência desta fração no solo está entre 100 e 3500 anos (Resck *et al.*, 1991).

Os nutrientes são liberados na solução do solo pela atividade dos microorganismos no reservatório ativo, que os protegem das perdas para os horizontes mais profundos, através da imobilização (Duxbury *et al.*, 1989). O reservatório passivo aumenta a disponibilidade dos nutrientes através da criação de cargas das partículas do solo e aumenta a CTC do solo (Figura 2).

A integração dos minerais do solo em unidades maiores

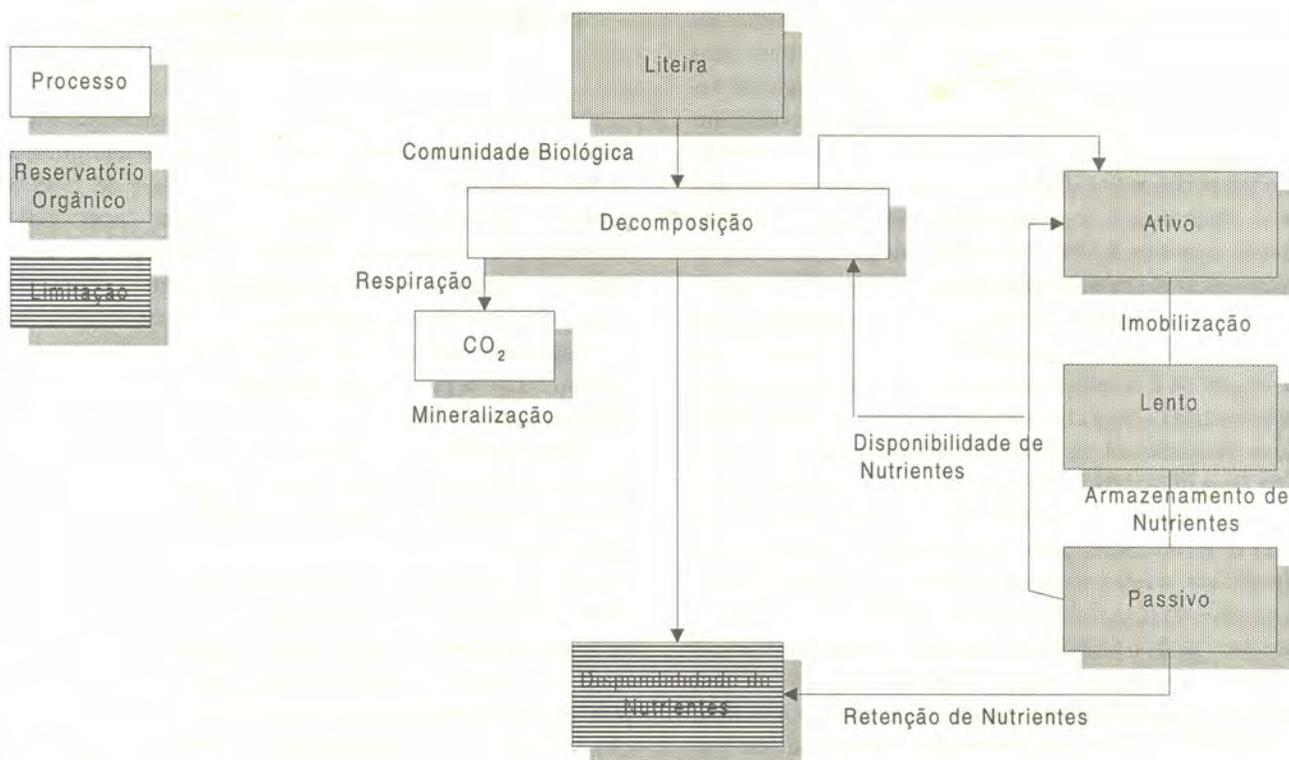


FIG. 2 - Efeito da decomposição dos reservatórios de matéria orgânica na disponibilidade de nutrientes. Fonte: Woormer et al. (1994)

de agregação (macroagregados=agregados > 0,25 mm) é devida principalmente às raízes, à atividade dos microorganismos (hifas, por ex.) e à interação de materiais recalcitrantes da matéria orgânica do solo com os minerais do solo. O micélio dos fungos, os subprodutos de decomposição dos microorganismos e as mucilagens das raízes e da fauna do solo juntam a fração mineral do solo em agregados que permitem uma maior infiltração e retenção de água, melhorando ainda a aeração e promovendo uma difusão de gás mais rápida (Woormer *et al.*, 1994).

A biomassa produzida por um agroecossistema de culturas anuais, pastagem ou floresta irá ser decomposta pela comunidade biótica (minhocas, arcnídeos, cupins, etc) e depois sofrerá o processo de decomposição pelos microorganismos. O CO<sub>2</sub> será produzido pela respiração.

## PARADOXO TROPICAL

Numa primeira fase, isto é, quando o solo está virgem, procura-se aumentar as cargas (CTC) do solo com a calagem e as adubações. A finalidade é aumentar o fornecimento de cátions às plantas e o armazenamento de água, através do aumento da agregação, e, transportar os nutrientes para as plantas.

Com isso, haverá uma maior produção de biomassa, que,

quando devolvida ao solo, corrigida quimicamente, após a decomposição microbiana, fornecerá nutrientes para as plantas e aumentará ainda mais a CTC do solo e, como consequência, promoverá uma melhor agregação. Isso pode ser resumido da seguinte maneira: melhor condição química > CTC > maior produção de biomassa vegetal > população microbiana > maior decomposição > cargas e subprodutos cimentantes > agregação do solo > maior armazenamento de água > disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Numa segunda fase, com o solo corrigido física e quimicamente, o manejo deve ser no sentido de manter a boa condição conseguida.

O paradoxo está no fato de que é necessária uma fase de revolvimento do solo, com o objetivo de melhorar as suas condições químicas nos dois primeiros anos (a aração com discos faz, normalmente, esse trabalho mais eficientemente); e, nos dois anos seguintes, melhorar as suas condições físicas numa profundidade maior, geralmente, 0 a 40 cm (a aração com aivecas é mais eficiente neste caso). Na fase seguinte, não é necessário revolver o solo (escarificação, plantio direto, pastagem, fruticultura ou floresta) com o objetivo de manter e, lentamente, melhorar ainda mais as condições químicas e físicas do solo por um tempo mais longo.

Cada sistema de manejo tem sua característica própria e afeta o solo diferentemente, daí uma dinâmica de sistemas

de preparo do solo e de rotações de culturas, com a pastagem e a floresta incluídas, tem que ser estabelecida para cada ecossistema, seja ele uma propriedade agrícola ou uma bacia hidrográfica. Em relação à água disponível, contida nos poros do solo entre as tensões de 6 kPa e 100 kPa, considerando um perfil de 0 a 40 cm em áreas com mais de 10 anos de uso, observa-se o seguinte: a área preparada com arado de discos continha 8,60% (em relação ao peso seco); a preparada com grade pesada e deixada em pousio por dois anos, 7,90%; a área com plantio direto, 9,07%; área ocupada com eucalipto, 7,04% e com pastagem, 10,37%, enquanto uma área virgem de Cerrado, continha 6,80%, esta não diferente estatisticamente da área com eucalipto (Santos & Resck, 1996 - dados não publicados). A taxa de aumento ou de diminuição da água disponível com a profundidade também foi diferente entre estes ecossistemas. Por exemplo, enquanto na área de arado de discos, para cada centímetro de aumento na profundidade, a água disponível diminui à taxa de 0,042%, no Cerrado esta taxa foi de aumento igual a 0,374%. O mesmo ocorreu na área trabalhada com grade pesada, 0,751%, o que é lógico, pois a grade atua à profundidade de 12 a 15 cm, enquanto na área sob plantio direto, esta taxa foi negativa, de -0,870%. O sistema de plantio direto sobre uma área por mais de 10 anos, apesar da continuidade de poros que se estabelecem no perfil do solo, cria-se uma camada adensada que pode explicar a diminuição da água disponível tão acentuada com o aumento da profundidade.

## HARMONIA DOS ELEMENTOS QUE COMPÕEM O MANEJO

Manejo de solos são todas as operações efetuadas numa área, como sua abertura (com a aplicação das práticas conservacionistas e obediência à lei no. 7803 de 1989 de proteção ambiental), a correção da acidez superficial e subsuperficial, a adubação corretiva e de manutenção, os sistemas de preparo do solo e a rotação de culturas, incluindo-se as práticas culturais, a pastagem e a floresta.

Esses elementos tem que ser harmonicamente aplicados ao solo e são os pilares que sustentam uma agricultura produtiva e estável (Figura 3).

A aplicação desses elementos tem sido feita de uma maneira desorganizada, muitas vezes em sentidos opostos, como demonstra a figura, e às vezes no mesmo sentido, isto é, congruindo para o centro que seria o ponto de equilíbrio, porém em intensidades não compatíveis entre si (Resck, 1993). Não adianta, por exemplo, aplicar 240 kg de  $P_2O_5$  /ha no solo, se este não recebeu a calagem adequada para elevar o pH que otimize a disponibilidade deste nutriente para as plantas. Não adianta fazer a calagem, a gessagem, a adubação de correção e de manutenção corretamente e praticar a monocultura, soja, por exemplo, e preparar o solo sempre com a grade pesada. A aplicação destes elementos tem que ser feita com quantidades e intensidades compatíveis entre si, trazendo com isto o equilíbrio.



FIG. 3 - Elementos componentes do manejo do solo. Fonte: Resck (1993).

## BACIA HIDROGRÁFICA COMO UM ECOSISTEMA

A bacia hidrográfica define uma unidade da paisagem delimitada pelos divisores naturais de água. É a unidade de produção agrossilvipastoril mais racional de se trabalhar, porque todos os fatores que afetam a produção e o equilíbrio ambiental ocorrem dentro de uma bacia hidrográfica (Resck, 1992). Para efeitos práticos deve-se trabalhar com uma bacia hidrologicamente simples, de 1ª ou de 2ª ordem.

O objetivo é aumentar a produtividade de grãos, carne, madeira, fibra e energia da bacia, sem comprometer os recursos naturais, e elevando o padrão socioeconômico da população local. A água que sai à jusante da bacia deverá ser volumosa e de boa qualidade. Será que isto é possível?

Suponhamos que estamos no século 18, em uma bacia hidrográfica de 2ª ordem, na região dos Cerrados totalmente intocada. O ambiente está em equilíbrio, isto é, o ambiente é sustentável. Há uma dinâmica dentro desse ecossistema: fotossíntese, produção de biomassa, queda e morte da biomassa, decomposição, liberação de nutrientes e absorção pelas plantas. Com a cobertura vegetal, subdividida em estratos arbóreos, herbáceos e gramíneos, a água da chuva que cai se infiltra no solo, porque a cobertura atenua a energia cinética da chuva. A liteira que pousa sobre a superfície do solo também ajuda na quebra da energia e na infiltração de água no solo. Esta água irá alimentar os lençóis freáticos, mantendo a vazão dos cursos d'água. Chamemos esta situação hipotética de equilíbrio **Zero**.

Suponhamos, agora, que estamos em 1996 e vamos manejar esta bacia. Obedecendo à lei no. 7.803 de 1989, vamos deixar os espigões da bacia protegidos com a própria vegetação de Cerrados, como também será mantida intacta as matas que se situam nas nascentes dos rios da bacia, bem como as matas de galeria, ao longo desses cursos d'água. O terraceamento será feito na bacia como um todo, sem respeitar as fronteiras das propriedades. Os tipos de terraços serão

construídos de acordo com cada tipo de solo (classe, textura e declividade), com o objetivo principal de manter a água da chuva dentro da bacia hidrográfica. Como a grande maioria dos solos na região dos Cerrados é de latossolos e areias quartzosas, e estes ocupam na paisagem relevos planos a suavemente ondulados, os terraços serão de base larga e construídos em nível. A calagem e a gessagem, a adubação corretiva e a de manutenção serão feitas, estritamente de acordo com as recomendações da pesquisa, procurando incorporar os corretivos e fertilizantes com o arado de discos, que é o implemento de maior eficiência para a incorporação, mistura e aceleração dos processos químicos de correção do solo.

Aplicar-se-á uma dinâmica de sistemas de preparo do solo. Um plano de rotação de culturas será seguido, incluindo a pastagem e a floresta, esta, inclusive, podendo ter a função de quebra-vento. Chamemos esta situação hipotética de equilíbrio **Um**.

O equilíbrio **Um** será diferente do equilíbrio **Zero** e irá reagir às interferências "inputs" que foram feitas no sistema, estabelecendo uma nova dinâmica, produzindo grãos, carne, fibras e energia, e ainda com uma vazão de água maior e de boa qualidade "outputs". O ambiente se tornará novamente sustentável, porém num patamar acima daquele do equilíbrio **Zero**, podendo ser perpetuado, desde que se respeitem os fluxos de energia, isto é, o que sai do ecossistema terá que retornar, pois do contrário gerará um desequilíbrio ambiental.

Suponha-se que estamos considerando, como exemplo, que um dos fluxos de energia seja a quantidade de nutrientes que saem e entram no sistema. Na Tabela 1 observa-se que altas produções implicam em consideráveis quantidades de remoção de nutrientes do sistema.

Se fôssemos repor esses nutrientes com aplicação de 20 t/ha de composto orgânico derivado de lixo urbano, teríamos, como demonstra a Tabela 2, para o milho, por exemplo, um déficit de fósforo igual a 49%; para a soja, o déficit de potássio seria de 76% e para o milho de 81%. Isto, considerando que todos esses nutrientes no composto estariam

TABELA 1 - Total de nutrientes absorvidos por algumas culturas em altas produções, nos Estados Unidos.

Cultura	Produção		Absorção, kg/ha		
	t/ha	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
Milho	12,5	266	114		266
Soja	4,0	315	5		205
Algodão	1,7	180	63		150
Trigo	5,4	166	54		184
Arroz	7,8	112	60		168
Girassol	3,3	151	60		110

Fonte: Potash & Phosphate (1991)

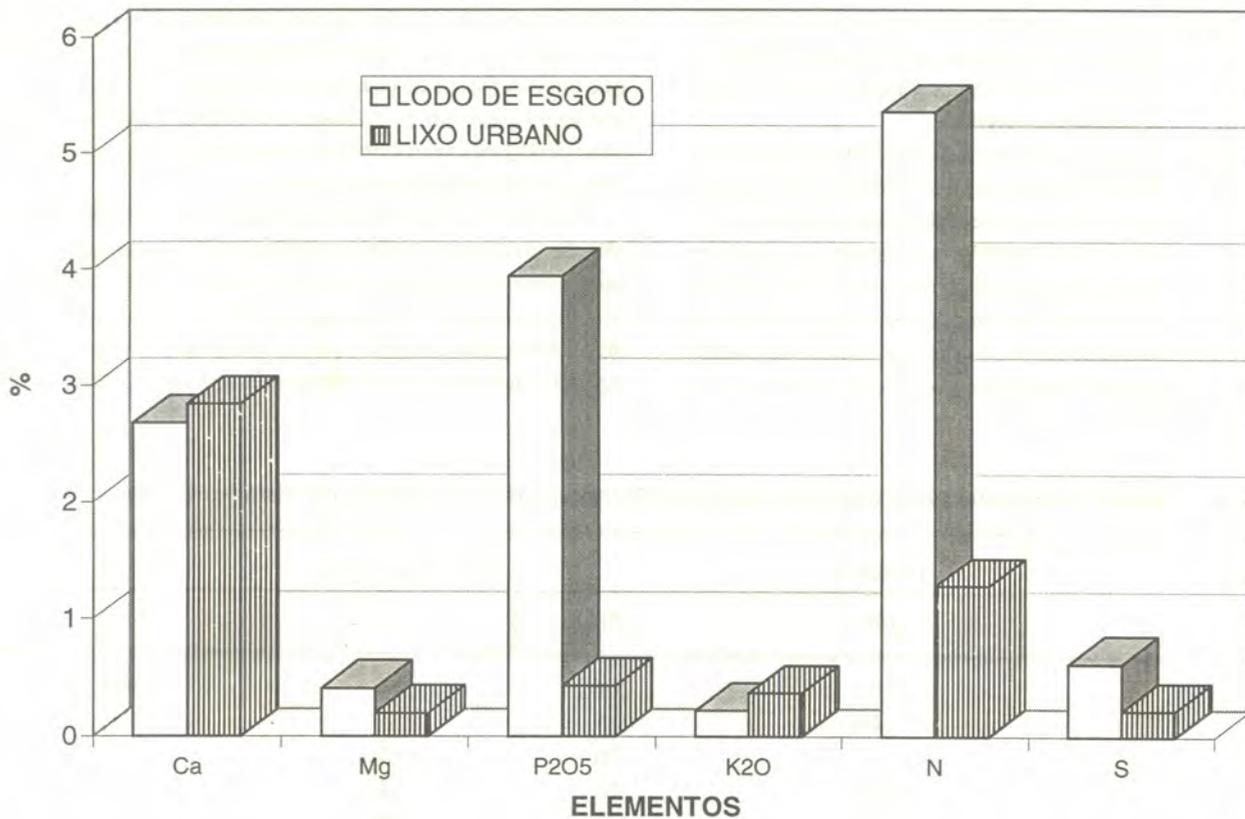
disponíveis, o que não é verdade. Haveria a necessidade do processo de decomposição deste material, o que, certamente, não se daria na mesma velocidade da necessidade das plantas.

**TABELA 2 - Quantidade de nutrientes essenciais à planta encontrados em 20 t de composto orgânico derivado de lixo urbano.**

Macronutrientes	Quantidade (kg)
Nitrogênio	172
Fósforo	58
Potássio	50
Cálcio	382
Magnésio	27
Enxôfre	30
Matéria Orgânica	67

Fonte: Lima et al., (1988) (dados não publicados).

É no entanto, um ótimo condicionador físico do solo. O lodo de esgoto tem maiores teores de N e de P do que o lixo urbano (Figura 4), porém ele tem também que ser decomposto para liberar os nutrientes. Além disso, este produto sai da estação de tratamento com 80% de umidade, o que, de certa maneira, prejudica o seu transporte e manipulação (Silva et al., 1995). A incorporação destes dois produtos, altamente poluidores do ambiente, para fins agrícolas, parece ser, sem sombra de dúvida, uma das melhores soluções para as grandes quantidades de lixo e esgoto, produzidas pelo meio urbano. No entanto, o ponto que se quer provar aqui é que não se pode tirar nada do sistema sem a correspondente reposição (1ª lei da termodinâmica), para se ter um ecossistema sustentável. É preciso reforçar o conceito de que a aplicação de resíduos orgânicos ao solo requer a decomposição microbiana e a conseqüente liberação de nutrientes minerais para as plantas. Os fertilizantes já oferecem esses nutrientes liberados às plantas. Os resíduos orgânicos fornecem, também, a matéria orgânica para o solo, mas nem sempre são capazes de reporem os nutrientes exportados de um agroecossistema considerado.



**FIG. 4 - Composição química do lodo de esgoto e do composto orgânico derivado de lixo urbano. Fonte: Resck & Silva (1996) (dados não publicados).**

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a proximidade do século XXI e com o crescimento assustador da população da Terra, o papel do Brasil para a produção de alimentos se torna crucial. Dentro do país, a região dos Cerrados surge ainda como a fronteira agrícola do próximo século.

Para uma produção agrícola sustentável, o funcionamento de um ecossistema tem que ser entendido, na medida do possível, na sua totalidade. Na natureza, o ecossistema que nos permite isto, indiscutivelmente, é a bacia hidrográfica, o que nós temos que, definitivamente, respeitar. Nela é possível transformar um ecossistema virgem sustentável em um ecossistema manejado também sustentável, com uma produção de grãos, carne, fibra, madeira e energia maiores e ainda com uma maior vazão de água de boa qualidade. Para isso, as áreas destinadas à preservação têm que serem mantidas a qualquer custo, seja em área rural ou urbana como um todo, e não respeitando apenas os 20% que cada propriedade tem que manter intocável, o que é feito de uma maneira descontínua e à parte dos processos que ocorrem no ecossistema. Isto quando é respeitada a lei, o que, na maioria das vezes, não acontece.

## LITERATURA CITADA

- DEDECEK, R. A.; RESCK, D.V.S.; FREITAS JÚNIOR, E. de. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho-Escuro dos Cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. **R. Bras. Ci. Solo**, v.10, p.265-272, 1986.
- DICIONÁRIO BRASILEIRO DA LÍNGUA PORTUGUESA. Vol. 2. **Encyclopaedia Britannica do Brasil**. ed. Companhia Melhoramentos de São Paulo, 11ª edição, 1989. pp. 625-1260.
- DUXBURY, J. M.; SMITH, M. S.; DORAN, J. W. Soil organic matter as a source and sink of plant nutrients. *In*: COLEMAN, D. C.; OADES, J. M.; UEHARA, G. eds. **Dynamics of Soil Organic Matter in Tropical Ecosystems**. Honolulu, University of Hawaii Press, 1989. 249p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Atlas do meio ambiente do Brasil**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 130p.
- FAO. **Sustainable agricultural production: implication for international agricultural research, technical advisory committee**, CGIAR. Rome: FAO. FAO Research and Technical Paper No. 4.
- MOSS, R. P. Organic matter cycles in Tropical soils and husbandry systems (with special references to Africa). *In*: STONEHOUSE B., ed., **Biological Husbandry: a scientific approach to organic farming**. Butterworths, London, 1981. p. 39-66.
- POTASH & PHOSPHATE. **Plant food uptake: N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Mg, S**. Revised. Potash & Phosphate Institute, Atlanta, GA, USA. 1991.
- RESCK, D.V.S.; PEREIRA, J.; SILVA, J.E. da. **Dinâmica da matéria orgânica na Região dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1991. 22p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 36).
- RESCK, D.V.S. **Uso e ocupação do solo no Brasil Central**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1991. 29p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 35).
- RESCK, D.V.S. **Manejo e conservação do solo em microbacias hidrográficas na região dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1992. 17p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 40).
- RESCK, D.V.S. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. *In*: Encontro Nacional de Rotação de Culturas, 2, Campo Mourão, 1992. **Anais.Campo Mourão: AEACM**, 1993. p. 117-143.
- SILVA, J.E. da; LEMAINSKI, J.; RESCK, D.V.S. Perdas de matéria orgânica e suas relações com a capacidade de troca catiônica em solos da região de Cerrados do Oeste Baiano. **R. Bras. Ci. Solo**, v.18, p.541-547, 1994.
- SILVA, J.E. de.; MEYER, S.T.; RESCK, D.V.S.; MIRANDA, L.N. de.; RAMAGEM, R.D.; SANTOS, A.R. dos. Uso do lodo de esgoto como fonte de fósforo e nitrogênio para milho. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, Viçosa, 1995. **Resumos**. Viçosa: SBSCS/UFV, 1995. p.2276-2278.
- SPENCER, D.S.C.; SWIFT, M.J. Sustainable agriculture: definition and measurement. *In*: MULONGOY, K.; GUEYE, M.; SPENCER, D.S.C., eds., **Biological Nitrogen Fixation and Sustainability of Tropical Agriculture**. Chichester: John Wiley, 1992.
- THE AMERICAN HERITAGE DICTIONARY. William MORRIS, ed. Boston, Houghton Mifflin Company, 1981. 1550p.
- THE ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. **Macropeadia - knowledge in depth: The Biosphere**. Chicago: Encyclopaedia Britannica, Inc., 1986a. v.14. p. 977-1024.
- THE ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. **Macropeadia - knowledge in depth: Ecosystems**. Chicago: Encyclopaedia Britannica, Inc., 1986b. v. 17. p. 979-1036.
- YOUNG, A. **Agroforestry for soil conservation**. Nairobi: Cab International/ICRAF, 1989.
- WOOMER, P. L.; MARTIN, A.; ALBRECHT, A.; RESCK, D.V.S.; SHARPENSEEL, H. W. The importance and management of soil organic matter in the tropics. *In*: WOOMER, P.L.; SWIFT, M.J., eds., **The Biological Management of Tropical Soil Fertility**. New York: John Wiley, 1994. p. 47-80.

# CHARACTERISATION OF LAND-USE OF CERRADO OXISOLS WITH <sup>31</sup>P NMR

HENRY NEUFELDT<sup>1</sup> and WOLFGANG ZECH<sup>1</sup>

Three different land-use systems of Cerrado oxisols with contrasting particle-size distribution, located near the City of Uberlândia, Minas Gerais, were studied by the means of liquid <sup>31</sup>P nuclear magnetic resonance (NMR). More information about the soils under study as well as aggregate and P fractionation schemes, that were done independently according to the Hedley *et al.*, (1982) fractionation, are given in Lilienfein *et al.*, (1996), published in the symposium reader.

Solution <sup>31</sup>P NMR spectra were obtained after extracting humic substances (humic acids and fulvic acids were not separated) from the 0 to 10 cm topsoil of three different management systems (savanna, pasture and crop) of a sandy-loam and a clay soil with a 0.1 N NaOH solution. After dialysing the samples they were freeze-dried and weighed. Results of the NMR spectra are shown in Table 1 and given in percent of NaOH extractable P.

The results are not directly comparable to the sequential P fractionation applied by Lilienfein *et al.* (1996), because a) during dialysing some inorganic P ions might have been lost,

b) there exist uncertainties concerning the indirect wet-chemical organic P determination, and c) there is considerable background noise of the spectra affecting peak integration such that less clear peaks as phosphonates and teichoic acids were not considered here. Inorganic orthophosphates and pyrophosphates together account for less than 15% in all but the sandy-loam crop site where P<sub>i</sub> reaches 24%. This is considerably less than the results of Lilienfein *et al.*, (1996) would suggest, who list amounts of 30 to 50% of total available P (bicarbonate and NaOH extractable P) increasing with management intensity. Guggenberger *et al.* (submitted) faced the same problem having much greater P<sub>i</sub> contents when determined by wet-chemical than by NMR analysis (Table 2) while Forster, & Zech (1993) and Zech *et al.*, (1985) found comparable amounts of P<sub>i</sub> for both methods. Although the P NMR spectra of the sandy-loam sites do reflect an increase in inorganic P on the crop site (Table 1), this tendency is not visible for the clay soil.

Monoesters and diesters are the main components of all

**TABLE 1 - P distribution (%) in the NaOH extracts of different management systems of two Cerrado oxisols.**

Management system		Ortho-phosphate	Monoester phosphate	Diester phosphate	Pyro-phosphate	Monoester P : diester P ratio
		chemical shift range (d ppm)				
		6.5	4.3-5.6	0.0-0.2	-4.4	
Sandy-loam	savanna	6.6	38.6	47.3	7.5	0.8
	pasture	6.7	44.9	41.4	6.9	1.1
	crop	10.9	47.6	28.6	12.9	1.7
Clay	savanna	7.4	48.4	37.4	6.8	1.3
	pasture	7.1	47.1	39.5	6.3	1.2
	crop	3.5	52.3	33.8	10.5	1.6

<sup>1</sup> University of Bayreuth, Department of Soil Science and Soil Geography, Germany.

**TABLE 2 - Compilation of P distribution of selected soils by  $^{31}\text{P}$  NMR and wet-chemical analysis as given by several authors. Wet-chemically determined inorganic P is noted in italics as percent of total NaOH-extractable P. NMR P fractions are given as % of peak integrals. Values may not sum to 100% due to other P fractions that were not considered here.**

Soil	Management	$P_i$ %	$P_i$	Mono- ester $P_o$ %	Diester $P_o$	Monoester: diester ratio	Authors
Leptosol, Liberia	rain forest	31.8	35.5	51.5	13.0	4.0	Forster and Zech (1993)
Cambisol, Liberia	rain forest	41.9	48.5	39.7	11.8	3.4	Forster and Zech (1993)
Cambisol, Liberia	rain forest	39.6	54.0	34.8	11.1	3.1	Forster and Zech (1993)
Plinthosol, Liberia	rain forest	37.1	48.7	32.3	13.3	2.4	Forster and Zech (1993)
Vertisol, Mexico	cornfield	30.0	33.0	57.0	10.0	5.7	Zech <i>et al.</i> (1985)
Vertisol, Mexico	tree garden	23.0	31.0	57.0	12.0	4.8	Zech <i>et al.</i> (1985)
Vertisol, Mexico	2nd forest	16.0	19.0	65.0	16.0	4.1	Zech <i>et al.</i> (1985)
Oxisol, Colombia	savanna	23.7	6.6	58.3	25.1	2.3	Guggenberger <i>et al.</i> (subm.)
Oxisol, Colombia	pasture	24.1	7.2	53.0	31.4	1.7	Guggenberger <i>et al.</i> (subm.)
Cambisol, Germany	alp. shrubs	<i>n.d.</i>	29.0	55.0	10.0	5.5	Zech <i>et al.</i> (1987)
Histosol, Germany	alp. peat	<i>n.d.</i>	7.0	67.0	18.0	3.7	Zech <i>et al.</i> (1987)
Gleysol, Germany	alp. meadow	<i>n.d.</i>	8.0	41.0	36.0	1.1	Zech <i>et al.</i> (1987)

*n.d.* not determined.

treatments on both soils, making up more than two thirds of the sum of P species separated. The amount of diester P decreases from the savanna over the pasture to the crop site, what can be seen on both the sandy-loam as well as the clay soil. At the same time monoester P increases in the same order with the exception of the clay soil savanna where monoester P is higher than on the clay soil pasture.

The monoester to diester ratio is a measure of organic P lability, diester P being more plant accessible than monoester P, that is available only in the medium term. The ratio indicates a gradual increase with management intensity on the sandy-loam whereas on the clay savanna and pasture are comparable again. The results confirm Lilienfein *et al.* (1996), who could show that the relative contribution of labile organic P to P cycling was greater in unmanaged oxisols, and Beck & Sanchez (1994), who demonstrated the greater influence of labile organic P to the low-input system of a Peruvian ultisol when compared to the high-input system.

Monoester to diester P ratios encountered are lower than those reported in other publications (Table 2). The values reported by Forster & Zech (1993) lie between 2.4 and 5.5 for a catena in Liberia, and between 3.2 and 5.7 for differently managed soils in Yucatan, Mexico (Zech *et al.*, 1985). For soils of the Bavarian Alps Zech *et al.* (1987) typically found values above 3.5. A work on Colombian oxisols (Guggenberger *et al.*, submitted), however, presents comparable ratios to those reported here. The influence of land-use on comparable soils is, again, clearly visible, showing an increase with management intensity. For differing soils of a region covered by natural vegetation (Forster & Zech, 1993; Zech *et al.*, 1987),

modifications in the monoester to diester P ratio might be caused by hydromorphy and, possibly, genetic soil age, which would confirm the results presented by Cross & Schlesinger (1995). However, a broad literature review, with the scope of relating  $^{31}\text{P}$  NMR to soil weathering, would be necessary to verify this hypothesis.

According to the results presented  $^{31}\text{P}$  NMR is a considerably sensitive instrument for studying P dynamics of differently managed soils. It might have a potential for comparing P cycles from the geochemical weathering point of view. There is, however, a gap between the total NaOH extractable  $P_i$  amounts determined by wet-chemical and spectroscopic methods that is not explained, mainly because it appears to occur only for the highly weathered soils presented.

## REFERENCES

- BECK, M.A.; SANCHEZ, P.A. Soil phosphorus fraction dynamics during 18 years of cultivation on a Typic Paleudult. **Soil Sc. Soc. Am. J.**, v.58, p.1424-1431, 1994.
- CROSS, A.F.; SCHLESINGER, W.H. A literature review and evaluation of the Hedley fractionation: applications to the biogeochemical cycle of soil phosphorus in natural ecosystems. **Geoderma**, v.64, p.197-214, 1995.
- FORSTER, J.C.; ZECH, W. Phosphorus status of a soil catena under Liberian evergreen rain forest: results of  $^{31}\text{P}$  NMR spectroscopy and phosphorus adsorption experiments. **Z. Pflanzenernähr. Bodenk.**, v.156, p.61-66, 1993.

- GUGGENBERGER, G.; HAUMAIER, L.; THOMAS, R.J.; ZECH, W. submitted. Assessing the organic phosphorus status of an Oxisol under tropical pastures following native savanna using  $^{31}\text{P}$  NMR spectroscopy. **Biol. Fert. Soils.**
- HEDLEY, M.J.; STEWART, J.W.B.; CHAUHAN, B.S. Changes in inorganic and organic soil phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubations. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.46, p.970-976, 1982.
- LILIENFEIN, J.; FREIBAUER, A.; WESTERHOF, R.; NEUFELDT, H.; AYARZA, M.A.; SILVA, J.E. da; RESCK, D.V.S.; ZECH, W. **Influence of land use on the distribution of water stable aggregates and P status of sandy and clayey Cerrado oxisols, Brazil.** Submitted. 1996.
- ZECH, W.; ALT, H.G.; ZUCKER, A.; KÖGEL, I.  $^{31}\text{P}$ -NMR-spectroscopic investigations of NaOH-extracts from soils with different land use in Yucatan (Mexico). **Z. Pflanzenernähr. Bodenk.**, v.148, p.626-632, 1985.
- ZECH, W.; ALT, H.G.; HAUMAIER, L.; BLASEK, R. Characterisation of phosphorus fractions in mountain soils of the Bavarian Alps by  $^{31}\text{P}$  NMR spectroscopy. **Z. Pflanzenernähr. Bodenk.**, v.150, p.222-227, 1987.
-

# EFFECTS OF TILLAGE AND CROPPING SYSTEM ON INFECTION OF SOYBEAN BY *Diaporthe phaseolorum* VAR. *caulivora* (SOUTHERN STEM CANCKER)

CRAIG S. ROTHROCK<sup>1</sup> and DANIEL V. PHILLIPS<sup>2</sup>

## INTRODUCTION

In recent years, stem canker has become a threat to soybean production in the southeastern United States (Backman *et al.* 1985). Recent studies have shown that stem canker on soybean in the southern United States differs in symptomatology from stem canker in the northern United States and that the two pathogens differ in several cultural and morphological characteristics (Backman *et al.* 1985; Hobbs & Phillips, 1985; Morgan-Jones & Backman, 1984). To avoid confusion with the disease on soybean in the northern United States, this disease is often referred to as southern stem canker.

Our studies have concentrated on the importance of cultural practices in soybean production systems in the Southeast and their importance to the development of stem canker (Rothrock *et al.*, 1985; Rothrock *et al.*, 1988). The two cultural practices of greatest interest are conservation tillage and soybean/wheat doublecropping. There has been a dramatic shift to conservation tillage for the production of soybeans in an effort to reduce soil erosion, timeliness of field operations, and the conservation of soil water. Soybean/wheat doublecropping is the most common cropping system for soybean in much of the Southeast. In addition, soybean cultivars vary greatly in susceptibility to this disease (Weaver *et al.*, 1984). The use of less susceptible cultivars has been associated with a decrease in the importance of southern stem canker.

## MATERIALS AND METHODS

**Experimental design and plot care.** Studies were conducted on a Cecil sandy loam (Typic Hapludult) soil, in

Pike Co. Georgia. The land had a history of soybean production and southern stem canker had been prevalent at this site.

The experiments examined tillage (main plots) and cropping systems (subplots). Conventional-tillage consisted of plowing (approximately 250 mm deep) with a moldboard plow, followed by disking twice in the fall. At soybean planting, conventional tillage plots were rototilled once (approximately 100 mm deep). No-tillage plots were not cultivated. Cropping systems were soybean/wheat doublecropping and soybean/fallow monoculture. In one experiment the cropping system subplots were planted with two soybean cultivars, Coker 368 and Hutton, which are moderately resistant and susceptible to southern stem canker, respectively. These two cultivars were selected because they are similar in development and yield potential under Georgia conditions.

**Southern Stem Canker.** Plant infection was determined by plating stem sections on DPC medium A, which is selective for southern isolates of *D. p.* var. *caulivora* (Phillips *et al.*, 1984), after surface-disinfecting stem sections.

Plants were examined for southern stem canker symptoms at growth stages R5 to R6. Plants were rated as: 0 = healthy (no lesions); 1 = lesions restricted to one node (minor lesions); 2 = lesions including more than one node (major lesions); or 3 = dead. Disease incidence was calculated from the total number of plants examined that had stem canker symptoms.

## RESULTS

Disease incidence was consistently lower in plots with

<sup>1</sup> University of Arkansas, Fayetteville, Arkansas, USA.

<sup>2</sup> University of Georgia, Griffin, Georgia, USA.

conventional tillage compared to no tillage in these studies (Table 1). In 1983, disease incidence was low (an average of 1.6% of the plants had symptoms), but incidence was reduced in conventional-tillage plots. In 1984, the percentage of plants with stem canker averaged 74.2%. Disease incidence was 20% lower in the conventional-tillage plots than in the no-tillage plots. The percentage of dead plants from stem canker also was significantly less in the conventional-tillage treatment than the no-tillage treatment.

When the effect of tillage using two soybean cultivars was examined, a dramatic reduction in disease incidence and the percentage of plants killed by stem canker was found in 1985 for the susceptible cultivar Hutton under the conventional-tillage treatment compared with the no-tillage treatment (Table 1). In 1986, disease incidence and the percentage of dead plants were again lower for Hutton under conventional tillage than under no tillage. The effects of tillage were similar for the moderately resistant Coker 368, but the differences between treatments were much smaller.

For example, in 1985, 60% of the Hutton plants examined had symptoms of southern stem canker, and 37% of the plants died prematurely. In contrast, only 4% of the Coker 368 plants had symptoms and 2% of the plants died prematurely. In 1986, 30% of the Hutton plants had symptoms, including 6% dead plants. Coker 368 had 9% of the plants with symptoms and 1% of the plants were dead.

Doublecropping also significantly affected disease incidence; less disease occurred in the soybean/fallow than in the soybean/wheat cropping system. The percentage of plants with symptoms were lower for the soybean/fallow cropping system for Hutton in two of four years and for Coker 368 in one of two years (Table 1). Percentage of dead plants also were significantly lower under soybean monoculture for Hutton in three of four years and for Coker 368 in one of two years.

Fewer stem sections were colonized by the pathogen in the conventional-tillage plots than in the no-tillage plots at growth stages R2 to R5 (Table 2). Infection was not

**TABLE 1 - Effects of tillage, cropping system, and cultivar on southern stem canker.**

Season	Cultivar	Tillage	Cropping System	Plants with Symptoms	Dead plants
				—%—	—%—
1983	Hutton	No	Combined	2.2 a <sup>2</sup>	0.8 a
		Conventional <sup>1</sup>	Combined	0.9 b	0.3 a
1984	Hutton	Combined	Soybean/wheat	2.3 a	0.8 a
		Combined	Soybean/fallow	0.9 b	0.3 b
	Hutton	No	Combined	84.8 a	39.6 a
		Conventional	Combined	63.6 b	10.5 b
1985	Coker 368	Combined	Soybean/wheat	80.4 a	35.3 a
		Combined	Soybean/fallow	68.1 a	14.9 b
	Hutton	No	Combined	6.3 a	2.9 a
		Conventional	Combined	2.5 b	1.1 b
	Hutton	No	Combined	85.3 a	59.5 a
		Conventional	Combined	34.7 b	15.0 b
	Coker 368	Combined	Soybean/wheat	6.3 a	2.8 a
		Combined	Soybean/fallow	2.5 b	1.2 b
	Hutton	Combined	Soybean/wheat	64.1 a	37.1 a
		Combined	Soybean/fallow	56.0 a	37.3 a
1986	Coker 368	No	Combined	10.9 a	0.8 a
		Conventional	Combined	6.2 b	0.6 a
	Hutton	No	Combined	41.3 a	8.0 a
		Conventional	Combined	18.3 b	4.3 b
	Coker 368	Combined	Soybean/wheat	8.1 a	0.6 a
		Combined	Soybean/fallow	9.0 a	0.7 a
	Hutton	Combined	Soybean/wheat	34.3 a	8.1 a
		Combined	Soybean/fallow	25.2 b	4.2 b

<sup>1</sup> Moldboard plowing and rototilling, see text for details.

<sup>2</sup> Means followed by the same letter for a comparison within a column are not significantly different ( $P=0.05$ ).

TABLE 2 - Effects of tillage on isolation of *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora*.

Season	Tillage	Isolation <sup>2</sup>
1983	No	43 a <sup>3</sup>
	Conventional <sup>1</sup>	25 b
1984	No	80 a
	Conventional	47 b
1985	No	96 a
	Conventional	64 b
1986	No	15 a
	Conventional	4 b

<sup>1</sup> Moldboard plowing and rotavating, see text for details.

<sup>2</sup> Growth stage for isolation was R3, R5, R2 and R2 for 1983, 1984, 1985 and 1986, respectively.

<sup>3</sup> Means followed by the same letter for a comparison within a column are not significantly different ( $P=0.05$ ).

significantly different between Coker 368 and Hutton. Cropping system also did not affect plant infection at these sample times.

Yield for Hutton was significantly greater with conventional tillage in 1985, but yield for Coker 368 was not affected by tillage. Yield for conventional tillage and no tillage in 1985 was 1166 and 794 kg/ha for Hutton and 1647 and 1567 kg/ha for Coker 368, respectively. In 1986 yield was not significantly affected by tillage treatment for either cultivar. Cropping system did not significantly influence yield for either cultivar in either year.

## DISCUSSION

Most inoculum for disease development of southern stem canker is thought to be ascospores from perithecia or conidia from pycnidia developing on infested crop residue. Therefore, tillage practices that bury infested residue or prevent sporocarp production should reduce disease development. Perithecial formation of *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* is simulated by light, although stems with perithecial initials buried in soil were able to form mature perithecia. These studies indicate that burying crop residue (conventional tillage) can result in less disease incidence and severity. In addition to possibly more inoculum under no tillage, the position of the inoculum on the soil surface in proximity to the site of infection may also play an important role in the increase in stem canker under no tillage. Research in Tennessee also has reported a similar relationship between tillage and southern stem canker. The lower disease incidence and severity is apparently a reflection of lower levels of colonization of soybean plants with conventional tillage as

indicated by less isolation of the pathogen from stems in conventional tillage than no tillage.

Tillage alters many soil factors such as soil temperature, bulk density, soil moisture, and the distribution of soil nutrients, as well as biological activity. Hutton and Coker 368 were used in the study to separate the effect of southern stem canker on yield from other factors associated with tillage, which may influence yield. In 1985, no significant yield differences were found between tillage treatments for Coker 368, indicating tillage did not influence yield in the absence of losses associated with southern stem canker. However, for Hutton there was a 47% higher yield associated with 59% fewer plants with stem canker symptoms under conventional tillage compared to no tillage. Hutton yielded 29% less than Coker 368 under the conventional-tillage system and 49% less than Coker 368 under the no-tillage system.

Soybean/wheat doublecropping also was found to affect stem canker. A greater number of diseased and dead plants were found in doublecropped soybean/wheat compared to soybean monoculture. The wheat crop or wheat residue may affect stem canker by affecting the amount of inoculum produced by the pathogen. Wheat also may alter the environment for the host, thus altering infection or symptom development. A number of crops, including wheat, served as an adequate nutrient source for growth and reproduction of *D. phaseolorum* var. *caulivora* after autoclaving. However, plating wheat stems and leaves collected weekly from 1 mo prior to harvest did not result in the isolation of *D. phaseolorum* var. *caulivora* (C.S. Rothrock, unpublished). Isolation data from soybean stems indicate there was no difference in the level of colonization between the two cropping systems. These data suggest that the difference in

disease severity with doublecropping may be due to an environmental factor which affects symptom expression in the soybean plant.

Plant infection for stem canker begins early in the growing season and continues throughout the growing season. Early infection appears to be more closely related to final disease severity. Although soybean cultivars have been reported to vary greatly in susceptibility to southern stem canker (Weaver *et al.*, 1984), plant infection did not differ significantly between Hutton and Coker 368 in these study. Other researchers also have observed similar incidences of infection among susceptible and resistant cultivars. Differences in rainfall patterns between growing seasons could account for the differences in infection and thus symptom development, with plant infection being associated with periods of high rainfall.

As cultural practices are selected for a crop production system it is important to anticipate and document changes in disease incidence and severity. When cultural practices are selected that favor a specific disease but are advantageous for other reasons, for example soil erosion or timeliness of field operations, it is important to examine other disease control strategies that could be utilized. In the case of southern stem canker, moderately resistant cultivars, such as Coker 368, can be successfully incorporated into cultural systems, no tillage, that are advantageous for other reasons but may result in increased levels of infection and disease.

## REFERENCES

- BACKMAN, P.A.; WEAVER, D.B.; MORGAN-JONES, G. Soybean stem canker: an emerging disease problem. **Plant Dis.**, v.69, p.641-647, 1985.
- HOBBS, T.W.; PHILLIPS, D.V. Identification of *Diaporthe* and *Phomopsis* isolates from soybean. (Abstr.) **Phytopathology**, v.75, p.500, 1985.
- MORGAN-JONES, G.; BACKMAN, P.A. Characterization of southeastern biotypes of *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora*, the causal organism of soybean stem canker. (Abstr.) **Phytopathology**, v.74, p.815, 1984.
- PHILLIPS, D.V. A selective medium for *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora*. (Abstr.) **Phytopathology**, v.74, p.815, 1984.
- ROTHROCK, C.S.; HOBBS, T.W.; PHILLIPS, D.V. Effects of tillage and cropping system on incidence and severity of southern stem canker of soybean. **Phytopathology**, v.75, p.1156-1159, 1985.
- ROTHROCK, C.S.; PHILLIPS, D.V.; HOBBS, T.W. Effects of cultivar, tillage and cropping system on infection of soybean by *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* and southern stem canker symptom development. **Phytopathology**, v.78, p.266-270, 1988.
- WEAVER, D.B.; COSPER, B.H.; BACKMAN, P.A.; CRAWFORD, M.A. Cultivar resistance to field infestations of soybean stem canker. **Plant Dis.**, v.68, p.877-879, 1984.

# DISEASE OF THE ROOT SYSTEM: SOYBEAN SUDDEN DEATH SYNDROME

DONALD E. HERSHMAN<sup>1</sup>

Soybean sudden death syndrome (SDS) was an unnamed curiosity in Arkansas from 1971 through 1983. During 1984 and 1985 SDS became a serious production problem throughout the midsouth of the United States. Since 1985, SDS has been confirmed in the midwestern states of Illinois, Indiana, Iowa, Missouri and Wisconsin and in all midsouth states except for Oklahoma and Texas.

**Symptoms.** SDS is a root disease which is also accompanied by distinct above ground symptoms. Taproots, lateral roots, and crowns of affected plants exhibit a severe cortical rot. Root mass is reduced as are the number and health of viable root nodules. Diseased taproots and stems show a gray-brown vascular discoloration which extends several nodes up the stem. The pith of diseased plants remains healthy.

Foliar symptoms of SDS usually develop in plants during the reproductive period. Under favorable conditions the disease can develop during vegetative growth. Initial symptoms are random chlorotic spots of various sizes and shapes which form interveinally. In some cases a mosaic symptom precedes the formation of chlorotic spots. Spots coalesce to form interveinal chlorotic and, eventually, necrotic streaks. At this point only the leaf veins remain green. Severely diseased leaves become tattered through weathering and eventually abscise from the petioles.

Foliar symptoms can occur throughout the plant canopy, but are frequently most severe in the upper plant canopy. Symptoms of SDS may be restricted to small areas of fields or may pervade entire fields. In severe cases, symptoms usually appear in "hot spots" of various size and shapes, which eventually expand and coalesce to involve a greater portion of the field.

**Etiology.** In 1989, Roy *et al.*, (*Phytopathology* 79:191-197) reported that SDS was caused by a strain of *Fusarium solani*.

This strain was unique from non-SDS isolates of *F. solani* in that cultures formed primarily macroconidia rather than the typical microconidia, and culture media (potato dextrose agar) was stained by a blue pigment. Mycelial characteristics of the fungus in culture also deviated from the norm. Cultures causing SDS were designated as *F. solani* strain "A" (FSA) to distinguish them from typical *F. solani* "B" cultures (FSB). Preliminary molecular studies (Rupe & Becton, *Phytopathology* 83:1423; Gray & Achenbach, *Phytopathology* 85:1155) have indicated that FSA and FSB are genetically distinct from one another.

The possibility that races of FSA exist has been suggested by several researchers. In 1991, Lim & Jin (*Phytopathology* 81:1236) identified at least five races of FSA using the differential responses of 10 soybean genotypes. In 1993, Abney *et al.* (*Mycologia* 85:801-806) reported a teleomorph connection for isolates of FSA. *Nectria haematococca* (the ascoma stage of *F. solani*) isolated from soybean plants with SDS produced ascospores that yielded typical FSA cultures. SDS resulted when soybean plants were inoculated with macroconidia/mycelium of the cultures. This finding is important since it provides a mechanism for establishing races of FSA.

FSA is a soilborne pathogen present in greatest populations in the top 10-20 cm of the soil profile (Rupe & Becton, *Phytopathology* 82:1134). FSA can be isolated from all infected root and crown tissues, but cannot be isolated from any aboveground tissues. FSA is not restricted to soybean and is capable of infecting both mung bean (*Vigna radiata*) and garden bean *Phaseolus vulgaris* (Gray, *Phytopathology* 81:1135). Based on the wide host range of *F. solani*, it is likely that future work will identify other hosts of FSA.

**Effect of SDS on Crop Yield.** Yield losses due to SDS

<sup>1</sup> University of Kentucky, Kentucky, USA.

can approach 80%, although losses in the range of 10-15% are much more common. Many field observations and studies suggest an inconsistent relationship between peak SDS severity and yield. This inconsistency relates to the stage of crop development when SDS symptoms are expressed. All evidence suggests that the appearance of foliar symptoms after the mid pod fill stage (R5) will have limited effect on yield. Plants exhibiting moderate to severe foliar symptoms prior to the mid-pod fill, however, may abort both pods and seed. Seed size may also be reduced and the number of dead and hard seed may increase. Indirectly, seed yield and quality can be reduced by other diseases, especially pod and stem diseases, which attack SDS-stressed and prematurely killed plants.

**Pathogenesis and Epidemiology.** Very little is known about the requirements for FSA to infect soybean roots under field conditions. *In vitro* work by McLean & Roy (**Phytopathology 80:1043**) revealed that FSA macroconidia germinate on soybean root surfaces within 4 hrs after inoculation. After 24 hrs, hyphae of FSA can be found intercellularly within the epidermal and cortical tissues of roots. Infected roots collapse after 48hrs and FSA chlamydospores can be observed within the cortex.

SDS is frequently more severe in wet, compacted areas of fields or near irrigation ditches and levees. However, the effect of moisture relative to stage of soybean development is unclear. In greenhouse studies (Roy *et al.*, **Phytopathology 79:191-197**) SDS was favored by continuous irrigation of plants beginning at V3. In contrast, Rupe & Gbur (**Plant Dis. 79:139-143**) observed a 4-5wk delay in SDS symptom expression for portions of fields flooded when soybeans were in vegetative growth.

Field and greenhouse studies indicate that the appearance of SDS foliar symptoms is dependent on many different factors. In a recent report, Rupe & Gbur (**Plant Dis. 79:139-143**) determined that elapsed time from early symptom expression to foliar necrosis and defoliation was 40-60 days. They also found that SDS progressed as two distinct phases. In the first phase, symptoms increased rapidly to about 35% leaf area affected, over a period of 13-15 days. The second phase was characterized by a much slower increase in disease during the next 4-8 weeks. In agreement with previous studies and field observations, they found that the initial phase of SDS occurred during reproductive development (R2 to R5), but was not tied to any particular stage of plant development. They also reported that the first phase was not tied to rain events or temperature changes, but was associated with accumulated heat units (average degree days over the period 1986-1988 of 907 degree-days). In contrast with the first phase of SDS, a large number of observations, including those by Rupe & Gbur, suggest that the second phase of SDS is enhanced by below normal temperatures and above normal rainfall in the latter part of the growing season. Similarly, high soil fertility and high yield environments have been associated with more severe SDS (Hirrel, **Am. Seed Trade**

**Assoc., 16th Res Conf. 16:95-104; Rupe *et al.*, J. Prod. Agric. 6:218-221).**

Many questions remain about the factors which influence expression of SDS foliar symptoms. In 1987, Hirrel (**Am. Seed Trade Assoc., 16th Res. Conf. 16:95-104**) proposed the possible involvement of a pathotoxin in SDS development. In 1990, Lim *et al.* (**Phytopathology 80:1044**) reported on a non-host-specific FSA culture filtrate which, when placed on wounded soybean cotyledons, produced chlorotic tissue after 4 days incubation at 24C. Subsequent work with the pathotoxin(s) (Jin *et al.*, **Phytopathology 85:1189**) indicated that the culture filtrate was a 17 kD phytotoxic polypeptide. In 1994, Baker & Nemeč (**Phytopathology 84:1144**) reported on another culture filtrate produced by FSA when cultured on a mineral salts-glucose medium. The authors identified the filtrate as monorden, a compound with antibiotic properties previously isolated from cultures of *Monosporium* and *Nectria* sp. When monorden was applied to soybean cuttings, mature leaves developed symptoms consistent with SDS.

**Effect of Other Pathogens on SDS.** From the beginning, SDS has frequently been associated with the soybean cyst nematode (*Heterodera glycines* [SCN]). In his 1987 report, Hirrel stated that 70-80% of SDS-affected fields from four states were also infested with SCN. Subsequent greenhouse (Roy *et al.*, **Phytopathology 79:191-197**) and field studies (McLean & Lawrence, **J. Nematology 25: 434-439**) have shown that SCN hastens the appearance of SDS foliar symptoms by 3-7 days and increases SDS severity compared to where SCN is absent.

McLean & Lawrence (**J. Nematology 27:70-77**) found that root tissue invaded and modified by SCN enhanced infection by FSA. They reported that the two pathogens in combination additively increased root necrosis. They speculated that syncytia associated with SCN juveniles provided an additional food source for FSA which modified SDS development.

Other pathogens may also modify SDS. von Qualen *et al.* (**Plant Dis. 73:740-744**) identified the *Diaporthe-Phomopsis* complex as having a high potential to enhance the severity of SDS.

**Management of SDS.** At present, planting SDS resistant cultivars is the only reliable means of managing SDS. Resistance to SDS is usually expressed as a delay in symptom expression and slowed disease progress (Rupe & Gbur, **Plant Dis. 79:139-143**). Unfortunately, the identification of acceptable resistant cultivars has been hampered by variability in field trials between years and locations. Presently, farmers are encouraged to select soybean cultivars which have performed well in different environments. Several researchers are developing methods to screen soybean germplasm in the greenhouse, under controlled conditions, thereby avoiding the variability that has plagued field studies (Melgar & Roy, **Phytopathology 82:1158**; Stephens *et al.*, **Plant Dis. 77:163-166**). No one screening method, however,

has performed consistently well and variability of results is still a problem. Identifying SDS resistant germplasm using advanced molecular and biochemical techniques is underway (O. Meyers, Southern Illinois Univ., [personal communication](#)) and may give results which are far superior to traditional breeding methods.

Numerous observations and studies have suggested a linkage between SCN and SDS resistance. Specifically, many cultivars with SCN resistance also perform well against SDS. This relationship, however, does not always hold true. For example, Abney *et al.* (**Phytopathology** 84:1100) reported that PI 437654 (resistant to all known races of SCN) is highly susceptible to SDS. There are many other cultural practices and management decisions that may help to reduce SDS under field conditions. Delayed planting and planting early maturing cultivars will often delay SDS development and, in turn, limit SDS related yield losses (Hershman *et al.*, **Plant Dis.** 74:761-766; Rupe & Gbur, **Plant Dis.** 79:139-143). Planting a range of cultivars may also increase the likelihood of escaping the effects of SDS.

The effect of crop rotation on SDS is uncertain. von Qualen *et al.* (**Plant Dis.** 73:740-744) found that less SDS developed in corn-soybean and corn-wheat/soybean than where continuous soybean was planted. In contrast, Rupe *et al.* (**Phytopathology** 85:762) reported that none of five different cropping sequences had any effect on reducing FSA populations or SDS development. Soil and crop residue

management may help with SDS management. von Qualen *et al.* (**Plant Dis.** 73:740-744) reported that SDS was more severe in no-tillage plots than in either conventionally tilled or minimum-tilled plots. Since SDS is frequently more severe in compacted or wet areas of fields, breaking up compacted layers and improving the surface and internal drainage of fields may be of some help. Finally, maintaining excellent crop health through good farming practices and managing other diseases, especially SCN, will help to reduce the impact of SDS.

At present, there are no chemical treatments (except for soil fumigation which is not economical) proven to reduce SDS under field conditions. The same is true for biological control of SDS, although a recent report by Rupe & Becton (**Phytopathology** 83:1384) indicated that some fungal isolates can significantly reduce SDS levels in the greenhouse. Perhaps at some future date, biocontrols will be available for use against SDS.

Much has been learned about SDS since 1984, but much remains to be learned about the disease. It is not often that scientists get an opportunity to start from scratch with a disease, so in that regard, SDS is a unique opportunity. Based on the foundation of existing SDS research, I believe more effective SDS management strategies will be available to soybean producers in the near future. This is of critical importance, since SDS appears to be slowly increasing its range year after year.

# MECHANIZATION IN SAVANNA REGIONS: EFFECT OF MACHINES AND IMPLEMENTS ON THE SOIL

ETTORE GASPARETTO<sup>1</sup>

According to the agricultural experience an implement efficiency or value has been always considered following its mechanical effect and a well-done work. In addition a simple design, low operational costs and the possibility to assure production in any atmospheric condition are important. In the past nobody was ever worried to know the consequence of tillage on his soil; the only interest was devoted to immediate production.

The soil is submitted to a continuous degradation, losing its productive possibility. This negative evolution has been continuing during centuries and sometimes thousands of years; on the other side by the utilisation of mechanical techniques this process accelerated. Using animal draft only limited damages may be produced in the soil and normally this effect is compensated by new soil layer formation. This is anyway not always true, as soil is subject to a continuous unstable balance.

Following the use of mechanical techniques this process accelerated. As a consequence in the last century the degradation has been higher than in the previous thousands years. On the other side the very good production results gave an optimistic view to the modern mechanical means:

the tilled layer has increased and as a consequence more nutrients and water are available to the plant roots;

- nutrients and water are more easily absorbed, due to a greater soil pulverization;
- tillage operations may be very quick and as a consequence they become relatively independent from weather conditions;
- fertilizers and dung are better distributed, even if the second one is always less utilised.

The consequence of all these practices has been a higher production. This caused an increased soil value, while no one is considering the lessened productive capacity. The reality is different. Production increased but this is due to

higher inputs per hectare: mechanization, energy, fertilizers, seeds, herbicides, etc... On the contrary the soil productivity is lessening.

The biggest countereffect is erosion. It happens more often on cultivated soils and sometimes degrades them to deserts.

Agriculture is not a close system where extractions (harvest) is compensated with inputs. It is an unbalanced system, which gives a great response to perturbations. As a consequence it is necessary to consider operations that will maintain the natural system stability and self regulation.

The potential soil implement riskiness derives from its action intensity and from the operational way. It is necessary to know the effect of every implement on soil structure, plant residues and particle dimension, in such a manner to judge its usefulness for tillage.

An objective of traditional tillage is the mixing of crop residues with soil to produce an anaerobic decomposition and not to interfere with the successive seedbed preparation. From this point of view mouldboard ploughs and, to a lesser extent, disc ploughs offer the best solution.

The scientific relation between soil loss and non maintenance of surface residues has been established. It results necessary to look at other systems which may till the soil, get rid off natural vegetation and prepare a good seedbed, while the crop residues are maintained. This task is difficult. All implements damage up to a certain extent the soil surface. However modern conservation techniques limit to a minimum the unwanted consequences.

If a field is tilled, it is possible to judge the degree of conservation farming from the percentage of original crop residues which remain on the soil surface:

- 0-10% with mouldboard ploughs;
- 25-70% with disc ploughs;
- 50-80% with chisel ploughs;
- 90-100% with direct drilling.

<sup>1</sup> Full Professor of Agricultural Mechanization, Istituto di Ingegneria Agraria, Università degli Studi di Milano, Via Celoria, 2 - 20133 Milan, Italy.

Weather condition may increase crop residues decomposition; for instance it is estimated that during winter time in temperate climate surface crop residues may decompose up to 25-30%.

Depending on the crop residues on the field surface, several conservation operations may be identified. The choice varies from the minimum or reduced tillage, which is a compromise between conventional tillage and conservation farming up to the no till or zero tillage, where the former crop residues are not removed.

The main disadvantages of zero or minimum tillage are the difficulty in applying fertilizers and pesticides and in seed drilling. More nutrients and chemicals are needed. In spring the soil is more resistant to warm up and the crop growing is at some extent slower.

On the other way with conservation tillage it is possible:

- to save fuel and time;
- to reduce soil losses and soil compaction;
- to preserve moisture in a better way.

Of course different tillage (or non tillage) machines are required, if compared with traditional farming. Starting from this last one, the most common systems are:

- conventional tillage. It includes ploughing and one or more secondary tillage operations. Sometimes, even a pre-plough is carried out, to disc or knock down weeds or residues of previous crops;

- reduced tillage. This system foresees a reduced number of operations in comparison with conventional tillage for a particular crop and region. Pre-plough operations are often eliminated. Some crop residues may be left on the field surface;

- minimum tillage. It is a system reducing the number of tillage operations to the minimum necessary for an acceptable crop growing and production. Usually mouldboard ploughs are not utilised and preference is given to chisel ploughs or to other conservation implements;

- zero tillage (no till). Planting is carried out on an essentially unprepared seedbed. No tillage is done with the exception of a narrow strip in front of the planter. This strip may be tilled or loosened by a coulter or by a rotating tool.

Switching from conventional to zero tillage may save up to 75-80% of the tillage energy and cost. However part of the saving is overcome by the cost for buying and spreading chemicals to control insects and weeds.

There are no mechanical limits to conservation farming. However soil features and other agronomical and weather factors may limit some of the possible options. On a clay and very hard soil, it is difficult to have good results from direct drilling. Zero tillage requires a soil, which is deeply cracked, not very hard on its surface and without chemical residues which may affect plant growth. Surface residues should not be plentiful and unchopped, unless they will constitute an obstacle to growing crop.

# PLANTIO DIRETO EM REGIÕES DO CERRADO

MARCIO J. SCALÉA<sup>1</sup>

O Brasil, desde o seu descobrimento, teve sua agricultura marcada pela busca de solos férteis que permitissem uma produção a baixo custo e pela proximidade dos centros de consumo ou das vias de exportação, ao longo da costa. O Cerrado permaneceu, então, à margem da rota dos grandes ciclos da agropecuária brasileira, servindo de base para uma exploração pecuária extensiva, caracterizada pelos baixos investimentos e por uma produtividade mais baixa ainda.

Este círculo vicioso começou a se romper a partir das décadas de 60 e 70, quando a procura de terras baratas levou agricultores da região Sul do país a se estabelecerem nos Cerrado do Centro-Oeste do Brasil, coração do, com a lavoura de arroz de sequeiro. O desenvolvimento de novos cultivares de soja e milho, novas tecnologias de fertilização e a construção de uma apreciável infra-estrutura de transporte, armazenagem e energia, fizeram com que o Cerrado passasse, em menos de 20 anos, a ser o maior polo produtor de grãos do país, principalmente soja.

Os sistemas de cultivo então adotados eram os tradicionais, com o uso sistemático de grades pesadas e niveladoras para o preparo do solo. Além desse preparo básico, periodicamente eram usados arados de discos ou escarificadores. A mecanização intensiva, aliada à monocultura da soja e ao regime de chuvas concentradas entre outubro e abril, com alto poder de erosão, criou um quadro alarmante: solos compactados, desestruturados e com baixo teor de matéria orgânica passaram a ser presa fácil da erosão, que chegou a degradar extensas áreas. Este fato limitou a aptidão desses solos degradados a suportar, no máximo, pastagens de braquiária. As práticas conservacionistas tradicionais eram insuficientes para evitar tal degradação.

Frente a este quadro preocupante, em meados da década de 80, pensou-se em trazer para o Cerrado o Plantio Direto,

técnica surgida anos antes no Paraná, e que havia se mostrado muito eficiente no controle da erosão. O método já era adotado em extensas áreas daquele Estado e do Rio Grande do Sul. As primeiras tentativas, de copiar no Cerrado o Plantio Direto praticado no Paraná não deram certo, pois a predominância de um inverno quente e seco não permitia o desenvolvimento das culturas de inverno tradicionais do Sul. Nessa primeira fase, o Plantio Direto teve uma pequena expansão, principalmente ao sul do Estado do Mato Grosso do Sul, cujas características de solo e clima eram muito semelhantes às do Paraná.

Destas experiências pioneiras surgiu uma variante, o Plantio Direto no Mato, cuja principal característica era a de não ter uma cultura de inverno, o que lhe conferia algumas limitações, como a necessidade de doses crescentes de herbicidas para controlar ervas perenizadas, uma cobertura morta desuniforme tanto em quantidade como em qualidade e o risco de agravamento de ocorrência de pragas e doenças, em plantio de soja sobre resteva de soja. Esta variante de plantio direto ainda hoje é muito praticada, sendo a porta pela qual muitos agricultores se iniciam no sistema, ainda com baixo nível tecnológico.

O Cultivo Mínimo, alternativa surgida para, através de um preparo parcial do solo, eliminar as gramíneas perenizadas, foi um passo adiante, passando a ser adotado por muitos agricultores e difundindo-se rapidamente em fins da década de 80. Uma de suas grandes vantagens era a possibilidade de o plantio ser feito com plantadeiras convencionais, pois o preparo parcial deixava o solo macio, fácil de plantar.

Com a difusão destas duas variantes e com o advento de cultivares mais precoces, permitindo a exploração de uma segunda cultura de verão, surgiu uma forma mais elaborada

<sup>1</sup> Monsanto do Brasil Ltda, Caixa Postal 4102, ACF Serrinha, Goiânia, GO 74823-400, Brasil.

de plantio direto, o chamado Plantio Direto com Safrinha. A cultura de safrinha, além do eventual retorno financeiro, era responsável pela produção de uma palhada muito boa, garantia de um bom plantio direto na estação seguinte, já com bom padrão tecnológico, pois as doses de herbicida podiam ser menores por não haver perenização, e os ciclos de pragas, doenças e plantas daninhas eram rompidos. O início da década de 90 veio então com uma grande expansão do plantio direto, cujas vantagens em termos de custo operacional e necessidade de capital empatado em máquinas eram inegáveis, depois de, contornadas as principais limitações técnicas. A difusão da cultura do milheto como excelente alternativa de safrinha foi um marco na história do plantio direto neste período.

Em alguns casos, quando a cultura de safrinha era feijão ou girassol, com pequena produção de palhada, ou em áreas de soja de ciclo muito tardio, onde era inviável qualquer tipo de safrinha, delineou-se um último estágio de plantio direto, chamado de Plantio Direto com Safrinha e Cobertura. Neste

caso o milheto passou a ser usado como cultura de primavera, visando apenas à produção de cobertura morta, com excelentes resultados.

Como a receita básica do plantio direto é não ter receita, outras variantes continuam a surgir, cada qual mais adaptada a esta ou aquela situação específica, mas todas elas contribuindo para uma finalidade básica, que é a sustentabilidade da exploração agrícola do Cerrado. E das novidades mais recentes, chamam a atenção os sistemas de plantio direto que partem de pastagens degradadas de braquiária, passam por um período de exploração agrícola e voltam novamente à braquiária, agora renovada, fertilizada e com capacidade de suporte multiplicada, no que se convencionou chamar de “integração lavoura com pecuária”. Sem dúvida este é um dos modelos mais equilibrados de exploração de uma propriedade, que tem no plantio direto uma ferramenta muito eficiente, pela rapidez com que permite passar de pastos degradados a lavouras implantadas, sem necessidade de grandes investimentos em máquinas e implementos.

# COMBINE DEVELOPMENT TRENDS FOR THE SAVANNA REGIONS

HEINZ D. KUTZBACH<sup>1</sup>

## SUMMARY

The combine manufacturers follow the trend towards high capacity combines by redesigning their machines in order to upgrade capacity through increased engine power, large grain tank capacities, improved threshing and separating elements and broader cutterbars. Non conventional combines with new threshing and separating systems extend the capacity to peak throughputs higher than 40 t/h grain. New cabins and the increased introduction of electrohydraulic adjustment make operation easier. The range of information and control systems aiming to simplify the work of the driver is growing but there are still problems with the availability of robust, reliable and low-cost sensors. Yield mapping based on satellite navigation and grain feed rate measurement can be an important part of recording basic data for agricultural management and precision farming.

**Additional index words:** Combines, threshing, separating, control systems, yield mapping

## INTRODUCTION

For the harvest of small grains, corn, soybeans and a lot of other combineable crops the conventional combine with straw walkers has eminent importance also in the future. Combines have reached a high level of development and harvest cereals with a performance and through put which could never have been imagined 40 years ago, when they have been introduced for example in Germany. Declining grain prices and rising labour costs require an increase in combine capacity. Because the size of a combine is limited by the need for road and train transportation new threshing

systems and considerable technical improvements have been introduced in the last years, Kutzbach (1996).

## THRESHING AND SEPARATING

Since the introduction of the TR combine in 1976 by Sperry New Holland, the number of different types of threshing and separating elements aimed at increasing machine efficiency has greatly increased (Fig. 1). Conventional combines (with straw walkers) and non-conventional combines (without walkers) are differentiated due to the influence of the walker on design, working methods and function. In non-conventional combines with tangential threshing cylinders, the capacity limiting walker was replaced by rotating separation elements (Fig. 2). The cut crop can be fed to the axial rotor tangentially or axially and the rotor can be installed crosswise or lengthwise in the combine. The axial rotor often does the threshing work in the front segment and separates grain and straw at the rear. Machines with one or two axial rotors are on the market. Descriptions and evaluations of these differences and individual functional groups are found in the literature, Kutzbach (1996). Generally the axial rotor is threshing more by friction than by impact. This causes round about twice of the energy for threshing compared to a tangential threshing cylinder (Fig. 3a) and produces more short straw pieces, which are disadvantageous for baling. On the other hand grain breakage is reduced (Fig. 3b) and throughput in a given combine volume increased. Axial rotors have advantages in threshing corn and soybeans but cannot thresh such a broad variety of crops like tangential threshing cylinders.

The design and introduction of non conventional combines involved a further development of conventional combi-

<sup>1</sup> Dr.-Ing., Professor, Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik (440),70593 Stuttgart, Germany.

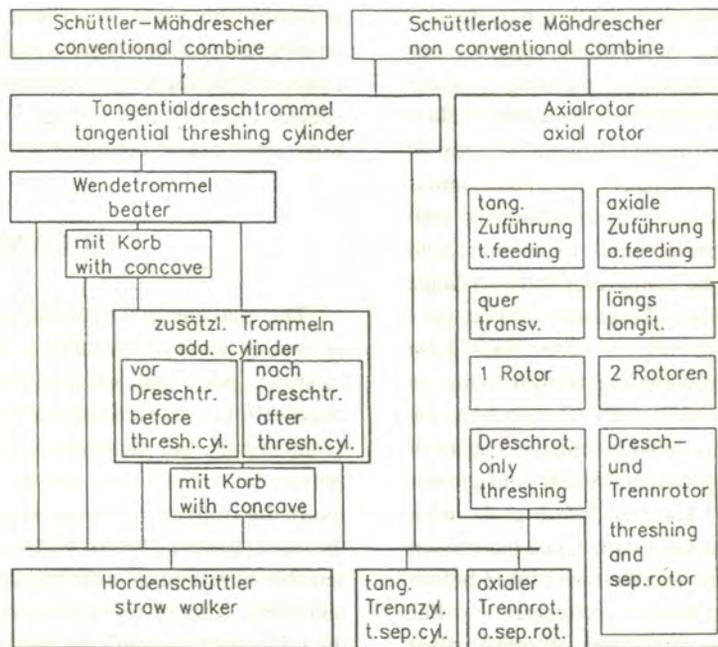


FIG. 1 - Classification of threshing and separating elements

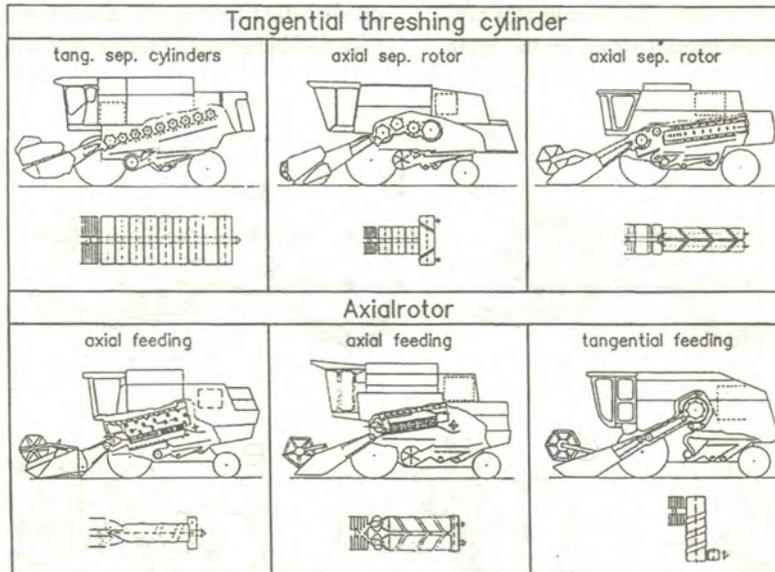


FIG. 2 - Principles of non conventional combines

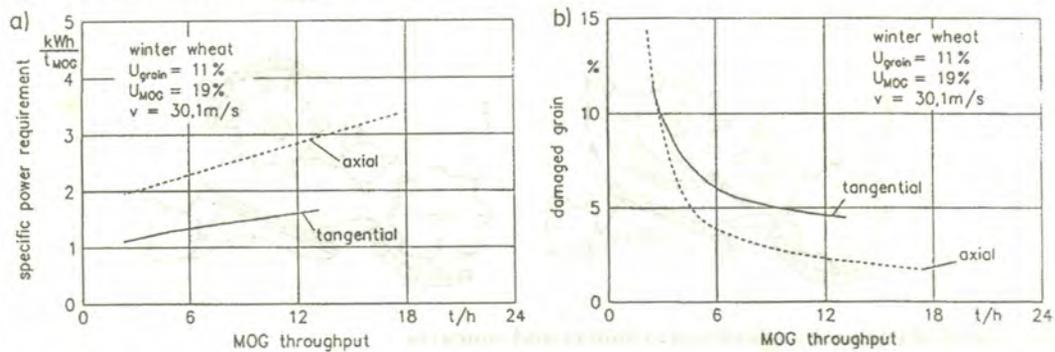


FIG. 3 - Quality of work of axial and tangential threshing units  
a) power requirement b) grain breakage  
(concave clearance: tangential 12/6 mm, axial 8 mm)

nes with their proved and reliable tangential threshing devices and straw walkers. An increase in combine capacity was achieved especially by an additional separating cylinder between beater and straw walker which relieves the walker from a part of the grain. After the well-known solution of Ford New Holland, other manufacturers presented similar solutions (Fig. 4). When harvesting in dry conditions as well as in rape the separating cylinder leads to an increased separation of MOG, that's why the concave/cylinder-distance can be widened (Deutz-Fahr, Massey Ferguson). At Fiatagri's version the concave can be completely swivelled aside. John Deere have introduced a corresponding design using an enlarged threshing drum (660 mm) with 10 rasp bars, by installation of a separating cylinder with concave instead of the beater, a redesign of the concave front end and greater separation openings in the concave rear end (Fig. 4). With the MEGA threshing and separating system, Claas has chosen a different solution, in which an accelerator is fitted before the threshing drum. The accelerator comprises a roller (450mm), that is fitted with several rows of spiral offset rectangular pickup elements and revolves at 80% of the threshing drum speed. A concave under the accelerator pre-separates grain and thus relieves impact strain on the grain

in the threshing unit. From field evaluation and observation on different plots and regions in Germany Rademacher (1995) estimated the capacity of different threshing systems using a special capacity index (Fig. 5). These data are based on experience not on comparable capacity measurements.

## CLEANING

The conventional cleaning unit of the combine consists of two or more sieves and in the most cases a reciprocal motioned grain pan, which preseparates the grain from the chaff (MOG) and feeds the sieves. The separation process is sustained by the mechanical forces of the reciprocating movement of the sieves and the pneumatic forces from the fan in the front of the sieves which are combined to fluidize the heterogeneous bed of material. The cleaning unit is very sensible to variations in the physical properties of grain, straw and chaff. A lot of research work has been done to describe the relationship of bulk and physical properties with respect to the capacity of the cleaning unit. Beck (1992) concentrated on so called technological crop properties and could show correlation between fluidization velocity and capacity of the

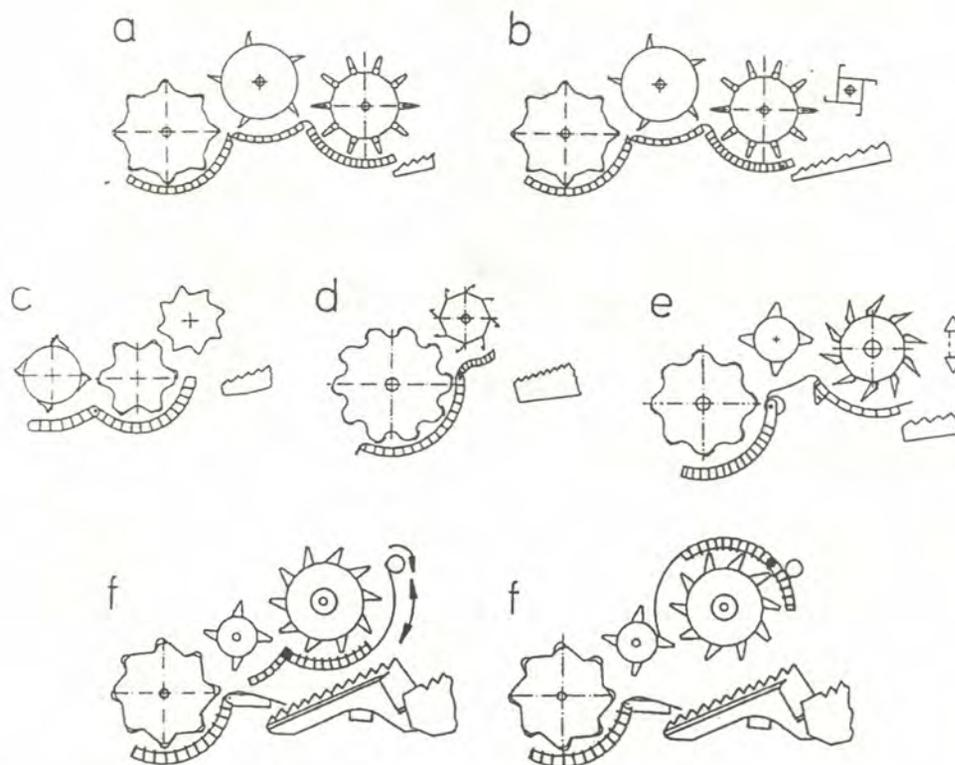


FIG. 4 - Increased efficiency by additional cylinders and concaves

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| a) Ford New Holland | b) Ford New Holland |
| c) Claas            | d) John Deere       |
| e) Deutz-Fahr       | f) Fiatagri         |

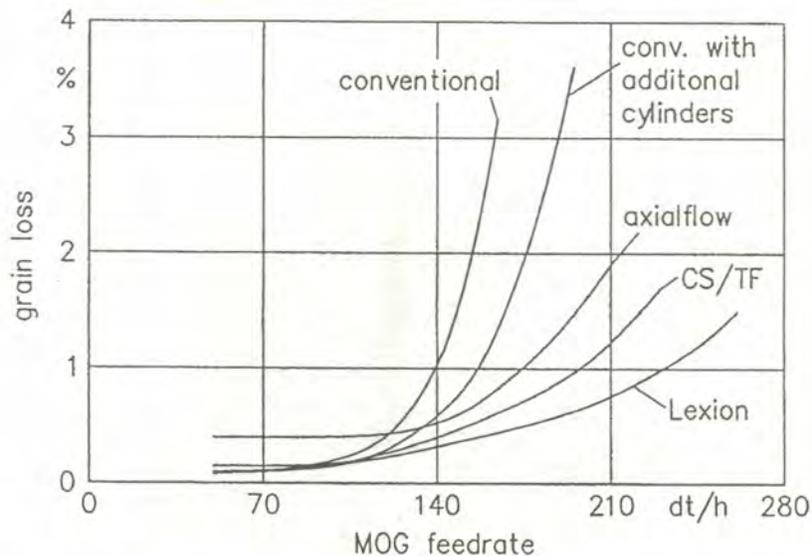


FIG. 5 - Estimated capacity of different threshing systems under best German harvest conditions for each system, Rademacher (1995)

cleaning unit and between penetration time and capacity of the straw walker. A third technological crop property is the threshability defined as an index for all biological and meteorological influences during grain threshing. But the influence of crop properties and harvesting conditions on the entire loss behavior of the cleaning unit due to different fan speeds and feedrates is still not clear. A three dimensional performance characteristic of the cleaning unit (fig. 6) can be used to critically examine their operational characteristics, Böttinger (1987). The grain loss is represented in dependence of fan speed and grain feedrate.

Especially under dry conditions rotating separation elements increase the proportion of short straw that leads to an increase of the load on the cleaning system and reduces the separation efficiency. To increase the efficiency of the cleaning unit, manufacturers have introduced improved blowers and additional air flow steps to smooth the flow of the material in the front sieve segment (Fig. 7). The additional airstream is also generated by the fan and guided to the second air flow step. The section between the two steps is designed as grain pan or as additional sieve. Deutz Fahr has installed a sieve at the end of the grain pan to preseparate the grain on the bottom of the material layer. Using these two air flow steps it is possible to get a high air velocity with a steep angle in the front sieve area. Dahany (1994) has shown an impressive grain loss reduction, if the air velocity on the loaden sieve is much higher at the front (4 m/s) than at the end of the sieve (1 m/s), Fig. 8.

The development of mathematical models aims to improve the comprehension of the processes in the combine and to gain insight into the essential parameters. Moreover, when operative mathematical models are available, they shorten the time needed for experiments and development.

The separation processes on the walker and in the cleaning unit can be described as the result of the superposition of convection and dispersion. Dispersion can be taken into account with the aid of a dispersion constant, convection by the average sinking speed of the grain, Beck (1995).

## INFORMATION AND CONTROL SYSTEMS

To relieve the combine operator the number of electronic information and control devices is increasing. A reasonable equilibrium between automated and operator controlled systems seems necessary. The operator's strain should be reduced through automated control systems for subprocesses, e.g. automated steering or backloop control of the reel speed. Special attention is still directed to the development of more exact measurement methods for grain loss and throughput. Grain loss may be measured manually, with loss monitors or through the measurement of a separation function of the processes. The Daniavision information system from Dronningborg integrates a grain throughput measurement system that uses x-rays of low intensity. Following the Daniavision system (Massey Ferguson: Datavision), Claas also has presented an electronic on-board information system (CEBIS), in which a variety of data can be displayed on a screen sited to one side of the driver. The throughput is calculated by a volume measurement and density calibration. Volume flow can also be measured in the clean grain elevator using a light barrier, (Fig. 9). Some reports state that weighing is used as a method for throughput measurement as well. Field experiments conducted over two years showed that Flow Control (MF) and the Yieldometer (Claas) allow throughput measurement with small average deviations of 1

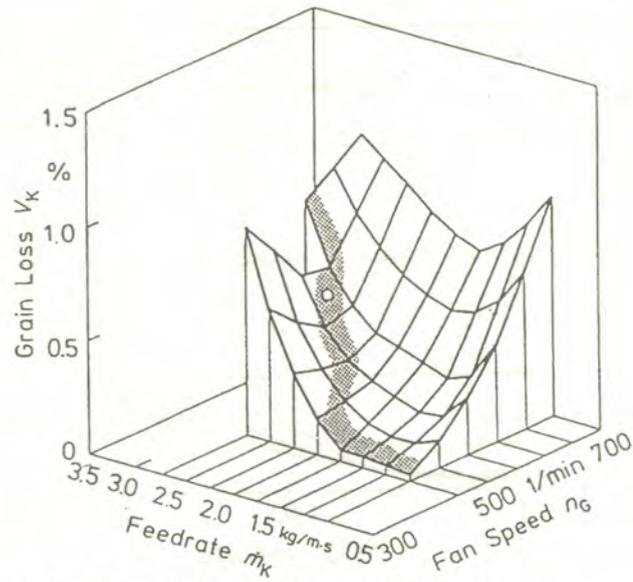


FIG. 6 - Performance characteristics of a cleaning unit for wheat "Basalt"  
 (20% MOG, M.C.<sub>grain</sub> 12%, M.C.<sub>MOG</sub> = 18%)

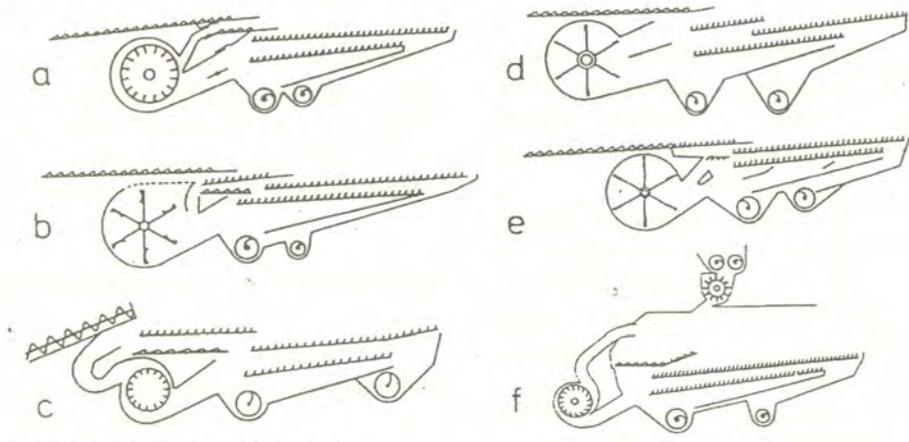


FIG. 7 - Cleaning units with improved capacity  
 a) Claas      b) Ford New Holland  
 c) John Deere      d) MDW  
 e) Deutz-Fahr      f) Fiatagri

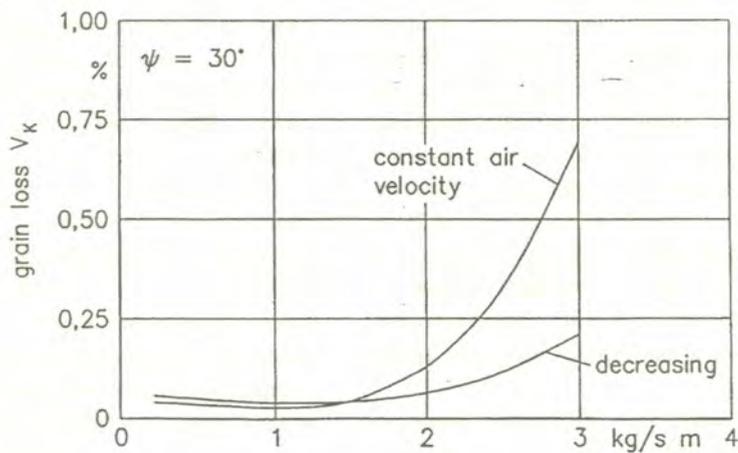
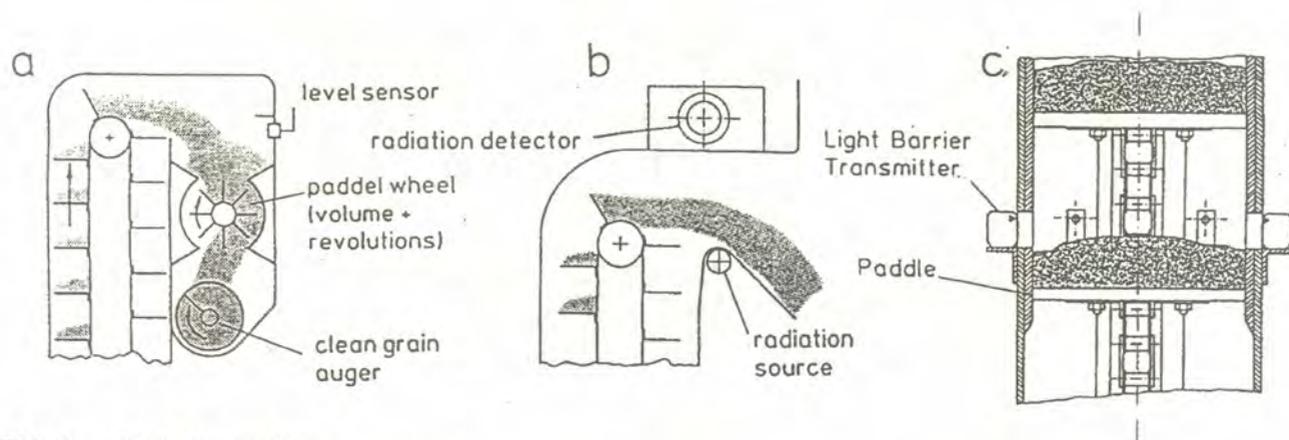


FIG. 8 - Grain loss of a laboratory cleaning unit  
 a) constant air velocity  
 b) decreasing air velocity along the sieve



**FIG. 9 - Grain-flowmeters**  
 a) Flow control (Dronningborg)  
 b) Yieldometer (Claas)  
 c) Ceres (RDS)

to 2%. However, there can also be results with deviations of up to 10%. When the Yieldometer is used, precision largely depends on how carefully the necessary measurement of density is carried out.

The position control of the platform makes great demands upon the attention and reaction of the operator. Therefore it is eased by the use of electrical/hydraulic control systems for ground pressure or by control systems to maintain a present cutting height. More recent developments allow for a swivelling of the platform to maintain a ground parallel position of the platform independent of the combines's inclination. Swivelling may be actuated manually ( $\pm 3^\circ$  Ford New Holland) or automatically ( $\pm 4^\circ$  Deutz-Fahr). Platforms with flexible cutterbars may use the cutterbar movement for the height control of the platform (John Deere). Another system integrates height control, ground pressure control and swivelling through the use of a programmable process controller (Claas). The actual values are taken from sensors at the platform sidewalls and the platform spring.

The information systems, simple on-board computers and previously implemented control systems for subprocesses, such as cutterbar position and ground pressure control, automatic steering for maize harvesting and level control of hillside combines or cleaning units can be integrated as modules in a complete system, an example of this is shown in figure 10. A process computer, similar to those already in use for subfunctions, could implement all data recording and control and transmit control commands to all individual operating components. There are still particular problems with the availability of robust, reliable and low-cost sensors.

## YIELD MAPPING

Digitally stored yield maps are an important part of

recording basic data for Agricultural Management. Differences in nutrients removed by plants can be assessed for future fertilizer application needs if the local yields within a field are known. The effects of special treatment strategies can also be examined. Site-specific cultivation becomes possible. For yield mapping several sensors are necessary such as grain-flowmeters, real speed sensors, cutting width measurement devices etc., Reitz (1994). Positioning is of prime importance in this context. For this purpose, DGPS (Differential Global Positioning System) systems are generally used today (Figure 11). The position is calculated from the transit time of least four satellite signals. Since this system, which was originally designed for military purpose, can be used free of charge and since the price of the receivers is diminishing (approximately DM 1.000 for a simple device), these systems will probably be used more and more often even though precision still remains to be improved. The disturbing signal (SA, Selective Availability) is mostly compensated by a reference station. If the position data are corrected in the field machine, realtime processing is necessary. For subsequent yield mapping, postprocessing is sufficient, which can be done more easily. According to information provided by MF, this company used already about 60 combines equipped with yield-mapping systems in the UK and in Germany in recent years.

## PLATFORMS

For road transport the header should remain mounted on the combine in order to diminish the setting-up times. Therefore nearly all manufacturers offer 5- and 6-rowed maize pickers in foldable versions. Geringhoff presented a solution for the grain header which meanwhile is adapted to the rape and sunflower harvest where folding and placing the platform components over each other leads to a transport width of 3

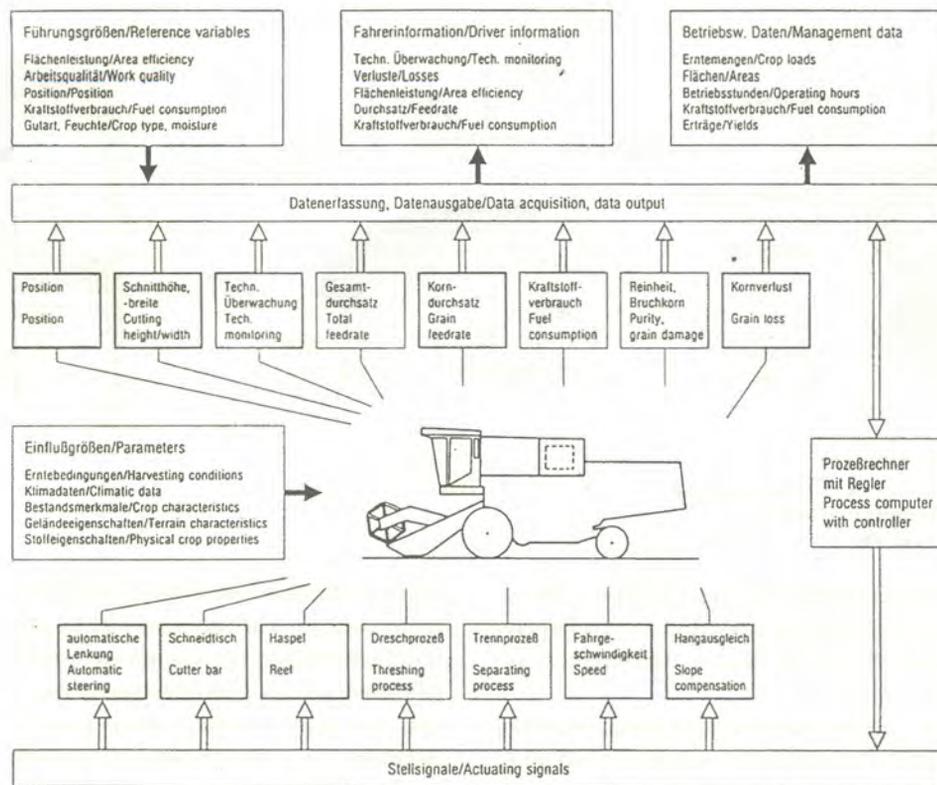


Figure 10: Combine information and control system (bold boxes: status 1995)

FIG. 10 - Combine information and control system (bold boxes: status 1995)

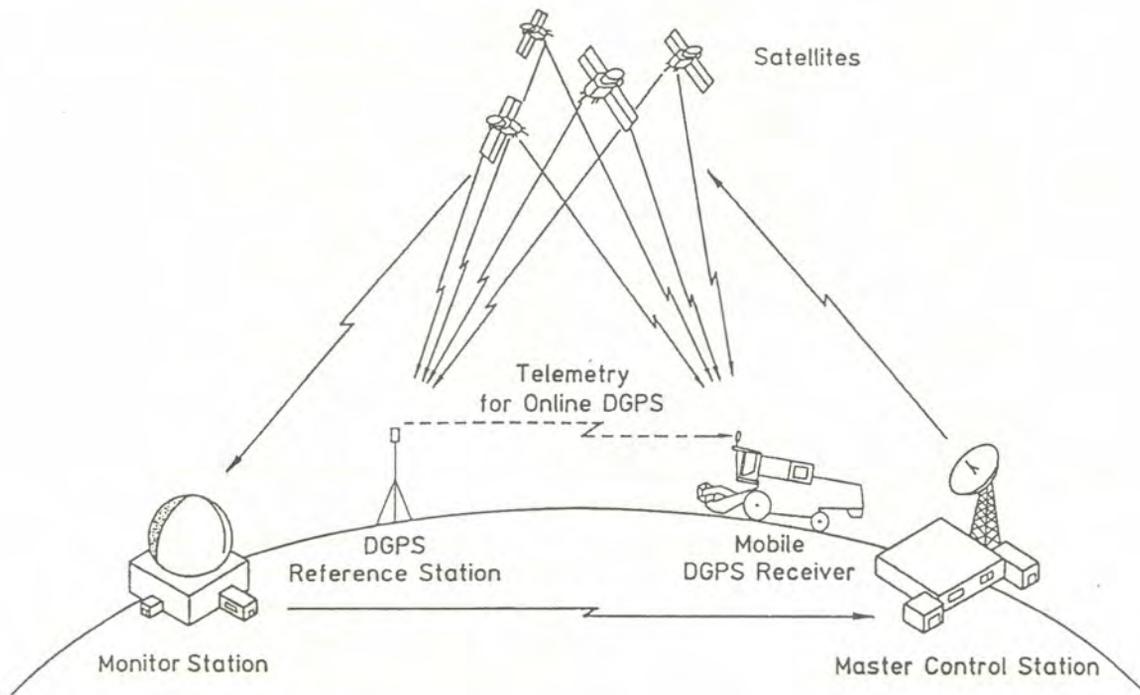


FIG. 11 - Configuration of the DGPS (Differential Global Positioning System)

m. Claas has shown a solution where header components can be swivelled forward.

Higher combine harvesting performance can also be achieved by the stripper developed from Silsoe Research Institute which strip the ears from the stalk and thus reduce the MOG throughput. Reports on experience of operating characteristics to date are contradictory. The durability of the stripping elements shall be increased when the polyurethane elements are reinforced with steel. Whereas under favourable circumstances in standing grain the stripper can lead to considerable increases in combine throughput (average increase 50%), the implement fail almost completely under some conditions occurring in laid grain, a conventional cutterbar implement is therefore still required.

### REFERENCES

- BECK, F.; KUTZBACH H.D. Theoretische Untersuchungen zur Trennung von Korn/Stroh- und Korn/Spreugemischen im Mähdrescher. **Agrartechnische Forschung**, 1 H. 2, S. 120-128, 1995.
- BECK, T. Meßverfahren zur Beurteilung des Stoffeigenschaftseinflusses auf die Leistung der Trennprozesse im Mähdrescher. VDI-Fortschritt-Berichte Reihe 14, Nr. 54, Düsseldorf: VDI-Verlag 1992.
- BÖTTINGER, S.; KUTZBACH, H.D. Performance characteristics of a cleaning unit under various crop conditions. ASAE-Paper No. 87-1512, 1987.
- DAHANY, A. Verbesserung der Leistungsfähigkeit luftdurchströmter Schwingsiebe bei der Korn-Spreutrennung im Mähdrescher durch Optimierung der Luftverteilung. Forschungsbericht Agrartechnik der MEG, Nr. 245, 1994.
- KUTZBACH, H.D. Yearbook Agricultural Engineering, combine harvesters. Frankfurt (1991) Nr. 4- (1996) Nr. 8, Landwirtschaftsverlag Münster.
- RADEMACHER, T. Durchsatz ist relativ. profi 7, (1995), Nr. 12, S. 104-107, 1995.
- REITZ, P.; KUTZBACH, H.D. Data Acquisition for yield mapping with combine harvesters. INTERNATIONALE CONFERENCE "COMPUTERS IN AGRICULTURE", 5., 1994, Orlando. **Proceedings**. p. 42-47.
- WACKER, P. Quality of work of axial and tangential threshing units. CIGR Conference, Dublin, 1989. **Proceedings**. p. 1863-1968. (Translation No. 26, AFRC Engineering Silsoe 1991).

# A MECANIZAÇÃO COMO ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DE UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL: COLHEITA DE GRÃOS NOS CERRADOS

AMILCAR CENTENO<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

A região dos Cerrados representa, sem dúvida, a grande fronteira agrícola mundial e a única região capaz de responder à demanda crescente por alimentos projetada para as próximas décadas.

Por outro lado, os Cerrados, assim como as demais regiões de savanas de outros continentes, representam um grande desafio para todo o complexo do "agribusiness", historicamente desenvolvido e adaptado para as regiões de clima temperado.

A diversidade de clima e solo é fator que determina novas limitações e necessidades diferenciadas para o desenvolvimento da atividade agrícola de modo sustentável, exigindo soluções criativas e oferecendo oportunidades para novos empreendimentos.

Dentro desse contexto, a mecanização da agricultura dos Cerrados desempenha um papel fundamental, uma vez que:

- representa uma grande parcela do custo de produção dos principais grãos plantados na região dos Cerrados (de 15 a 35% do custo, dependendo do sistema de produção);

- viabiliza a introdução de novas técnicas em escala comercial (plantio direto, cultivo mínimo etc.);

- é um dos recursos de produção que pode causar os maiores efeitos colaterais negativos (compactação, erosão etc.), quando utilizado indiscriminadamente (cultivo irracional).

O objetivo deste trabalho é aplicar, de modo resumido e parcial, a técnica de Desdobramento da Função Qualidade, de modo a buscar a identificação de possíveis soluções e oportunidades para a mecanização das lavouras dos Cerrados, a partir das principais características que influenciam o uso de máquinas agrícolas.

Dentro do contexto geral enfocaremos com ênfase a

atividade de colheita, sempre priorizando o enfoque sistêmico, evitando colocá-la como atividade isolada e independente das demais.

## CARACTERÍSTICAS DOMINANTES DO CERRADO

A partir da observação da região dos Cerrados, verifica-se que suas principais características típicas que influenciam a mecanização das operações agrícolas são:

- relevo predominantemente plano ou levemente ondulado;
- estrutura fundiária com predomínio de propriedades de grande porte, com áreas de
  - lavouras extensas e uniformes;
  - clima homogêneo, com períodos de chuvas e secas bem definidos;
  - precipitações praticamente diárias na estação das chuvas;
  - clima extremamente seco na estação das secas;
  - grande variação da umidade do ar, tanto sazonal como diária;
  - solos tropicais, de fácil mobilização, porém com comportamento físico diverso dos solos de clima sub-tropicais e temperados;

## MATRIZ CARACTERÍSTICAS X NECESSIDADES

As características naturais dominantes nos Cerrados trazem necessidades específicas à agricultura da região. Essas necessidades podem ser entendidas tanto como limitações quanto como oportunidades para o processo de mecanização das lavouras. Na Tabela 1 apresentamos essas caracterís-

<sup>1</sup> SLC S.A., Horizontina, RS, Brasil.

**TABELA 1 - Matriz características x necessidades.**

CARACTERÍSTICA	NECESSIDADE (Limitação/Oportunidade)
- Relevo predominantemente plano ou levemente ondulado;	- Utilização de máquinas de maior capacidade de campo
- Estrutura fundiária com predomínio de propriedades de grande porte, com áreas de lavouras extensas e uniformes;	
- Clima homogêneo, com períodos de chuvas e secas bem definidos;	- Períodos de execução das operações de preparo do solo, plantio e colheita limitados pela umidade do solo;
- Precipitações praticamente diárias na estação das chuvas;	- Necessidade de executar operações de plantio e colheita com elevado nível de umidade no solo;
- Clima extremamente seco na estação das secas;	- Períodos de colheita limitados pela umidade do ar e dos grãos;
- Grande variação da umidade do ar, tanto sazonal como diariamente;	- Regulagens freqüentes para ajustar às condições variáveis de umidade do ar e do material colhido (sazonal e diária);
- Solos tropicais, com comportamento físico diverso dos solos de climas subtropicais e temperados;	- Aprofundamento nos estudos da física dos solos e das relações máquina-solo nos solos tropicais;
- Preços decrescentes para os produtos agrícolas.	- Reduzir custos de produção/unidade;
- Reduzida capacidade de reinvestir no empreendimento agrícola.	- Controlar e diluir custos fixos.

**TABELA 2 - Matriz Necessidades x alternativas (Soluções e Tendências).**

NECESSIDADE (Limitação/Oportunidade)	ALTERNATIVAS (Soluções e Tendências)
- Utilização de máquinas de maior capacidade de campo;	- Colheitadeiras maiores; - Colheitadeiras mais velozes;
- Período de execução das operações de preparo do solo, plantio e colheita limitados pela umidade do solo;	- Utilização de máquinas com maior capacidade de campo; - Equipamentos maiores; - Máquinas mais velozes; - Plantio direto como forma de otimizar o período de plantio e colheita
- Necessidade de executar operações de plantio e colheita com elevado nível de umidade no solo;	- Capacidade de trabalhar em condições de alta umidade do solo: - Novos desenhos de implementos; - Controle da compactação do solo; - <u>Pneus de baixa pressão</u> ou esteiras;
- Períodos de colheita limitados pela umidade do ar e dos grãos;	- Utilização de máquinas com maior capacidade de campo: - Colheitadeiras maiores; - Colheitadeiras mais velozes;

- Regulagens freqüentes para ajustar às condições variáveis de umidade do ar e do material colhido (sazonal e diária);	- Colheitadeiras com ampla gama de regulagens: - Colheitadeiras convencionais; - Sistemas de monitoramento e automação;
- Plantio direto como forma de otimizar o período de plantio e colheita;	- Manejo correto dos resíduos: - Dispositivos de picagem e distribuição da palha e palhiço
- Aprofundamento nos estudos da física dos solos e das relações máquina-solo nos solos tropicais;	- Desenvolvimento de técnicas e equipamentos para um manejo racional dos solos tropicais; - Plantio Direto; - Cultivo Racional;
- Reduzir custos de produção/unidade;	- Máquinas com menor <u>custo</u> operacional: - Máquinas maiores; - Máquinas mais eficientes; - Máquinas mais duráveis/confiáveis - Métodos mais eficientes: - Plantio direto; - Cultivo racional;
- Controlar e diluir custos fixos;	- Uso intensivo do maquinário: - Máquinas versáteis; - Diversificação de variedades/culturas;

ticas e as respectivas necessidades identificadas.

Às características específicas da região dos Cerrados é necessário acrescenta duas outras, presentes como tendência geral, em qualquer atividade de produção agrícola:

- preços decrescentes para os produtos agrícolas ;
- reduzida capacidade de reinvestir no empreendimento agrícola.

### MATRIZ NECESSIDADES X ALTERNATIVAS

Desdobrando-se as limitações e oportunidades apresentadas no ítem anterior, são indicadas na Tabela 2 algumas alternativas (soluções ou tendências) para a mecanização da agricultura na região dos Cerrados, com ênfase nos aspectos relativos à colheita.

Certamente outras alternativas e tendências podem ser apresentadas e discutidas, e dependem basicamente da criatividade e do esforço dirigidos no sentido de melhor entender e explorar de forma sustentada o imenso potencial da região dos Cerrados.

### CONCLUSÕES

A partir da análise feita neste trabalho, podemos destacar as seguintes alternativas e/ou tendências para a mecanização da agricultura dos Cerrados:

- Características desejáveis dos equipamentos:
  - Maior porte;
  - Mais velozes;
  - Mais eficientes;
  - Mais duráveis/confiáveis;
  - Mais versáteis;
  - Pneus de baixa pressão ou esteiras;
  - Novos desenhos de implementos.
- Tendências das colheitadeiras:
  - Colheitadeiras convencionais;
  - Sistemas de monitoramento e automação;
  - Dispositivos de picagem e distribuição da palha e palhiço.
- Tendências de métodos de cultivo:
  - Plantio direto;
  - Cultivo racional;
  - Diversificação de variedades e culturas.

# CERRADOS DO NORDESTE DO BRASIL: CARACTERIZAÇÃO, FATORES ALAVANCADORES E RESTRITORES

FRANCISCO M. C. FRANÇA<sup>1</sup>

## CARACTERIZAÇÃO

As zonas de cerrado do Nordeste são encontradas nos estados do Maranhão, Piauí e Bahia além de uma pequena porção do norte de Minas Gerais inserido no Polígono das Secas. Tais zonas, apresentadas na Figura 1, têm uma área física de 315 847 km<sup>2</sup> e compreende 76 municípios. Em termos percentuais, os estados com maiores áreas de Cerrado são a Bahia e o Piauí com, respectivamente, 30 e 29% do total. O Maranhão tem 19% dos Cerrados da região, enquanto no norte de Minas Gerais as áreas de cerrado correspondem a 22% do total.

No Nordeste o cerrado típico ocupa uma área de 24,7 milhões de hectares, que equiivale a 50% de toda a área colhida com lavouras do Brasil. A área de cerrados do Piauí é de 9,2 milhões de hectares, na Bahia 9,5 milhões, no Maranhão 6,0 milhões e no norte de Minas Gerais 7,0 milhões.

Segundo França & Araújo Filho (1992) os solos dominantes na região dos Cerrados são latossolos (46%), areais quartzosas (15,2%) e podzólicos (15,1%). Os latossolos apresentam teor de argila que varia de 25 a 80% e baixo teor de matéria orgânica (de 0,8 a 4,2%). Estes solos são de baixa fertilidade, acidez elevada, baixa saturação de bases e deficientes em fósforo e potássio.

As médias das precipitações pluviométricas nos Cerrados do Nordeste variam de 800 a 1500 mm/ano. A redução nas médias observadas ocorre nas áreas próximas à zona semi-árida do Nordeste. O cerrado maranhense é o que apresenta um elevado grau de homogeneidade em suas precipitações assim como a mais elevada média dos cerrados nordestinos. Naquele estado, a média pluviométrica anual é de 1200mm, com extremos de 1030 e 1500 mm.

No cerrado do Piauí e da Bahia as condições pluviométricas são semelhantes. Nestes estados a média pluviométrica é de aproximadamente 1100 mm/ano na porção Oeste enquanto na Leste cai para 1000 mm. No Norte de Minas Gerais, por sua vez, a média pluviométrica atinge 1000 mm anuais.

O período chuvoso nos Cerrados do Nordeste concentra-se no período de outubro a março, sendo que as maiores precipitações ocorrem nos meses de novembro, dezembro e janeiro e o período mais seco corresponde aos meses de maio e setembro. A temperatura média nessa região varia de 24°C a 27°C.

A exploração dos cerrados nordestinos, assim como do restante do Brasil, deveu-se a uma série de vantagens competitivas dessa vasta região: o baixo preço da terra, a existência de tecnologias de exploração, a existência de fontes de crédito subsidiado e o mercado favorável para a soja. Na evolução da exploração dos cerrados nordestinos a soja foi a cultura que tracionou esta expansão. Em 1984 a produção era de 43 mil t, em 1989 passou para 620 mil t e em 1995 alcançou 1 155 mil t. No início daquela década foi no Oeste baiano onde houve os maiores incrementos e já no último quinquênio o destaque fica para o Maranhão que passou de uma produção de soja da ordem de 38 863 t em 1989 para 62 375 t em 1995.

## FATORES ALAVANCADORES E RESTRITORES DO DESENVOLVIMENTO DOS CERRADOS DO NORDESTE

### Alavancadores

- a) Existência de, aproximadamente, um milhão de

<sup>1</sup> Economista, Mestre em Economia Rural, Banco do Nordeste do Brasil S.A., Gerente de Desenvolvimento Rural, Praça Murilo Borges, n.1, Centro, Fortaleza, CE 60035-210, Brasil.

hectares de terras ociosas a baixo custo (de US\$ 25.00 a 50.00 por hectare). Referidas terras têm boas características edafoclimáticas, já foram desmatadas e situam-se em áreas com infra-estrutura básica.

b) Disponibilidade de novas tecnologias de exploração compatíveis com as peculiaridades das zonas produtoras (sementes e sistemas de produção).

c) Forte demanda pelos alimentos produzidos nos Cerrados por parte das regiões Nordeste e Norte, em especial pelo semi-árido.

d) A exploração dos cerrados setentrionais evitará a utilização predatória da floresta amazônica fato que confere maior facilidade de captação de recursos externos.

e) Diminuição das pressões sociais pela terra no Sul e Sudeste do País, em função da crescente atratividade que esta região oferece.

f) Capacidade de acelerar o processo de interiorização e desconcentração espacial do desenvolvimento nacional por meio da integração com a agroindústria, da articulação com os mercados demandadores e da organização dos produtores em cooperativas.

g) Existência de recursos de longo prazo do FNE e do BNDES para aplicação nestas regiões e amplas possibilidades de captação de recursos externos.

h) Existência de fortes parcerias orientadas para o desenvolvimento da região a exemplo de: EMBRAPA, Companhia Vale do Rio Doce, BNDES, Banco do Brasil, Banco do Nordeste, SUDENE, CONAB, CAMPO, Secretaria de Desenvolvimento Regional e Governo dos Estados

i) Experiência exitosa dos projetos de assentamento do PRODECER na Bahia e no Maranhão além da existência do Programa do Corredor de Exportação Norte.

j) Entusiasmo de grandes grupos do "agribusiness da soja", já instalados na região, decorrente da elevada competitividade da soja produzida na região.

### Restritores

a) Elevados custos de desbravamento de muitas áreas, decorrentes da precariedade e em muitos casos da falta de infra-estrutura econômica e social.

b) Necessidade de elevado volume de recursos para exploração e dificuldades de aporte de garantias por parte dos empreendedores privados.

c) Elevado endividamento dos Estados o que dificulta a captação de recursos para aporte em infra-estrutura.

d) dificuldades no suprimento de insumos e de escoamento da produção de muitos projetos, erroneamente localizados, como decorrência do pouco estoque de capital em infra-estrutura ou até de sua precariedade, sobretudo na quadra invernal.

e) Freqüentes conflitos nos processos de titulação da

terra e nas negociações de dívida com a rede bancária.

f) Escassez de empresários nordestinos experientes e capitalizados dispostos a explorar a região.

g) Incapacidade técnica e financeira dos governos federal e estadual em apoiar, no nível requerido, os cerrados nordestinos.

h) Inexistência de um zoneamento que identifique as áreas mais propícias à exploração, no que se refere a potencial edafoclimático, estágio da cobertura vegetal e dotação de infra-estrutura nos níveis governamental e privado.

## CONTRIBUIÇÃO DO BANCO DO NORDESTE AO DESENVOLVIMENTO DOS CERRADOS

O Banco do Nordeste do Brasil S.A. é uma instituição financeira, criada em 1952. É o maior banco de desenvolvimento regional da América Latina e o segundo maior banco de desenvolvimento do Brasil. O BNB é o principal agente financeiro do governo federal para a promoção do desenvolvimento econômico e social do Nordeste. É responsável pela operacionalização do FNE (Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste), do FINOR, de recursos do BID e repassador do BNDES e FAT, além de outras fontes externas.

É no exercício de sua função de desenvolvimento que o BNB realiza com plenitude a sua missão de "impulsionar o desenvolvimento sustentável do Nordeste através do suprimento de recursos financeiros e de suporte à capacitação técnica a empreendimentos da região". E mais, contribui para tornar a Região um roteiro de bons negócios, pronta para atrair investimentos internos e externos objetivando implementar projetos privados estratégicos para o desenvolvimento regional. Dentre as oportunidades eleitas pelo BNB, a exploração dos cerrados nordestinos se destaca como das mais relevantes.

Desde 1989 o BNB vem estudando os cerrados do Nordeste a fim de direcionar linhas de financiamento como também oferecer subsídios técnicos aos grupos de empresários demandantes de tão promissora região. O BNB já elaborou dois estudos sobre a região e conta com uma equipe de técnicos bastante familiarizada com a exploração dos cerrados além da experiência operacional de suas agências localizadas nessas zonas.

Com recursos do FNE e repasses do BNDES, o BNB financia nos cerrados os investimentos para a exploração de grãos, agroindústria, pecuária e irrigação. Os pequenos produtores e empresários contam com o apoio do Programa de Geração de Emprego e Renda do BNB. Este programa tem como fontes o FNE e o FAT e contempla as áreas rural, industrial, agro-industrial, comércio e serviços.

Nos anos de 1994 e 1995 foram aplicados pelo BNB

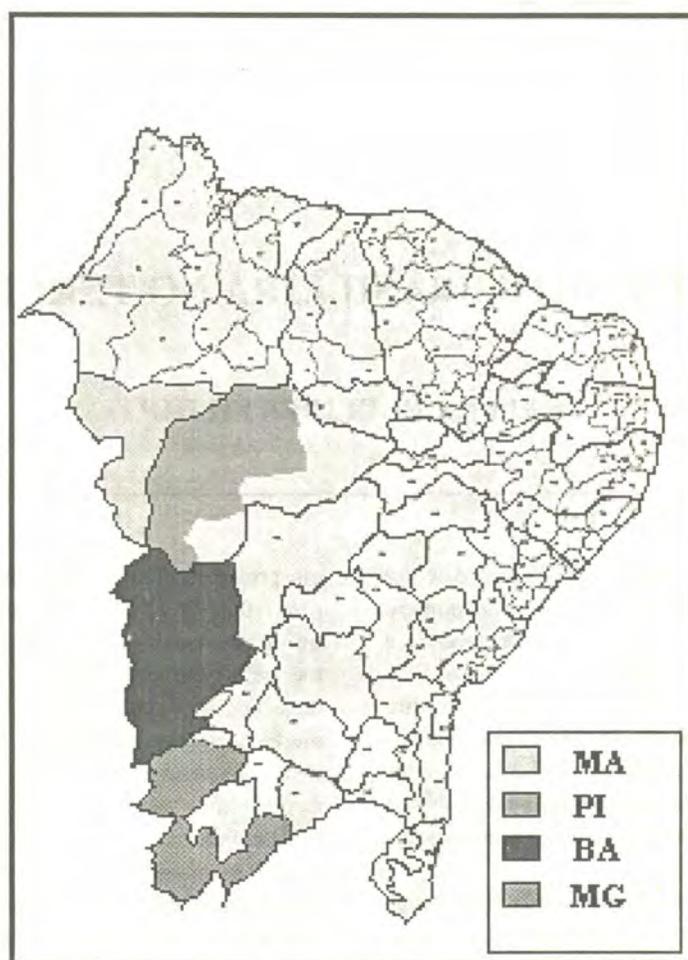


FIG. 1 - Área dos Cerrados Nordestinos

recursos da ordem de R\$ 18 milhões, tendo sido financiada uma área de 60 mil ha de grãos. Além disso, o BNB é o agente financeiro do PRODECER III, que explora uma área de 40 000 hectares com recursos da ordem de US\$ 80 milhões, 60% dos quais é originário da JICA (Japan International Coop. Agency).

Dentre as grandes estratégias do BNB voltadas para o desenvolvimento do Nordeste, a exploração sustentável dos cerrados se destaca como das mais promissoras de vez que ela induz a modernização da agricultura, provoca efeitos para frente e para trás, além de ser economicamente competitiva.

Como decorrência desta prioridade, o Banco vem envidando esforços para captação de recursos de longo e de curto prazo, no País e no exterior, para fazer face a forte demanda exercida por tão promissora região.

#### LITERATURA CITADA

FRANÇA F.M.C., ARAUJO FILHO. Subsídios a uma política de financiamento rural para os Cerrados nordestinos. *Revista Econômica do Nordeste*, v.23, n.1/4, p.69-118, 1992.

# A PECUÁRIA DE CORTE BRASILEIRA NO TERCEIRO MILÊNIO

KEPLER EUCLIDES FILHO<sup>1</sup>

Os cerrados desde há muito têm tido na pecuária de corte uma de suas principais atividades. No entanto, se até o início da década de 70 ela se desenvolvia de maneira empírica e como atividade totalmente extrativista, o advento da *Brachiaria* estabeleceu o marco inicial de uma transformação da atividade seguiram logo outras atividades que, no conjunto, vêm provocando uma verdadeira revolução no setor produtivo da região, como a sua incorporação no processo de produção de grãos e a ainda incipiente integração agricultura-pecuária.

Apesar de ter sido possível, nas duas ou três últimas décadas, observar avanços, melhorias e progressos na pecuária de corte da região, nota-se que estes, em sua maior parte, ocorreram nos últimos cinco a dez anos, estando, todavia, a grande mudança ainda por vir nesta virada de milênio.

A sociedade hodierna tanto quanto aquela que pode ser vislumbrada para o novo milênio que se inicia, tem se caracterizado por transformações abrangentes e profundas. Apesar de estas mudanças serem, em grande parte, direta ou indiretamente resultantes de avanços tecnológicos, o estabelecimento de uma nova mentalidade mundial tem imposto mudanças aos diversos segmentos da sociedade e conseqüentemente aos diferentes setores produtivos. Assim, a pecuária de corte brasileira, como qualquer outro setor produtivo, tem de estar atenta não só ao estabelecimento do seu norte, mas também aos inter-relacionamentos entre os diferentes segmentos da sociedade e, principalmente, às demandas deles resultantes. A Fig. 1 possibilita a visualização de alguns inter-relacionamentos cujo conhecimento e entendimento tornam-se fundamentais para que se possa tomar decisões em pecuária de corte. O que se procura salientar é que, cada vez mais, a demanda será por desenvolvimento de sistemas de produção sustentados que, além de eficientes e eficazes, resultem

em produtos de qualidade oferecidos a baixo preço. Além disso, têm de ser competitivos, não só com outros segmentos do setor produtivo, mas, em alguns casos, também com o mercado externo. Este cenário possibilita inferir que, apesar de as decisões serem cada vez mais comandadas pela rentabilidade do empreendimento, no que diz respeito aos aspectos do conhecimento, aceitação e incorporação de tecnologias nos sistemas produtivos, a visão terá de ser integrada, ou seja, haverá necessidade do chamado enfoque sistêmico. Assim, as disciplinas e/ou áreas de conhecimento têm de ser consideradas em conjunto, de forma sistêmica, quer seja na solução dos problemas, na identificação de alternativas ou na adequação do binômio genótipo-ambiente. Esta parece ser a forma mais adequada para implementação da pecuária de corte moderna que, sem dúvida, será conduzida com visão empresarial.

Neste contexto, merecem destaque a situação do mercado mundial de carne bovina, a exigência do mercado interno, os sistemas de produção e as tendências futuras.

Quanto ao mercado mundial de carne bovina, estudos conduzidos pelo Food Agriculture Service (FAS) dos Estados Unidos indicam que a renda mundial deve ser aumentada em cerca de cinco trilhões de dólares nos próximos dez anos. Esse incremento resultará em aumentos de demanda por produtos agrícolas, principalmente por aqueles mais sensíveis a aumento de renda, como é o caso da carne bovina. Além disto, ainda segundo o FAS/USA, o último acordo da rodada do Uruguai (GATT) deve resultar em um aumento de renda líquida das propriedades rurais nos Estados Unidos em, aproximadamente, 1,3 bilhão de dólares até o ano 2000, e em cerca de 2,5 bilhões, até o ano 2005, como resultado do aumento das exportações. Pode-se concluir que o mercado mundial sofrerá grandes mudanças que refletirão diretamen-

<sup>1</sup> EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Campo Grande, MS, Brasil. email: kef/cnpgc-embrapa



FIG. 1 - Demandas, forças, segmentos da sociedade e suas inter-relações influenciando a produção de carne. Fonte: Euclides Filho (1995).

te nos sistemas de produção. Uma análise do mercado mundial de carne bovina, nos últimos cinco anos, sugere que o setor de exportação poderá assumir um importante papel dentro da cadeia produtiva da carne no Brasil. Além disso, pode-se verificar que, além dos importadores tradicionais, como Estados Unidos e União Europeia, surgem grandes mercados emergentes como Japão, Coréia e Taiwan, com incrementos de importação, nos últimos cinco anos, de 66, 75 e 28%, respectivamente. O balanço das exportações nesse mesmo período, revela também aumentos importantes, como os registrados por Estados Unidos, Canadá, Brasil, Índia, Austrália e Nova Zelândia, com incrementos correspondentes a 58, 45, 28, 65, 13 e 35%, e ainda reduções, como as observadas pela Argentina e Uruguai, de 66 e 47%, respectivamente. Estas expectativas, aliadas à formação do Mercosul, indicam que haverá aumento da competição do mercado externo.

Uma análise dos sistemas de produção, bem como uma avaliação de tendências futuras, não devem ser conduzidas sem antes se ter claro qual é o contexto em que a pecuária deve desenvolver-se. Assim, pode-se mencionar que as macrocaracterísticas dos cerrados são: solos pobres, ácidos com deficiência mais ou menos generalizada de, principalmente, fósforo; seca bem definida de 4-5 meses, entre maio e setembro; pastagens formadas, principalmente, por gramíneas tropicais que caracterizam por serem de baixa qualidade se comparadas com as regiões temperadas; produção forrageira com variação sazonal em qualidade e quantidade; presença de endo e ectoparasitas; incidência de alta radiação solar e altas temperaturas.

Neste cenário, pode-se fazer as seguintes inferências para os sistemas de produção: continuará a necessidade de manejo mais eficiente dos limitados recursos disponíveis; a ativi-

dade pecuária tornar-se-á, cada vez mais uma atividade empresarial; haverá melhoria do manejo do rebanho; vacas continuarão sendo mantidas nas piores pastagens; haverá aumento na competição do mercado externo; as fases da pecuária de corte tornar-se-ão mais especializadas; até o ano 2000, 10% das fêmeas de corte estarão envolvidas em programas de melhoramento genético fundamentados em avaliações genéticas com o uso da Diferença Esperada na Progenie (DEP); até o ano 2010, esse número deverá ser de 30%; a suplementação a pasto e o confinamento, em cinco anos, responderão por, aproximadamente, 30% da produção total de carne; aumentarão, em algum grau, a integração agricultura-pecuária e o uso de fertilizantes em pastagem; haverá implantação ampla de um sistema de classificação de carcaça; a produção de carne será fundamentada em mestiços e/ou raças compostas de europeu-zebu provenientes de programas bem orientados, com metas e objetivos bem definidos. Pode-se inferir ainda que haverá aumento do número de propriedades desenvolvendo agricultura e pecuária; aumentar-se-á a busca por melhor adequação do genótipo ao ambiente, incluindo ajustes para atendimento à demanda por melhor qualidade de carne.

Apesar de a decisão de o que fazer ser uma prerrogativa particular e, em alguns casos, estar voltada para atendimento de algum mercado específico, uma reflexão sobre este aspecto é importante, uma vez que, de modo geral, a maioria dos envolvidos em produção de carne bovina, direta ou indiretamente, produzirá para atender a um mercado mais amplo.

No que diz respeito à exigência do mercado interno, tende a consolidar-se a consciência do consumidor brasileiro no sentido de exercer seus direitos à qualidade do produto adquirido. No caso da carne bovina tudo indica ser a maciez

o principal parâmetro de qualidade. Além disso, pode-se mencionar um movimento internacional de rejeição a carne com resíduos químicos. Verifica-se ainda em alguns setores da cadeia produtiva da carne no Brasil uma busca generalizada por eficiência do sistema de produção, almejando maior precocidade e, como animal ideal para abate, um novilho com uma carcaça de 250 a 270 kg (17-18 arrobas) com uma cobertura de gordura média entre 5 e 10 mm. Contudo, em nossas condições, uma carcaça de 15-16 arroba seria, de modo geral, mais adequada, pois essas 2-3 arrobas a mais (17-18 arrobas) prolongam, em quase um ano, o tempo necessário para o acabamento do animal, principalmente, quando a terminação é feita exclusivamente em pasto. Vale ressaltar ainda, que maiores carcaças são provenientes de animais cujas irmãs são também de grande porte e, por isso, mais exigentes. Essas fêmeas, por sua vez, para serem produtivas, necessitam ter à disposição alimentos em quantidade e qualidade suficientes para atender à manutenção e, principalmente à produção, mais eficiente. Diferenças em eficiência de produção de vacas de diferentes tamanhos e/ou produção de leite têm sido observadas experimentalmente. No Brasil, Euclides Filho *et al.* (1995) mostraram que vacas ½ Fleckvieh-Nelore foram mais eficientes do que vacas ½ Chianina-Nelore e ½ Charolês-Nelore. Neste caso, os índices obtidos como kg de bezerras desmamados/kg de vaca foram: 0.41, 0.38 e 0.38, respectivamente. Euclides Filho *et al.* (1983) também observaram diferenças em eficiência de produção de carne entre diferentes grupos genéticos. Os resultados que envolveram vacas Angus, Brown Swiss e ½ Angus-Brown Swiss evidenciaram que a maior produção de leite e o maior tamanho das vacas ½ Angus-Brown Swiss, apesar de resultarem em maiores pesos de bezerras à desmama, conduziram a uma eficiência menor que a das vacas Angus, principalmente, em função da quantidade de alimento ingerido por vaca e bezerro e da taxa de natalidade.

Além disso, há evidências de que animais menores, principalmente em condições de escassez e/ou limitação de alimentos, são mais eficientes; e os resultados obtidos por Jenkins & Ferrel (1994) dão suporte a esta assertiva, ao corroborarem a hipótese de que a eficiência de produção depende do nível de ingestão de matéria seca. Assim, faz-se necessário uma ampla discussão e obtenção de alguns resultados experimentais para que se procure o ajuste adequado entre genótipo e ambiente. A maior exigência nutricional de animais de maior porte assume importância maior em sistemas de produção em que não existe abundância de alimentos em qualidade e em quantidade. Resultados obtidos por Gregory (1972), Klosterman & Parker (1976) e Jenkins & Ferrel (1983) permitem concluir que, aproximadamente, 50%

da energia alimentar dispendida no processo de produção de carne é gasta com manutenção de vacas. Nas condições brasileiras, em que a pecuária tem como principal fonte de alimento para o gado pastagens tropicais, torna-se imprescindível o correto equilíbrio entre ambiente e genótipo. Segundo Euclides Filho (1995), são necessárias maiores áreas e/ou menores taxas de lotação para que se consiga atender às exigências nutricionais desses animais, permitindo-os não só a manutenção mas, principalmente, a produção. Caso isso não seja observado, corre-se risco de degradação dos pastos com conseqüente redução dos índices produtivos.

Pode-se depreender que animais de menor porte, com um tipo intermediário entre aquilo que se deseja para a fêmea e o que se busca no macho, e que, principalmente, estejam em equilíbrio com o ambiente podem, de modo geral, ser a melhor opção de produção de carne em nossas condições.

## LITERATURA CITADA

- EUCLIDES FILHO, K. Melhoria animal: conquistas e perspectivas. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 32, Brasília, 1995. **Anais**. Brasília: SBZ, 1995. p.611-615.
- EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G.R.de; EUCLIDES, V.P.B. Eficiência de produção de vacas de corte com diferentes potenciais para produção de leite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.7, p.1003-1007, 1995.
- EUCLIDES FILHO, K.; RESTLE, J.; OLSON, T.A.; KOGER, M.; HARGROVE, D.D. Measures of efficiency of calf production from cows of different size and milk ability. **Florida Beef Cattle Research Report**, p.13-17, 1983.
- GREGORY, K.E. Beef cattle type for maximum efficiency "putting it all together". **Journal of Animal Science**, v.34, n.5, p.881-884, 1972.
- JENKINS, T.G.; FERREL, C.L. Estimated production efficiencies of crossbred cows. **Journal of Animal Science**, v.57, suppl.1, p.154, 1983.
- JENKINS, T.G.; FERREL, C.L. Productivity through weaning of nine breeds of cattle under varying feed availabilities: I. Initial evaluation. **Journal of Animal Science**, v.72, n.11, p.2787-2797, 1994.
- KLOSTERMAN, E.W.; PARKER, C.F. **Effect of size, breed and sex upon feed efficiency in beef cattle**. Ohio Agricultural Research and Development Center Research Bulletin, 1976.

# PECUÁRIA NOS CERRADOS: PRODUÇÃO DE LEITE

VIDAL P. de FARIA<sup>1</sup>

No mundo considerado desenvolvido a produção de leite se concentra nas áreas com vocação agrícola, o que pode ser facilmente visualizado na região Centro-Norte dos Estados Unidos e nas tradicionais fazendas canadenses e européias, que utilizam sistemas, em que grãos de cereais e resíduos de diferentes naturezas perfazem grande parte da dieta das vacas mantidas em confinamento total (de Faria, 1981). Também nos países onde são encontrados sistemas de produção exclusivamente em pasto, o gado leiteiro ocupa glebas com potencial para agricultura. Um exemplo característico é o da Nova Zelândia, onde as fazendas leiteiras estão localizadas somente nas regiões planas, num país com 70% do território montanhoso (de Faria, 1994). As justificativas para essa tendência são devidas ao fato de que os produtores são profissionais e necessitam vender grandes quantidades de leite para garantir uma receita compatível com as necessidades. Além desse aspecto, no chamado "corn belt" americano, sabe-se há muito tempo que a transformação de 1 ha de milho em carne ou leite possibilita retornos maiores que a simples venda de grãos no mercado (Dairy, 1981 e Klosterman, 1955). Isto porque 1 ha de milho fornece silagem suficiente para manter por ano de 1 a 2 vacas e animais correspondentes para a formação do rebanho (Dairy, 1981 e Maddex, 1977). Assim sendo, torna-se possível obter até cerca de 15 mil kg de leite por ha/ano, mais a receita de 0,9 a 1,5 cabeças de um rebanho estabilizado. Deve-se também considerar que os terrenos favoráveis permitem o cultivo da alfafa, um volumoso de grande significado para sistemas de confinamento, que dependem de consumo elevado de matéria seca (Waldo & Jorgensen, 1981) para obtenção de produções e resultados econômicos compensadores (Speicher, 1981).

No caso dos sistemas baseados no uso dos pastos, as glebas devem possibilitar a intensificação do uso do solo, visando a áreas menores, menor movimentação, redução no gasto de energia, além de garantir condições para a redução

de estresse das vacas em lactação. Terras planas, de boa fertilidade, criam também meios para a produção de forragem de melhor qualidade, possibilitando assim a nutrição da vaca leiteira. Na Nova Zelândia, por exemplo, os solos corrigidos permitem a eliminação da suplementação mineral do rebanho, que apresenta índices elevados de produtividade. Trabalhar com 3 a 5 vacas em lactação por hectare em pastos bem manejados garante aos fazendeiros daquele país de 9 a 15 mil kg de leite por ha/ano (de Faria, 1994) e receitas para competir favoravelmente com outras atividades agrícolas.

No passado, a produção de leite no Brasil foi estabelecida em regiões impróprias para a agricultura, devido à topografia acidentada do Vale do Paraíba em São Paulo, Zona da Mata em Minas Gerais e região Serrana no Rio de Janeiro, que apresentam geralmente menos de 10% ou 15% da superfície agriculturável. Como consequência desse fato e da legislação que permite a coleta de leite C, prevaleceu e sobrevive no país sistemas extrativistas, em que a produção média por fazenda é de aproximadamente 60 litros por dia (de Faria, 1995). Entretanto, são claros os indicadores de decadência do setor leiteiro das regiões montanhosas e a tendência da elevação da produção nas áreas com vocação agrícola. No Estado de São Paulo, no início da década de 70, a atividade leiteira já havia migrado para os cerrados e áreas planas, pois o Vale do Paraíba produzia somente 13% do leite total (Monicochi *et al.*, 1973). No Estado de Minas Gerais, as regiões planas do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba produzem atualmente cerca de 22% do leite, superando as regiões montanhosas e tradicionais da Zona da Mata, com 12%, e o Sul de Minas, com 18% (Leite, 1995). Outro exemplo característico de mudança do leite é o Estado de Goiás, que vem aumentando sua participação na produção do país e recebendo investimentos significativos em instalações industriais para processamento.

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, Brasil.

Considerando o potencial agrícola inquestionável dos Cerrados, pode-se afirmar que terão uma participação cada vez mais importante na produção de leite do país. Além disso, apresentam de maneira geral um clima muito adequado à atividade leiteira, caracterizado por temperaturas amenas e baixa umidade na maior parte do ano. As altitudes acima de 800 m criam condições favoráveis com noites frescas, ventos constantes e temperaturas diurnas razoáveis. Os habitantes do Goiás sempre dizem que no seu Estado as sombras das árvores são sempre frescas, as noites agradáveis e o verão suportável. Um experimento conduzido na região de Brasília para estudar o comportamento de vacas holandesas, produzindo 31,1 kg de leite por dia, revelou média anual de 22,7°C, umidade relativa média inferior a 65% e nenhuma caracterização de estresse no galpão de confinamento (Camargo, 1988). Análise de fazendas nos cerrados de Uberlândia revelou condições climáticas muito semelhantes às observadas no Distrito Federal.

A localização dos cerrados do Centro-Oeste, em relação aos grandes centros de consumo, indica que os sistemas de produção devem procurar custos baixos de produção porque os preços pagos pelo leite devem ser menores nas regiões exportadoras. Simulações sobre a viabilidade da atividade indicaram que sistemas baseados no uso de pastos intensificados, que apresentam custos baixos de alimentação, são indicados para regiões de preços mais baixos do leite (de Faria, 1994). Assim sendo, ênfase deve ser dada à correção do solo, uso de fertilizantes, uso de plantas de elevado potencial de produção e manejo correto da interação solo-planta-animal. Torna-se também importante a programação de sombras, bebedouros e movimentação dos animais no período de verão. Os problemas de estacionalidade de produção de forragens, característicos, mas não exclusivos dos cerrados, podem ser facilmente solucionados com o uso de volumosos suplementares (Rolim, 1994).

Deve-se considerar que não é possível explorar vacas leiteiras com eficiência sem atender às exigências relacionadas com nutrição, conforto e sanidade. É fundamental que a vaca seja considerada como unidade básica do processo produtivo. É necessário também considerar a persistência de produção como característica de importância máxima para a obtenção de quantidade de leite e produtividade do rebanho. Para obtenção de resultados significativos é necessário analisar a vaca dentro do rebanho, verificando a relação entre animais produtivos e improdutivos, de modo a caracterizar o potencial do rebanho explorado na fazenda. Por sua vez, o rebanho tem que ser colocado dentro da área útil para definição do potencial do sistema, porque o uso da gleba caracteriza a quantidade de animais a serem trabalhados. Quando se associa em uma fazenda leiteira a % de vacas no rebanho com a % de vacas em lactação e a capacidade de suporte da área, torna-se possível estabelecer o índice do número de vacas em lactação por hectare, de grande significado para a definição da capacidade produtiva da fazenda. Simulações indicam ser possível trabalhar com 5 a 6 vacas em lactação

por hectare em fazendas bem manejadas, caracterizando assim um potencial muito grande de produção de leite (de Faria, 1995), mesmo em condições de cerrado. O que é necessário é a aplicação dos conhecimentos científicos acumulados no mundo todo sobre a produção de leite.

## LITERATURA CITADA

- CAMARGO, A.C. **Comportamento de vacas da raça holandesa em confinamento do tipo "free stall" no Brasil Central**. Piracicaba: ESALQ, 1988, 146 p. Dissertação de Mestrado.
- DAIRY specialists compares animal versus human utilization of grains. **Feedstuffs**, Ames, p. 11, 1981.
- FARIA, V. P. Pecuária leiteira no mundo e no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n.78, p. 3-7, 1981.
- FARIA, V. P. Tendências do perfil dos sistemas de produção de leite. Piracicaba: ESALQ, 1994. 23 p. (datilografado).
- FARIA, V. P. Produção de forragem e leite na Nova Zelândia. **Balde Branco**, São Paulo, v. 30, n.358, p. 28-33, 1994.
- FARIA, V. P. Produção, preços, custos e as mudanças necessárias. **Balde Branco**, São Paulo, v. 30, n.363, p. 31-34, 1995.
- FARIA, V. P. Pecuária leiteira: fatores que podem determinar mudanças. **Balde Branco**, São Paulo, v. 31, n. 374, p. 29-34, 1995.
- KLOSTERMAN, E. W.; KUNKLE, L. E. Acre yields of beef from corn and meadow crops. Ohio Experiment Station, Columbus, Research Bulletin, 753, 1955.
- LEITE: produção do cerrado ameaça produtor nacional. **Balde Branco**, São Paulo, v. 31, 374, p.14, 1995.
- MADDEX, R.L. **Material handling for dairy farms**. Michigan State University, East Lansing, Extension Bulletin E1048, 1977.
- MONICOCHI, L.; YANAGUSHI, C. T.; PIVA, L. H. O.; NEVES, E. M.; dos ANJOS, N. M.; MATSUNAGA, M.; OSSIO, J. H. G.; ARAUJO, P. F. C. Situação da pecuária leiteira em São Paulo. **Agricultura em São Paulo**, v. 20, p. 1-42, 1973.
- ROLIM, F. A. **Estacionalidade de produção de forrageiras. Pastagens, fundamentos da exploração racional**. In: A. M. PEIXOTO, J.C. de MOURA E V.P. de FARIA. Piracicaba: FEALQ, 1994.
- SPEICHER, J. A. **Being a propitable dairy farmer**. MABC Michigan and Indiana Dairy Breeding Seminar. East Lansing: Michigan Animal Breeders Cooperative, 1981.
- WALDO, D. R.; JORGENSEN, N. A. Forages for high animal production: nutritional factors and effects of conservations. **J. Dairy Science**, Champaign, v.64, n.6, p.1207-1229, 1981.

# SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO ANIMAL

ARTUR C. de CAMARGO<sup>1</sup>

## CONCEITUAÇÃO

“Não deve continuar desconhecido dos criadores nacionais o que se vem realizando na Fazenda Arcozello, município de Vassouras, RJ, e todo um grupo de outras que se lhe encontram anexas, formando uma só propriedade agrícola, debaixo de uma única administração que, não obstante recente, vem revelando surpreendente eficiência.

É realmente digno de ser acompanhado quer pelos cultores da ciência da criação, quer pelos que, indiferentes aos processos científicos, se dedicam à exploração econômica dos animais, quer ainda por aqueles que satisfeitos com os resultados dos seus processos rotineiros descrevem dos efeitos da técnica, como por muitos que apesar de oficialmente obrigados a atuar ao lado da técnica não o sabem fazer, já por não conhecerem os seus preceitos, já porque não os sabem interpretar nos seus devidos termos.

Alli encontrarão os inconfundíveis efeitos da criação racional, confirmando, com uma clareza rara, teorias por uns sustentadas, ou negando preceitos por outros criados, tudo porém dentro do terreno real da exploração econômica. Verão, no campo prático, o que se afirma na teoria e que se refere a assumptos da mais alta relevância para a nossa exploração pastoril.” (Trecho extraído do artigo “*Uma Fazenda Modelo Para Fins Economicos*”, escrito por Landulpho Alves, chefe da Seção de Zootecnia do Ministério da Agricultura, no Almanak Agrícola Brasileiro em 1925).

O texto transcrito, publicado há 70 anos, já trazia a preocupação com aspectos referentes à administração eficiente, adoção de técnicas e formação dos técnicos, além de contradizer um dito popular de que na prática a teoria é outra. Se considerarmos as inúmeras instituições de ensino, pesquisa e extensão que foram implantadas neste período e se analisarmos os índices zootécnicos e de produtividade da pecuária leiteira nacional, veremos que muito pouco foi realizado:

a média de produção das vacas que são ordenhadas não ultrapassa os 3,0 kg diários, a produtividade continua baixa (por volta de 1.000 kg de leite por ha/ano), a escala de produção é pequena (a média das seis maiores produtoras de leite do País não chega a 80 kg de leite por dia por produtor), o transporte de leite devido a esta pulverização da produção é dificultado e caro, a matéria prima manuseada pela indústria é de baixa qualidade, as técnicas de produção são rudimentares e a economicidade é questionável.

“Apesar do panorama descrito, é inegável que estão ocorrendo inúmeras modificações, caracterizadas pelo uso de pastagens adubadas, criação de gado especializado em confinamento total, estabelecimento de grandes rebanhos. No entanto, estas mudanças estão ocorrendo isoladamente e sem programação, fora do âmbito das cooperativas de origem européia, e nem sempre são acompanhadas por alterações capazes de mudar a rentabilidade e, portanto, a imagem da atividade leiteira no País. Esses fatos acontecem porque permanecem nas fazendas problemas conceituais graves, que dificultam a introdução de mudanças tecnológicas efetivas para a produção de leite. Dentre estes problemas conceituais graves, a distorção do significado correto do que é tecnologia talvez seja o principal. Tecnificar significa aplicar conhecimento visando a melhoria da eficiência, da produtividade e da rentabilidade e por esses motivos a proposta de estabelecimento de níveis tecnológicos não é possível. Apesar disso, existe disseminada a concepção da tecnologia de “alto nível”, geralmente associada a investimentos de vulto e custos operacionais elevados. Essa distorção foi estimulada pelo crédito subsidiado da época do milagre brasileiro, que possibilitou o estabelecimento de projetos grandiosos, com aplicação preferencial de dinheiro em recursos não produtivos como construções, estradas, cercas, capazes de conferir à fazenda uma aparência diferenciada. A falta de entendimento do significado correto de tecnologia torna-se prejudicial

<sup>1</sup> EMBRAPA-Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste, Caixa Postal 339, São Carlos, SP 13560-970, Brasil. E-mail: cppse@eu.ansp.br.

quando nas fazendas consideradas modelo, que usam técnicas de “alto nível e última geração”, os indicadores de produtividade e rentabilidade são ruins, porque generaliza a idéia de que tecnologia está associada à riqueza, prejuízos operacionais e incapacidade de recuperação de investimentos. Através dos tempos, a produção de leite tem sido classificada como mau negócio, como consequência do preço pago ao produtor ser sempre considerado não remunerador. Com a distorção do conceito de tecnologia o problema se agrava, pois freqüentemente análises de custos e receitas de sistemas supostamente tecnificados indicam resultados ruins. Uma análise mais aprofundada desses estudos poderia mostrar que os índices de produtividade dos sistemas considerados não seriam admitidos em nenhuma fazenda especializada e profissionalizada do mundo. Inexistindo indicadores de custos baixos e de boas receitas que podem ser alcançadas com administração e racionalidade, permanece a idéia de que leite é um negócio duvidoso e, por isso, tecnologia nunca foi considerada prioridade para o setor. Na realidade, qualquer proposta técnica que tenha por objetivo reduzir custo é considerada utópica, sem sentido (de Faria, 1995)”.

“Modernizar não significa investir em recursos não produtivos, como ocorreu na época do crédito subsidiado, mas sim introduzir no setor o conceito de profissionalização. Deve-se procurar sistemas que permitam rentabilidade e, portanto, perspectivas de resultados. Para a modificação da eficiência, as fazendas terão que adotar tecnologias capazes de alterar índices de produtividade. Será necessário evitar a adoção de falsas tecnologias que podem elevar custos e reduzir benefícios, distorcendo a proposta de modernização e profissionalização. O controle sistemático dos fatores de produção, a avaliação da atividade através de índices e a aceitação do conceito de que custo é um problema administrativo da fazenda poderá criar novas perspectivas e condições para o surgimento de empresas produtoras de leite. Não existe complexidade na proposta de tecnificação, mas sim relutância em aceitar conceitos de que as exigências nutricionais, de sanidade e de conforto dos animais são a base do processo produtivo. A carência de técnicos especializados, a procura de práticas baratas e milagrosas, o complexo de inferioridade com o clima e a existência de extratores de leite, dificultam a tecnificação do setor (de Faria, 1992)”.

“Talvez a dificuldade maior para a introdução de mudanças tecnológicas no País seja a falta de entendimento do conceito de sistema, que deve ser definido por um potencial e caracterizado por índices de produtividade, nunca pela aparência ou por técnicas empregadas. Com freqüência uma simples tecnologia introduzida passa a definir um sistema, quando na realidade, trata-se de uma atividade incorporada a ele. A construção de um galpão de “free stall” não caracteriza um sistema intensificado de confinamento, nem um modelo americano de produção, caso a produtividade e a economicidade sejam ruins como consequência de erros no

manejo, na produção de alimentos ou no uso de gado inadequado. É difícil difundir no setor a idéia de que fazendas aparentemente iguais, usando as mesmas propostas, vizinhas de cerca, podem apresentar resultados muito diferentes, porque exploram os recursos produtivos de maneiras distintas, caracterizando assim sistemas diferenciados. Falta, com certeza, no meio técnico e de produção, o conceito de intensificação, que permite dentro do sistema a procura da eficiência máxima, objetivando atingir um potencial definido. O conceito de sistema não pode ser estático, e é caracterizado por vários segmentos que se associam para formar um todo, tornando-se importante adequar as técnicas ao rebanho, às condições climáticas, edáficas, agrostológicas, agronômicas, humanas, econômicas, sociais e administrativas, que devem interagir em função do mercado. É fundamental que, na conceituação do sistema, a vaca seja considerada como unidade básica do processo produtivo, e por isso, deve-se posicioná-la dentro do rebanho, para caracterização do potencial produtivo do grupo de animais mantidos na fazenda leiteira. Por sua vez, o rebanho tem que estar inserido na área física para definição de potencial do sistema, porque a maneira de uso da terra define a qualidade de animais a serem trabalhados. Todos os sistemas, independentemente das tecnologias usadas, devem analisar, entender e manipular fatores produtivos que se constituem na base da exploração leiteira (de Faria, 1995)”.

“A incapacidade de avaliação correta e de análise adequada do que está acontecendo no sistema transforma-se em barreira séria para a mudança tecnológica. Por exemplo, comparar resultados obtidos com a média do País não promove a tecnificação, pois sempre existirá a certeza de progressos fantásticos, quando o potencial do sistema ainda está longe de ser atingido. Geralmente a atividade leiteira é avaliada por índices sem nenhum significado para um julgamento realista da atividade. As vacas são valorizadas pela produção no pico ou na lactação, os pastos pela lotação e a fazenda pela média diária de curral, mas nenhuma dessas informações indica eficiência ou produtividade. A simples análise de custos não revela fatores determinantes de sucesso ou fracasso, por estar desvinculada de indicadores que possibilitem entender não só a atividade como também situá-la num determinado nível de racionalidade, caracterizando o uso dos recursos produtivos. Como consequência dessa distorção, índices importantes como a porcentagem de vacas em lactação (%VL), produção por dia de intervalo entre partos (IP), produção por vaca do rebanho, por área, por unidade de trabalho, ou de insumo, por real (R\$) investido, etc., são desconhecidos e nunca utilizados como referência para os sistemas ou mesmo resultados conseguidos (de Faria, 1995)”.

Seja qual for o sistema, alguns conceitos deverão ser compreendidos. Dentre eles, a produção de leite por vaca do rebanho, a % VL determinada pelo período de lactação (PL) e pelo IP, a composição do rebanho, o número de vacas em

**TABELA 1 - Produção de leite por vaca do rebanho, em kg, de acordo com a produção (kg) por lactação em 305 dias e o intervalo entre partos (meses).**

Produção por Lactação de 305 dias (kg)	Intervalo entre Partos (meses)				
	12	14	16	18	20
6.000	5.000	4.286	3.750	3.333	3.000
7.000	5.833	5.000	4.375	3.889	3.500
8.000	6.667	5.714	5.000	4.444	4.000
9.000	7.500	6.429	5.625	5.000	4.500
10.000	8.333	7.143	6.250	5.556	5.000

Adaptado: de Camargo, 1989

**TABELA 2 - Influência do período de lactação e do intervalo entre partos sobre a % de vacas em lactação.**

Período de Lactação (meses)	Intervalo entre Partos (meses)			
	12	13	14	15
13*	—	—	—	87
12*	—	—	86	80
11*	—	85	79	73
10*	83	77	71	67
9**	75	69	64	60
8**	67	62	57	53
7**	58	54	50	47

\* Supondo período de descanso máximo de 2 meses.

\*\* Período de lactação é fixo e o de descanso é variável.

lactação por unidade de área e a capacidade de lotação de uma fazenda.

A produção por lactação, isoladamente, sem que sejam fornecidos dados referentes quanto ao período de lactação e à reprodução, pouco significa, não caracterizando um animal produtivo. Já a produção por lactação de 365 dias, caracteriza a ineficiência reprodutiva do animal, implicando um intervalo entre partos superior a 12 meses. Os dados apresentados na Tabela 1 mostram o significado da produção de leite por vaca do rebanho, observando-se que rebanhos com a mesma média de produção de leite por vaca, por exemplo 5.000 kg, poderão apresentar médias de produção de leite por lactação distintas.

A Tabela 2 permite avaliar a relação entre a persistência de lactação, definida pelo período de lactação e a reprodução, para definir a % VL, índice que caracteriza o potencial de produção das vacas mantidas no sistema.

“Persistência é uma característica genética, facilmente identificável no controle leiteiro e independente do nível de produção, já que as curvas de lactação de um mesmo animal tendem a ser paralelas. É considerada boa quando a vaca apresenta no 10º mês de lactação uma quantidade de leite

equivalente a pelo menos 60% do conseguido no pico, ou seja, mostra perda de aproximadamente 4 a 6% ao mês. A característica não é hoje mencionada nas regiões de pecuária leiteira evoluída por estar fortemente correlacionada com a quantidade de leite produzida por animal, mas até a década de 50, quando ainda se utilizava o chamado gado de dupla aptidão, a característica era motivo de preocupação e análise. Melhoramento genético é o instrumento básico para elevação da persistência dos rebanhos, mas a curto prazo somente descarte ou substituição podem promover melhoria na eficiência geral das vacas do sistema (de Faria, 1995)”.

“A composição do rebanho é outro fator de grande importância na caracterização do potencial produtivo do sistema, pois relaciona a vaca à área física da fazenda. Toda gleba tem um limite definido para uso por um determinado número de animais, constituído por vacas, novilhas, touros e outros machos mantidos na fazenda. O cálculo da % de vacas no rebanho, estimado em função do número de unidades animais (1 UA = 450 kg de peso vivo), indica a relação entre animais produtivos e improdutivos, sob o ponto de vista do leite. Esse índice depende da idade da primeira parição, do número de fêmeas em crescimento acima da necessidade de

**TABELA 3 - Influência da lotação da área, da composição do rebanho e da % de vacas em lactação sobre a quantidade de UA em lactação por hectare, definindo o potencial produtivo de diferentes sistemas.**

Lotação da Área UA/ha	% de Vacas no Rebanho			
	35	45	55	65
85 % de vacas em lactação				
1	0,3	0,4	0,5	0,6
3	0,9	1,1	1,4	1,7
5	1,5	1,9	2,3	2,8
8	2,4	3,1	3,7	4,4
11	3,3	4,2	5,1	6,1
75 % de vacas em lactação				
1	0,3	0,3	0,4	0,5
3	0,8	1,0	1,2	1,5
5	1,3	1,7	2,1	2,4
8	2,1	2,7	3,3	3,9
11	2,9	3,7	4,5	5,4
65 % de vacas em lactação				
1	0,2	0,3	0,4	0,4
3	0,7	0,9	1,1	1,3
5	1,1	1,5	1,8	2,1
8	1,8	2,3	2,9	3,4
11	2,5	3,2	3,9	4,6
55 % de vacas em lactação				
1	0,2	0,2	0,3	0,4
3	0,6	0,7	0,9	1,1
5	1,0	1,2	1,5	1,8
8	1,5	2,0	2,4	2,9
11	2,1	2,7	3,3	3,9

Adaptado: de Faria e da Silva, 1.995

**TABELA 4 - Potenciais de lotação de pastos de capim tobiatã, expressos em UA/ha\*.**

% de utilização da MS	Produção de MS no período das águas (t/ha)			
	5	15	25	35
40	1,1	3,2	5,4	7,6
50	1,4	4,1	6,7	9,5
60	1,6	4,9	8,1	11,4
70	1,9	5,7	9,5	13,2

\* Consumo de 1.850 kg de MS/UA no período. Adaptado: de Faria, da Silva e Corsi, 1.995.

**TABELA 5 - Potencial produtivo de sistemas que usam diferentes lotações e vacas de produções distintas, expresso em kg de leite/ha/ano.**

Lotação (UA/ha)	Vacas em lactação*	Produção diária das vacas (kg)			
		10	15	20	25
1	0,34**	1.240	1.860	2.480	3.100
1	0,46***	1.680	2.520	3.360	4.200
3	1,03**	3.760	5.640	7.520	9.400
3	1,38***	5.040	7.560	10.070	12.590
5	1,72**	6.280	9.420	12.560	15.700
5	2,30***	8.400	12.590	16.790	20.990
8	2,75**	10.040	15.060	20.080	25.090
8	3,68***	13.430	20.150	26.860	33.580
11	3,78**	13.800	20.700	27.590	34.490
11	5,06***	18.470	27.700	36.940	46.170

\* 1 vaca em lactação = 1,2 UA

\*\* 75% de VL e 55% de vacas no rebanho

\*\*\* 85 % de VL e 65% de vacas no rebanho

Adaptado: de Faria, da Silva e Corsi, 1.995

reposição e da existência de machos que não produzem leite mas competem por espaço e, sobretudo, alimento. Esse índice pode variar de 100%, como na Califórnia e Nova Zelândia, onde nas fazendas leiteiras só existem vacas, até valores de 35% nas fazendas ineficientes que possuem grandes quantidades de animais não produtivos (de Faria, 1995)".

"Quando se associa a % de vacas no rebanho com a % VL e a capacidade de suporte da área, torna-se possível estabelecer um índice de grande significado para a definição da capacidade produtiva real do sistema: quantidade de vacas em lactação por hectare. A simulação da Tabela 3 mostra a diversidade de resultados a serem obtidos em áreas que apresentam a mesma capacidade de suporte, mas manipulam os recursos produtivos de maneira diferente (de Faria, 1995)". Tome-se por exemplo a lotação da área de 5 UA/ha. Seria possível aumentar sua produção de leite em até 2,8 vezes, independentemente do nível de produção das matrizes. A diferença na Tabela 3 entre uma fazenda explorada para obtenção de eficiência máxima (11 UA/ha, 85% VL e 65% de vacas compondo o rebanho) será 30 vezes maior que a mesma área explorada com baixa eficiência (1 UA/ha, 55% VL e 35% de vacas no rebanho). Este conceito define a proposta de colocação da vaca no rebanho e do rebanho dentro da área disponível para definição realista do sistema.

"A capacidade de lotação de uma fazenda é reflexo das técnicas usadas para o aproveitamento do potencial produtivo. Assim, a quantidade de matéria seca (MS) de volumoso produzida por área é um fator de grande significado, já que dela depende o tamanho do rebanho do sistema (de Faria, 1995)". Por exemplo, um sistema que use pasto de capim tobiatã (*Panicum maximum* cv. Tobiatã), manejado para alta

produção (36 t MS/ha), durante o período das águas, supondo um aproveitamento de 70% da forragem produzida e suplementação na época seca do ano com cana-de-açúcar (25 t MS/ha), neste caso, sem a ocorrência de perdas, há possibilidade de manter 6,8 UA/ha, se o consumo por UA for de 3.650 kg de MS/ano. Por outro lado, o uso de silagem de milho como volumoso exclusivo possibilitaria a manutenção de apenas 4,1 UA/ha, considerando uma produção de 15 t MS/ha/ano, não ocorrência de perdas em nenhuma das etapas do processo e o mesmo consumo de MS por UA. "Na análise do uso do solo e de seu potencial produtivo é de grande importância considerar também o nível de perdas, já que esse fator pode reduzir a capacidade de suporte do sistema (de Faria, 1995)". Os dados da Tabela 4 mostram o potencial de lotação de pastos de capim tobiatã nos seis meses de crescimento acelerado. "Fica evidente que produção não é, isoladamente, um fator capaz de definir o potencial do sistema, sendo necessário e importante a adoção de técnicas que possibilitem utilizar eficientemente a forragem produzida (de Faria, 1995)".

"A interação entre a quantidade de vacas em lactação por hectare e o nível de produção das vacas mantidas no sistema revela que resultados muito diferentes podem ser obtidos de fazendas aparentemente iguais, onde o nível de lotação e produção por vaca, dois índices frequentemente usados isoladamente em nosso meio, são exatamente os mesmos (de Faria, 1995)". Os potenciais de produção apresentados na Tabela 5 mostram esta interação, podendo verificar-se a possibilidade de uma fazenda, que obtenha uma lotação de 3 UA/ha, 85 % de VL, 65 % de vacas compondo o rebanho e média de produção diária de 10 kg de leite, produzir mais

**TABELA 6 - Comparação entre os sistemas intensivos de produção, sendo um baseado na utilização de pastagens e cana-de-açúcar e o outro no confinamento total.**

ÍTEM	PASTO + CANA	CONFINAMENTO
área disponível e utilizada (ha)	100	100
volumosos principais	pasto tobiatã (águas) cana de açúcar (seca)	silagem de milho
lotação (UA/ha)	6,8	4,1
UA existentes	680	410
rebanho	estabilizado	estabilizado
preço médio do litro de leite vendido (R\$)	0,25	0,25
período de lactação - PL (meses)	10	10
intervalo entre partos - IP (meses)	12	12
% de vacas no rebanho	65	65
% vacas em lactação	83	83
n° de vacas no rebanho	368	222
n° de vacas em lactação/ha (1 vaca = 1,2 UA)	3,06	1,84
n° de vacas em lactação	306	184
produção (kg)/vaca/dia	18	30
produção (kg)/lactação de 305 dias	5.490	9.150
produção (kg)/vaca do rebanho	4.560	7.590
produção (kg)/dia de IP	15,04	25,07
produção (kg) diária de leite	5.508	5.520
produção (kg) anual de leite	2.010.420	2.014.800
produtividade (kg/ha/ano) - somente leite	20.104	20.148
taxa de natalidade (%)	100	100
taxas de aborto e natimorto (%)	0	0
taxas de mortalidade (%)	0	0
n° de vacas vendidas ao ano p/ reprodução (20% - descarte voluntário)	74	44
n° de vacas vendidas ao ano p/ abate (5% - descarte involuntário)	18	11
n° de novilhas vendidas ao ano p/ reprodução (33 % - descarte voluntário) - 1 a 2 anos	46	27
n° de bezerras vendidas ao ano p/ reprodução (25 % - descarte voluntário) - 0 a 1 ano	46	28
bezerro macho	descartado	descartado
valor da vaca p/ reprodução * e do total (R\$)	1.350 (99.900)	2.250 (99.000)
valor da vaca p/ abate e do total (R\$)	200 (3.600)	200 (2.200)
valor da novilha 1-2 anos ** e do total (R\$)	800 (36.800)	1.350 (36.450)
valor da bezerra 0-1 ano *** e do total (R\$)	400 (18.400)	675 (18.900)
total da venda anual de animais (R\$)	158.700	156.550
equivalente-leite em kg (venda ÷ preço do litro)	634.800	626.200
produção (kg) anual de leite (leite + eq.leite)	2.645.220	2.641.000
participação venda de animais na produção anual (%)	24	24
produtividade (leite + animais) em kg/ha/ano	26.452	26.410
renda bruta (R\$)/ha	6.613	6.603
custo estimado da produção (%)	90	90
custo do litro de leite (R\$)	0,225	0,225
lucro (R\$)/ha/ano	661	660

\* estimativa multiplicando-se a produção por lactação pelo preço recebido do litro de leite.

\*\* estimativa considerando 60 % do valor da vaca para reprodução.

\*\*\* estimativa considerando a metade do valor das novilhas.

1 R\$ = US\$ 0,98

leite que uma fazenda que possua média de produção diária de 25 kg por vaca, a mesma quantidade de vacas em lactação e vacas no rebanho, mas uma lotação de 1 UA/ha. Esta última fazenda apesar de possuir um rebanho de potencial de produção elevado, de fornecer silagem de milho como volumoso principal durante o ano todo, está provavelmente com problemas na área de produção de alimentos. A colocação de vacas de maior potencial, o aumento na capacidade de lotação da área pode trazer melhorias consideráveis na eficiência e produtividade, e alcançar índices acima 45 mil kg de leite/ha/ano. Alguns dados neste sentido começam a despontar na prática, já sendo possível encontrar produtividades ao redor de 30 mil kg de leite/ha/ano.

## SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO DE LEITE

Há inúmeras opções de sistemas intensivos de produção de leite passíveis de serem adotados na região central do Brasil. Entretanto, apenas dois grandes grupos serão analisados: os baseados na utilização de pastagens em certo período do ano e os baseados no confinamento total.

### Baseados na utilização de pastagens em certo período do ano

São sistemas de elevado potencial de produtividade (produção de leite por unidade de área por unidade de tempo), caracterizados pela utilização de gramíneas forrageiras tropicais e matrizes, ambas de potencial de produção elevado. No período das águas (outubro/novembro a março/abril no Brasil central), os animais pastejam gramíneas tropicais adubadas, em sistema rotacionado, como fonte exclusiva de alimento volumoso. No resto do ano (época das secas), a cana-de-açúcar corrigida em seu teor protéico, e as forrageiras conservadas na forma de silagem ou feno passam a ser os alimentos principais. Nas duas épocas é feita a suplementação da dieta com alimento concentrado de acordo com a categoria animal, a produção de leite e o estágio de lactação. O melhoramento genético é orientado visando a vacas de elevado potencial de produção, pois a persistência de lactação assume função preponderante na % VL. "Existem algumas controvérsias sobre o tipo de vaca a ser utilizada em sistemas baseados no uso de pastagens, que reconhecidamente limitam o potencial produtivo da matriz. Essas dúvidas só existem porque o potencial produtivo do sistema nunca é analisado de maneira apropriada (de Faria, 1995)". Considerando um nível de IP de 12 meses, há um aumento de 23,9% na produção de leite, em rebanhos de qualquer nível de produção, quando o período de lactação passa de 8 para 10 meses (Tabela 2).

### Baseados no confinamento total

São sistemas de elevado potencial de produtividade, caracterizados pela utilização de matrizes e forrageiras de po-

tencial de produção acima e abaixo, respectivamente, do sistema anteriormente descrito.

A definição de confinamento nada mais é do que "o fornecimento no cocho de uma dieta balanceada". Na região central do Brasil a alimentação volumosa básica utilizada nos confinamentos é a silagem de milho, podendo haver ainda a utilização de outros volumosos como fenos de gramíneas e alfafa, culturas de inverno irrigadas, etc. Os alimentos concentrados complementam a dieta. Os animais deverão ser de mérito produtivo reconhecido. Além dessas diferenças com o sistema descrito anteriormente, a economia de energia dispendida na locomoção e pastejo e a redução na infestação por ecto e endoparasitos são características deste sistema.

### Síntese dos sistemas

Na Tabela 6 são apresentadas algumas características e índices de produtividade e eficiência entre os dois sistemas acima mencionados.

## CONCLUSÕES

"O conhecimento técnico científico existente hoje no campo da bovinocultura leiteira possibilita o estabelecimento de diferentes sistemas de produção, capazes de garantir eficiência e produtividade. A análise correta do sistema permite a proposta de ações efetivas sobre os fatores produtivos, a identificação de falsas tecnologias e a avaliação do potencial econômico da atividade leiteira. Barreiras à introdução de mudanças tecnológicas são atribuídas à concepção errada de que é possível a obtenção de resultados através de uma ação isolada no sistema, à procura de tecnologias difíceis de serem enquadradas no processo de intensificação e ao velho e arraigado complexo de inferioridade tropical. Essas posturas orientam as ações e as pesquisas fora do caminho da eficiência e da produtividade (de Faria, 1995)".

## LITERATURA CITADA

- ALVES, L. Uma fazenda modelo para fins econômicos. *Almanak Agrícola Brasileiro*, p.169-183. 1925.
- CAMARGO, A.C. de. Confinamento em "free-stall". Simpósio sobre Produção Animal, 6, *Anais*. Piracicaba, p.129-165. 1989.
- FARIA, V.P. de. **Momento de reflexão, hora de decisão. São Paulo**: Ed. Balde Branco, 1992, p.337.
- FARIA, V.P. de; SILVA, S.C. da. **Fatores biológicos determinantes de mudanças na pecuária leiteira**. Piracicaba: ESALQ, 1995, 18 p. (Datilografado).
- FARIA, V.P. de.; SILVA, S.C. da.; CORSI, M. **Potencial e perspectivas do pastejo em capim elefante**. Piracicaba: ESALQ, 1995, 26 p. (Datilografado).

# SISTEMAS EXTENSIVOS E SEMI-INTENSIVOS DE PRODUÇÃO: PECUÁRIA BOVINA DE CORTE NOS CERRADOS

ALEXANDRE de O. BARCELLOS

## INTRODUÇÃO

A importância sócio-econômica da atividade pecuária nos cerrados é inquestionável. Nos Cerrados há cerca de 44% do rebanho bovino nacional, especializados nas atividades de produção de carne e, em menor escala, de leite. A atividade registrou um crescimento vertiginoso de aproximadamente 400% em seu contingente bovino nas últimas quatro décadas. Acompanhando esse crescimento houve reflexo direto sobre a cadeia produtiva da pecuária e, em especial, da bovinocultura de corte, condicionando e mobilizando um grande parque agro-industrial. Inúmeros segmentos dessa cadeia foram estimulados e alcançaram elevado grau de especialização a fim de atender a dinâmica das exigências de consumidores e clientes internos e externos. O sistema de produção, que era predominantemente voltado à produção de bezerros, atividade de cria, foi incorporando às etapas de recria e engorda. Essas duas últimas foram desenvolvidas, preferencialmente, em condições mais privilegiadas quanto ao solo, clima e infra estrutura. Em muitas situações, a incorporação das atividades de cria e recria foi alcançada através de anos sucessivos de agricultura, permitindo a melhoria dos solos e ampliando a capacidade produtiva e qualitativa das pastagens em sucessão. Dessa forma, a bovinocultura de corte experimentou as melhorias sentidas a nível das propriedades e região, através da oferta de novas tecnologias tais como a implantação de pastagens com novas espécies forrageiras; suplementação mineral do rebanho; manejo produtivo e reprodutivo; controle sanitário do rebanho, etc. Nesse contexto, as espécies forrageiras do gênero *Brachiaria* foram e continuarão sendo um marco ainda não superado e que tem muito ainda a oferecer. As leguminosas forrageiras, consideradas como elemento fundamental nas pastagens, para

superação dos baixos níveis de produção animal, decorrentes da estacionalidade de produção e qualidade das pastagens, continuam sem expressão nos sistemas de produção. Em compensação, novas técnicas de suplementação energética e proteica, na seca, têm permitido englobar as etapas de cria, recria e terminação a pasto ou em confinamentos terminais, gerando carcaças de alto rendimento e valor comercial equacionando, em parte, os problemas da oferta de animais para abate na entre safra.

A experiência vivenciada pela pecuária de corte no Brasil Central, e por conseqüência, nos cerrados, no período de expansão de sua produção, sofre, na atualidade, as conseqüências do modelo adotado. Uma exploração extrativista deflagrou processos de exaustão e degradação dos solos, condicionando a redução da capacidade produtiva das pastagens, principal ou exclusiva fonte alimentar dos rebanhos. Estima-se que dos 40 milhões de hectares de pastagens cultivadas, cerca de 80% encontram-se em algum estágio de degradação. O recurso forrageiro nativo, base alimentar do rebanho nos primórdios da exploração da região, encontra-se restrito às áreas de reserva da propriedade, sendo muitas vezes marginais ou inaptas à exploração, devido ao seu baixo potencial forrageiro.

A situação de descapitalização da pecuária e perda da capacidade produtiva é reflexo, também, da menor oferta de linhas de crédito ao setor. Embora paradoxal, muitos analistas consideram este fato como componente do menor indvidamento da atividade pecuária em relação à agrícola. Associa-se a esses componentes a falta de capacitação gerencial que, em muitos casos, não é compatível com a administração de uma atividade empresarial. Agrava-se o quadro quando analisamos a necessidade preponderante de modernização, ampliação da capacidade produtiva e competitividade

<sup>1</sup> Pesquisador, EMBRAPA-CPAC, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil.

exigida pelo setor, frente aos novos competidores no mercado de carne. A margem de lucros para o setor agropecuário tende a se estreitar significativamente, acompanhando os demais segmentos da economia nacional.

A bovinocultura de corte se encontra, portanto, diante de um grande desafio a fim de alcançar sua sustentabilidade e, por consequência, dos demais segmentos da cadeia produtiva. Para tanto, o setor terá que estar altamente imbuído das premissas de coerência ecológica, equilíbrio energético e viabilidade sócio econômica, considerados como a base da sustentabilidade. Nesse cenário caberá às instituições de ensino, pesquisa, difusão de tecnologia e iniciativa privada, a definição de seu papel frente às novas realidades, antecipando-se às mudanças, promovendo análises prospectivas e assumindo a função de protagonista da capacitação do setor de pecuária de corte.

O presente trabalho não tem a pretensão de trazer à discussão resultados obtidos pelas instituições de pesquisa e iniciativa privada que estão disponíveis, para inclusão nos sistemas de produção mas sim, abordar questões ligadas à atividade no sentido de equacionar os grandes gargalos do processo de produção. Com base em inúmeros trabalhos que abordaram o desenvolvimento da atividade pecuária nos cerrados, buscaremos delinear as futuras alternativas e desafios a serem superados pela pecuária extensiva e semi-intensiva dos cerrados, na virada do século.

Algumas questões poderiam ser formuladas, antecipadamente, com relação à exploração pecuária nos cerrados, que inquietam técnicos e produtores: - A intensificação dos sistemas de produção, através da adoção de tecnologias com uso intensivo de capital será a nova realidade para exploração dos cerrados? - As tecnologias geradas pela pesquisa contemplam as necessidades do setor e poderão refletir num aumento de produtividade, conferindo competitividade e sustentabilidade a pecuária de corte? - Qual o papel da pesquisa para o desenvolvimento sustentado da pecuária de corte? - A pecuária deverá buscar a diversificação e verticalização da produção? - Qual deverá ser a intervenção dos governos estaduais e federal com vistas à recuperação do setor e ao aumento da produtividade da pecuária? Estas questões ainda estão, em grande parte, sem resposta mas, certamente, deverão ser buscadas dentro deste simpósio ou nos desdobramentos e sugestões que, certamente, surgirão deste fórum.

## **CARACTERÍSTICAS DA ATIVIDADE PECUÁRIA NO BRASIL CENTRAL**

O conhecido "Brasil Central Pecuário", que abrange os estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais e Distrito Federal, comporta cerca de 75% da área de cerrados existente no país e 56% do rebanho nacional. Apenas a região dos Cerrados comporta 44% do

rebanho nacional. A expansão da pecuária nos Cerrados foi notória. Há cerca de cinco décadas o contingente bovino regional representava 15% do rebanho nacional. Na última década, alguns estados da região observaram crescimento ainda mais espetaculares em seus rebanhos. Enquanto o efetivo bovino nacional evoluiu 25,1% no período, a região Centro Oeste registrou valores de 46,2%, sendo que os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul registraram crescimento da ordem de 69,9% e 54,6%, respectivamente. Esse crescimento foi suportado pela exploração mais intensiva, através da adoção de práticas de manejo do rebanho e substituição da vegetação natural por pastagens cultivadas, onde o gênero *Brachiaria* desempenhou papel fundamental. Estima-se que atualmente existam cerca de 45 milhões de hectares de pastagens cultivadas nos cerrados, sendo a taxa de expansão decrescente nos últimos dez anos.

Os índices de produtividade do rebanho observados no final da década de 70 eram bastante modestos. A pesquisa acenava com valores potenciais mais animadores e mais condizentes com a necessidade de remuneração exigida pelo setor. Entretanto, os índices atuais de produtividade do rebanho na região Centro Oeste não concretizaram as expectativas, embora sejam superiores aos obtidos em outras regiões cuja pecuária é mais intensiva (Tabela 1). As componentes que delinearão estes baixos índices estão na qualidade do ambiente tropical dos cerrados e na oferta quantitativa e qualitativa de forragem associada à estacionalidade da produção. Estas condicionam a resposta animal, tanto na parte reprodutiva das vacas quanto no desenvolvimento de fêmeas de reposição e machos em crescimento. Ademais, a questão sanitária do rebanho contribui sobremaneira nos resultados obtidos. A pesquisa e extensão forneceram elementos na forma de tecnologias ou conhecimentos científicos aplicados, para inclusão nos sistemas de produção. Entretanto, observou-se uma adoção restrita. Resta saber se estas tecnologias foram levadas ao produtor de forma eficaz e se as mesmas estão adequadas a uma realidade da atividade pecuária, onde os fatores de produção são abundantes, à exceção da oferta de capital. Ademais, questões culturais envolvidas no gerenciamento da atividade pecuária são barreiras de difícil transposição. A administração da propriedade, com base em modelos empresariais, continua restrito a grandes grupos econômicos oriundos, em grande parte, de outros ramos da economia. A atividade pecuária possibilita uma forma de diversificação de suas atividades e reservas de capital. Esse segmento é uma fatia privilegiada do setor pecuário, que apresenta grande capacidade de investimento e rápida adequação às transformações ocorridas no setor. Nessas fazendas são adotados sistemas menos extensivos, onde são buscados maior eficiência reprodutiva com maior controle de perdas. A grande massa de produtores que desenvolve apenas a atividade pecuária e que não teve a oportunidade de intensificar ou preservar a produtividade em seus sistemas de pro-

**TABELA 1 - Coeficientes técnicos e índices de produtividade de rebanhos comerciais de gado de corte\***

Índices	Brasil Central	Outras Regiões	Brasil
Taxa de natalidade (%)	54,0	53,6	53,8
Taxa de desmama (%)	50,0	49,2	49,6
Taxa de mortalidade (%)			
- até a desmama	7,4	8,3	7,8
- média do rebanho	2,7	3,3	3,0
Taxa de abate	12,9	11,3	12,2
Peso médio de carcaça (kg)	220,0	186,0	200,0
Rendimento do rebanho	28,4	21,0	23,5

\*Estimativas baseadas em diversas fontes. Fonte: Corrêa, 1989.

dução, encontra-se em um momento crítico. A inexistência de linhas de crédito, descapitalização e capacidade gerencial impedem as ações de recuperação de seu patrimônio. A exploração mista, carne e leite, com animais cruzados ou tipicamente de corte, tem sido amplamente empregada na região. O objetivo principal é obter renda na comercialização do leite para custear parte das despesas com mão de obra e manutenção.

O rebanho predominante na região consiste das raças zebuínas, especialmente da raça nelore. O padrão genético desses animais é baixo, sendo mais notório nos rebanhos destinados à exploração comercial de carne. Essa situação é, em parte, fruto da inexistência de seleção no rebanho ou de programas mal dirigidos de seleção de matrizes e reprodutores. As baixas taxas de natalidade e mortalidade elevada, condicionam uma pequena capacidade de seleção. Frequentemente, o valor da arroba de carne e a capacidade de suporte das pastagens são usados como elementos para descarte de animais onde os critérios são subjetivos e afetivos.

O melhoramento genético, através do uso de touros registrados ou mesmo da inseminação artificial, vem sendo adotado, embora seja erroneamente apontado como alternativa para superar os baixos índices de produtividade do rebanho.

A inclusão de raças europeias, com intuito de conferir precocidade e qualidade da carcaça produzida, vem sendo amplamente divulgada e adotada por produtores mais tecnicados. A falta de tradição e regulamentação na diferenciação de preço para carcaças de maior valor reverte a expectativa de uma maior remuneração ao produtor.

Diante das características apresentadas, constata-se que houve uma pequena evolução nos índices da pecuária dos cerrados nas duas últimas décadas. A principal atividade, voltada para produção de bezerras, sofreu alterações com a inclusão de novas etapas. Os chamados "gargalos do processo produtivo", como perdas de peso na seca, alta mortalidade, baixos índices de reconcepção, idade avançada à pri-

meira cria, dentre outros, não sofreram alterações significativas. Portanto, aonde ecoaram as tecnologias geradas ao longo de décadas? Será que foram apropriadas apenas por uma minoria de produtores? Considerando que os índices produtivos, constatados após décadas de pesquisa e transferência de tecnologias, são verdadeiros, como poderemos, na virada do século, reverter essa situação? As respostas a estas inquietações ainda não estão disponíveis, mas, sem dúvida, se não refletirmos sobre essas e outras questões, a obtenção da "sustentabilidade dos sistemas de produção pecuários" passa a ser apenas uma utopia.

### DESAFIOS PARA AS INSTITUIÇÕES DE PESQUISA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

O incremento de produtividade e competitividade, exigido da pecuária nos cerrados, deverá estar apoiado em aumentos de produção por animal. A grande vantagem comparativa que o ambiente oferece é a capacidade de produção de carne a pasto o que confere alta capacidade de competição no mercado nacional e externo. Modelos de exploração baseados em sistemas mais intensivos, com elevado uso de insumos por animal ou por hectare, perdem capacidade competitiva devido aos coeficientes técnicos atuais da pecuária e preços relativos de produtos e insumos.

O que se observa, entretanto, na exploração pecuária dos cerrados, é a baixa produtividade e, conseqüentemente, pequena remuneração e descapitalização do setor. Na atualidade, a extensão de áreas de pastagem, com capacidade de produção reduzida ou degradada, vêm declinando as produções por animal e por hectare a níveis próximos ao das pastagens naturais. Trabalhos pioneiros, como de Saturnino e colaboradores no IV Simpósio sobre Cerrados, demonstravam que as lotações de 0,2 UA/ha em pastagens nativas possibilitavam maior remuneração do que pastagens cultivadas cuja

lotação alcançava 1,2 UA/ha. Considerando que em poucas situações as pastagens estabelecidas atingem capacidade de suporte anual acima destes valores, constata-se que houve, nas últimas décadas, um empobrecimento do setor, acompanhado de degradação dos recursos naturais. Certamente, os incrementos na produção de carne nos Cerrados devem-se mais à expansão de área do que a qualquer outra melhoria no sistema de produção. Atualmente, estima-se que cerca de 30 milhões de hectares de pastagem implantadas nos cerrados estejam em algum nível de degradação, onde a capacidade de suporte não ultrapassa a 0,8 UA/ha e a produção por hectare não alcança 40 kg/de peso vivo/ha/ano. Recente trabalho publicado por Macedo (1995), relacionado a pastagens no ecossistema Cerrados, abordou o tema da sua sustentabilidade. Concluiu que o grande volume de informações disponíveis permitiria aos produtores uma exploração racional e em bases econômicas. Entretanto, essas informações não se encontram sistematizadas e amplamente divulgadas para o produtor. A busca pela sustentabilidade seria premente portanto, ações de validação e avaliação de seu impacto, quanto a sustentabilidade produtiva, econômica e ambiental, seriam alcançadas em ações inseridas no agrossistema e desenvolvidas de forma multiinstitucional e multidisciplinar. O tema da sustentabilidade dos sistemas agropastoris está sendo abordado dentro deste Simpósio pelo trabalho de James Spain e colaboradores. Outros trabalhos consideram que a alternativa para maximizar a rentabilidade e produtividade poderá ser encontrada na rotação entre pastagens e culturas anuais. Embora tecnicamente viável, a adoção desta alternativa, no momento, está mais adequada a agricultores que disponham de um nível tecnológico mais avançado, não sendo portanto, aplicadas aos grande contingente de pecuaristas.

A recuperação das pastagens, associadas ou não a um ciclo de cultivos anuais, foram amplamente estudadas e validadas. Sua adoção, por parte de produtores, ainda é diminuta em relação à magnitude do problema. A implantação de novas pastagens, sem o atendimento das necessidades de investimento no solo e sem aplicação das recomendações técnicas necessárias, fazem crescer o volume de pastagens nos cerrados que "nascem degradadas". Da mesma forma, a falta de comprovação da viabilidade econômica da reposição sistemática de corretivos e fertilizantes representa um vetor adicional na ampliação dos riscos de degradação das pastagens.

As leguminosas forrageiras potencialmente adequadas aos sistemas extensivos de produção continuam afastadas do processo produtivo. Inúmeros esforços foram depositados ao longo de décadas sem que de fato sua adoção fosse expressiva por parte dos produtores. A pequena oferta de cultivares e falta de germoplasma persistente em condições de pastejo, associados a incidência de pragas e doenças, tem limitado a adoção. Os esforços e avanços alcança-

dos pela pesquisa foram insuficientes para superar as diferentes barreiras impostas a tecnologia. A liberação recente do *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão constitui-se em um marco referencial, uma vez que se trata de material selecionado por instituições de pesquisa, dentro do ambiente Cerrados, cujas sementes estão sendo disponibilizadas no mercado onde já existe uma demanda estabelecida. Novos esforços necessitam ser depositados na identificação de cultivares, pois as leguminosas forrageiras serão, sem dúvida, um componente fundamental para o aumento da produtividade do rebanho e das pastagens da região. Enquanto este problema não for encarado de fato por instituições de pesquisa, iniciativa privada e produtores, as leguminosas forrageiras serão encaradas com o mesmo ceticismo dirigidos às bruxas: "*Yo no creo en brujas pero que las hay, las hay!*"

A crescente oferta de novas gramíneas forrageiras constitui, sem dúvida, um grande avanço na superação dos problemas de nutrição dos rebanhos. A diversificação de espécies na propriedade pode ser apontado como um dos principais pilares, para incrementar a produtividade animal. A assimilação do manejo das espécies pelos produtores, segundo suas características de adaptação, produção, qualidade, resistência a pragas e doenças, resultará em sistemas de alimentação mais eficientes.

A ferramenta de simulação em sistemas de produção, suportados por índices técnicos obtidos em modelos físicos, serão procedimentos essenciais para reversão do quadro atual da pecuária nos Cerrados. Instrumentos, como unidades de referência e fazendas piloto, para o desenvolvimento de pesquisas de síntese e validação, ganham, a cada instante, maior importância no sentido de expor conjuntos de tecnologias aos produtores, ampliando sua divulgação e gerando o comprometimento do setor produtivo.

## POLÍTICAS DO GOVERNO PARA A ATIVIDADE PECUÁRIA

A manutenção dos sistemas extensivos e semi-intensivos, no atual modelo de exploração, significa sentenciar a pecuária da região dos Cerrados a uma lenta agonia. A grande prioridade no setor é o restabelecimento da capacidade produtiva e competitividade através da modernização. Certamente, linhas de crédito governamentais, dentro da atual conjuntura econômica do país, são pouco previsíveis. A base de todo o processo produtivo de carne, em sistemas extensivos e semi-intensivos, está no fornecimento de forragem que atenda o requerimento nutricionais das diferentes categorias animais. Portanto, o grande estrangulamento para modernização da pecuária nos cerrados está na reversão do atual quadro de produtividade das pastagens cultivadas.

A carga tributária imposta ao setor transforma-se em fator de desistímulo, levando a sonegação de impostos. Em-

bora controvertidas, as informações obtidas com base em abatedouros inspecionados (SIF) constataram que o consumo de carne por habitante/ano, nos últimos 20 anos, teria sido reduzido de 18,7 kg para 14,2 kg. Entretanto, estimativas que tomaram como base os couros aproveitados em curtumes elevariam o consumo a mais de 25 kg per capita/ano. Estimativas da EMBRAPA-CNPQC, tomadas com base em dados de curtime no ano de 1995, consideram que o consumo per capita anual de carne seria de 34,5 kg. Políticas de racionalização da carga tributária e reduções estratégicas, especialmente no período da entressafra, possibilitariam maior estabilidade na oferta de carne podendo, ainda, proporcionar maiores arrecadações de tributos.

Programas de incentivo tributários na comercialização de produtos gerados na recuperação e renovação de pastagens parecem ser uma das alternativas para o setor. Da mesma forma, incentivos como a redução diferenciada de imposto (ICMS) na produção de animais precoces, conduzem a uma maior remuneração pelo produto, possibilitando ainda redução no ciclo pecuário e aumento da eficiência produtiva da propriedade. Estados pioneiros como Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais e Goiás promovem incentivos à criação do novilho precoce com grande sucesso.

As políticas de fiscalização e controle sanitário representam um elemento fundamental para ampliar a competitividade internacional da carne produzida nos cerrados. O aumento de surtos de febre aftosa podem fechar de forma definitiva as portas para exportação, beneficiando outros parceiros competidores, a exemplo do MERCOSUL. A oferta de crédito governamental para instalação de matadouros-frigoríficos e o atual corrente de migração para regiões mais interioranas, onde a pecuária vinha sendo desenvolvida de forma mais extensiva, constitui-se em uma excelente oportunidade. Considerando a ampliação de consumidores e de mercados mais exigentes, os abatedouros serão elementos chaves nas campanhas de erradicação de zoonoses, a fim de possibilitar a sobrevivência e sucesso do próprio negócio.

Outra questão relevante para a pecuária dos Cerrados e do Brasil é a necessidade de uma definição nos procedimentos para liberação de novos cultivares forrageiros. A inexistência de normas que regulamentem a liberação no mercado colocam em risco o esforço das instituições de pesquisa e o real atendimento dos usuários. Propostas no sentido de sanar o problema foram apresentadas por Valle & Souza, (1995), sendo de relevante importância sua discussão e implementação. Os órgãos do governo, responsáveis pela sua implantação, deverão ser ágeis com intuito de preservar a integridade dos valiosos recursos forrageiros manipulados pelas instituições de pesquisa e garantir a qualidade dos produtos liberados, resguardando, dessa forma, os investimentos feitos pelos produtores.

As instituições de ensino e pesquisa voltadas a ciência e tecnologia necessitam de políticas governamentais mais

adequadas. No campo agropecuário, as constantes incertezas causadas pelos cortes nas previsões orçamentárias e as amarras administrativas comprometem o seu papel junto a sociedade. A desestruturação do processo de geração do conhecimento poderá trazer, em curto prazo, prejuízos irreversíveis ao desenvolvimento e competitividade do setor primário nacional.

## PAPEL DA INICIATIVA PRIVADA

Os diferentes segmentos da cadeia produtiva da pecuária bovina de corte deverão constituir-se em um forte aliado no processo de modernização da atividade nos Cerrados. Dentre as inúmeras formas de atuação, duas devem ser ressaltadas.

A primeira seria a geração de novas tecnologias e sua difusão, de forma mais interativa com as instituições de pesquisa. O setor de transformação da produção pecuária, abatedouros-frigoríficos, curtumes, etc, deverão participar de forma mais efetiva no financiamento das pesquisas voltadas para aumento eficiência da pecuária bem como melhoria da qualidade dos produtos primários. Esse caminho permitirá maior qualidade e competitividade de seus produtos junto aos mercados consumidores. Da mesma forma, o segmento denominado "antes da porteira", produtor de insumos, tem a possibilidade de ampliar seu mercado através de parcerias com a pesquisa, participando na geração e difusão tecnologias. A título de exemplo, poderia ser citada a parceria entre empresas de corretivos e fertilizantes. O desenvolvimento de experimentos multifatoriais podem equacionar a questão técnico-econômicas da fertilização de manutenção em pastagens, resultando em incrementos na produção, melhor remuneração ao produtor. Ainda como consequência haveria a criação de um mercado incalculável para estes insumos. A parceria estabelecida para difusão do uso do gesso na agricultura é um exemplo notório. O grande estoque do produto, que no passado constituiu-se em um problema, gerou uma oportunidade de negócio onde todos os segmentos da sociedade foram beneficiados. Múltiplas outras formas de interação para difusão de tecnologias, capacitação do setor, etc, poderão ser exercitadas, bastando apenas iniciativa e princípios técnicos e éticos.

O outro espaço para atuação da iniciativa privada será a ampliação de mercados para o segmento de carnes, tanto no mercado nacional como o de exportação. O consumo da carne de frango no Brasil está em crescimento, substituindo segmento anteriormente ocupada pela carne bovina. Em cerca de duas décadas o consumo anual per capita de carne de aves elevou-se de 2,3 kg para 13,7 kg. O preço da carne de frango, campanhas de marketing e a organização desse segmento produtivo foram determinantes para esse comportamento. O consumidor brasilei-

ro de carne bovina tradicionalmente é pouco exigente em qualidade. A sensibilização quanto ao consumo de cortes finos e novas formas de apresentação e pré processamento de carnes, deverá ser o futuro caminho de expansão de mercado. A qualidade da carne será obtida pela modernização da pecuária que levará ao setor ganhos em eficiência e qualidade. Em contra partida, a tipificação e a classificação das carcaças deverão ser implantadas para devida remuneração do produto. A sobrevivência do setor de comercialização de carnes depende dos mercados externos cujas exigências são maiores e onde os competidores internacionais estão superando o Brasil. As exportações brasileiras de carne in natura decresceram nos últimos anos. Novos mercados, como o asiático, representarão uma grande oportunidade de negócios.

O grande desafio conferido a iniciativa privada será a prática de compartilhar esforços e lucros.

## CONCLUSÕES

A pecuária extensiva e semi-intensiva dos cerrados, baseada em sistemas de produção a pasto, apresentam vantagens comparativas em relação a carne produzida em outros sistemas, conferindo-lhe competitividade no mercado interno e internacional. Abdicar desses sistemas de produção e optar por alternativas que levam a maior produção por animal e por hectare, podem significar um retrocesso. O que não pode ser aceito é o atual modelo de exploração extrativista que vem condicionado de degradação ambiental e empobrecimento do setor de produção primária. Assim como não pode ser mantida a baixa eficiência do setor, condicionada pelos índices de produtividade dos rebanhos, e qualidade dos produtos gerados.

O estoque de tecnologias disponíveis para inclusão nos sistemas de produção pecuário, deverão ser amplamente difundidos buscando transformações mais velozes no setor. A pesquisa agropecuária deverá enfocar suas ações com maior direcionamento para sistemas de produção, na busca de sua sustentabilidade. A propalada ação multiinstitucional e multidisciplinar deverá ser impulsionada mais pela demandas de clientes e usuários do que pelo afinidade pessoal entre equipes ou pesquisadores.

A cadeia produtiva da pecuária bovina de corte necessita e deverá compartilhar esforços com governos estaduais e federal para incrementar a eficiência do setor agropecuário, ampliando sua participação na economia nacional. A atuação das instituições de pesquisa, difusão de tecnologias e iniciativa privada deverá ser estreitada e regida por princípios técnicos e éticos, em proveito da sociedade.

## LITERATURA CONSULTADA

- ARRUDÁ, Z.J. A bovinocultura de corte no Brasil e perspectivas para o setor. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1994. 28p. (EMBRAPA-CNPGC, Documento, 60.)
- BARCELLOS, A. O. Recuperação de pastagens degradadas. Curso de Formação e Manejo de Pastagens. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1986. 38p.
- BARCELLOS, A.O., VILELA, L. Leguminosas forrageiras tropicais: estado de arte e perspectivas futuras. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ., 31., 1994, Maringá, PR. **Anais.** Reunião Anual da SBZ e Simpósio Internacional de Forragicultura. Maringá: EDUEM, 1994. p. 1-56.
- CARDOSO, E.G. A cadeia produtiva da pecuária bovina de corte. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1992. 17p. (EMBRAPA-CNPGC. Documento, 49)
- CARVALHO, S. I. C.; VILELA, L.; SPAIN, J.; KARIA, C. T. Recuperação de pastagens degradadas de *Braquiaria decumbens* cv. Basilisk na região dos Cerrados. **Pasturas Tropicales**, v. 12, n.2, p. 24-8, 1990.
- CORRÊA, A.S. Alguns aspectos da pecuária de corte no Brasil. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1983. 43p. (EMBRAPA-CNPGC. Documento, 10).
- CORRÊA, A.S. Pecuária de corte no Brasil Central. Curso de Pastagens. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1989. 14p.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados.(Planaltina,DF). **Relatório Técnico Anual 1975-1976.** Planaltina, 1976. 150p.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados.(Planaltina, DF). **Relatório Técnico Anual 1976-1977.** Planaltina, 1978 184
- EMBRAPA Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados.(Planaltina, DF). **Relatório Técnico Anual 1977-1978.** Planaltina, 1979 195p.
- EMBRAPA Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados.(Planaltina, DF). **Relatório Técnico Anual 1978-1979.** Planaltina, 1980.172p.
- EMBRAPA Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados.(Planaltina, DF). **Relatório Técnico Anual 1979-1980.** Planaltina, 1981. 190p.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados.(Planaltina, DF). **Relatório Técnico Anual 1980-1982.** Planaltina, 1982. 195p.
- EMBRAPA Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados.(Planaltina, DF). **Relatório Técnico Anual 1982-1985.** Planaltina, 1987. 532p.
- EMBRAPA Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados.(Planaltina, DF). **Relatório Técnico Anual 1985-1987.** Planaltina, 1991. 339p.

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. (Campo Grande, MS). **Relatório Técnico Anual 1982-1983**. Campo Grande, 1987. 171p.
- EMBRAPA/. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. (Campo Grande, MS). **Relatório Técnico Anual 1983-1985**. Campo Grande, 1988. 354p.
- EMBRAPA/. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. (Campo Grande, MS). **Relatório Técnico Anual 1985-1987**. Campo Grande, 1989. 201p.
- GOMES, D.T.; KORNLIUS, E.; ZOBY, J.L.F. Sistemas de produção para pecuária de corte na região dos Cerrados *In: Simpósio sobre o cerrado: savanas, alimento e energia*, 6., Brasília, DF, 1982. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, p. 665-698.
- IBGE . Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 1955. 639p.
- IBGE . Censo Agropecuário do Brasil, 1980. Rio de Janeiro, 1984. 494p.
- IBGE . Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 1986. 759p.
- IBGE. Anuário Estatístico do Brasil, 1992. Rio de Janeiro, 1993. 1119p. (Reimpressão)
- JOSÉ, M.S. Tecnologias e incentivos fazem ciclo pecuário encurtar. DBO Rural, v. 13, n. 174-A, p 10-15, 1995.
- KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A. R.; TEIXEIRA, S. M.; OLIVEIRA, E. T. **Renovação de pastagens de cerrado com arroz: 1- Sistema Barreirão**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1991, 20p. ( EMBRAPA-CNPAF, Documento, 33)
- KORNELIUS, E.; SAUERESSIG, M.G.; GOEDERT, W.J. Establecimiento y manejo de praderas en los cerrados del Brasil. *In: TERGAS, L.E.; SANCHEZ, P.A., eds. Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos*. Cali, Colombia:CIAT, 1978, p. 159-179.
- MACEDO, M. C. M. Recuperação de áreas degradadas: Pastagens e Cultivos Intensivos. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO*, 7., 1993. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Anais**. Goiânia, GO: SBCS, 1993, p.71-2.
- MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema Cerrados: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. *In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ.*, 32, 1995, Brasília, DF. **Anais**. Reunião Anual da SBZ e Simpósio sobre Pastagens nos Ecossistemas Brasileiros: Pesquisa para o Desenvolvimento Sustentável. Brasília, 1994, p. 28-62.
- MOORE, C.P.; ROCHA, C.M.C.; SAUERESSIG, M.G. Manejo de gado de corte nos cerrados: alternativas para o aumento da produtividade. *In: Simpósio sobre o cerrado: savanas, alimento e energia*, 6., Brasília, DF, 1982. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. p. 623-42.
- NASCIMENTO Jr., D. Leguminosas- espécies disponíveis, fixação de nitrogênio e problemas fisiológicos para manejo de consorciação. *In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM*, 8., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 1986. p. 489-412.
- REGIÃO NORTE E CENTRO-OESTE SÃO RECORDISTAS DE CRESCIMENTO. DBO Rural, v. 13, n. 174-A, p. 22-24, 1995.
- SATURNINO, H. M.; MATTOSO, J.; CORRÊA, A.S. Sistema de produção pecuária em uso nos cerrados. *In: Simpósio sobre o Cerrado: bases para utilização agropecuária*, 4., Belo Horizonte, **Anais**. Ed. Universidade de São Paulo, 1977. p. 59-84.
- SPAIN, J.M.; VILELA, L. 1990. Perspectivas para pastagens consorciadas na América Latina nos anos 90 e futuros. *In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 28., 1990, Campinas. **Anais**. Campinas: SBZ , 1990, p. 101-119.
- VALLE, C.B.; SOUZA, F.H.D. Construindo novas cultivares de gramíneas forrageiras para os Cerrados. *In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ.*, 32., 1995, Brasília, DF. **Anais**. Brasília, 1994, p. 3-7.
- WILKINSON, J. A competitividade da agroindústria brasileira. **Agricultura em São Paulo**, v. 42, n.1, .p 27-56. 1995.

# MECHANIZATION: CONTRIBUTION TO HIGH LEVEL SUSTAINABLE PRODUCTION - FROM TILLAGE TO MECHANICAL WEED CONTROL

RÜDIGER KRAUSE<sup>1</sup>

## INTRODUCTION

World agricultural food - and non-food production has to grow year at a rate of about 3%, but we have to be very careful with environment and productivity of fragile soil systems. Even nature does not guarantee a permanent sustainability as we can observe f.i. in history of climatic changes. In agricultural production man-made problems and catastrophies like compaction and erosion or pollution, are unfortunately well-know phenomenons, and inadequate mechanization often was the main reason. CIAT expresses the potential of Latin American Savannas to be "dustbowl or ricebowl". Discussions are increasingly polarized between intensified production on limited areas under favourable soil and climatic conditions, using all necessary and economically viable inputs on side and reduced production intensity (naturalization) on low input base on the other side.

Mechanization can serve both approaches with situation conform, target orientated technical means and can help to optimize efficient use of resources. Regarding ecological aspects like erosion or pollution in sensitive areas, new technologies are available like direct driling f.i., or substituting diesel oil by plant oil as fuel, using biodegradable plant-oil-based hydraulic oil or substituting herbicides by improved methods of mechanical weed control.

## TILLAGE

To maintain soil productivity and prevent soil degradation on one side and minimize cost on the other side we have to plant tillage thoroughly and to remind soil functions which

technologically can be described as function of:

- store: mainly for a water and fertilizer
- filter: to fix or accumulate clay minerals, nutrients and organic matter and to allow surplus water to clain
- reactor: to allow mineralization f.i.
- foundation: holdfast of plants and base for traffic.

Organic matter - especially compost - not only is a main key to activate these functions but controls together with water content technological properties like trafficability and workability pf solis. Last not least organic matter efficiently can protect the soli from wind and water erosion. The effect and the rate of decomposition of organic matter depends from bioactivity of soil and from the localization above surface, shallow or deep incorporated. Especially in irrigated systems with permanent humidity and high temperatures likes in the Savannas, the rate of decomposition is very high and all resouces - that means not only cover crops but also manure, compost from agroindustry or from households - as far as available have to be included, processed, and applied by proper technology on surface or just slightly incorporated to keep the necessary level.

Traditional deep tillage and seed bed preparation aim at an optimal pore space. (42 to 45%) and assedbed with a functionable capillary system up to the seedling, a fine structured seedbed for heat trasnfer and gas exchange and a crumbled top layer to reduce evaporation.

World-wide there is a wide range of individual and combined implements available for all levels of mechanization, drawn and PTO-driven, with inversion, incorporation, mixing, loosening, recompaction or surface forming effects.

While smaller farm holdings with access to heavy tractors

<sup>1</sup> University of Kassel, Faculty of Agriculture, International Rural Development and Environmental Protection, Department of Agricultural Engineering in the Tropics and Subtropics, Nordbahnhof-strasse 1<sup>a</sup>, 37213, Witzenhausen.

use a combination of draw tine and rotating, PTO-driven implements, often also combined with seeding to reduce the number of field operations, the necessary efficiency on large fields is only reached by drawn implements with adequate width and speed of operation.

New approaches aim at reducing tillage generally as far as possible (even direct seeding) and demonstrate that yields applying mulch technology (with and without seedbed-preparation) are not necessarily reduced because proper positioning of seed with new seeding technology is possible. Compared with disc shares tine shares allow better loosening and mixing which might serve improved gas exchange, heat transfer and infiltration, but could increase water loss beside increased problems with clogging.

It is also shown that even compaction under the seedbed up to a certain degree is tolerable and serves an improved trafficability of soils and that means better timing of field operations. So deep tillage, at least from this point of view, can be eliminated provided soil functions are sufficient and there is no demand for incorporation of organic matter, positioning of immobile fertilizer or lime or turning up down washed clay minerals. If only loosening is necessary, there are still "soft" implements for conservation tillage like the paraplough.

## WEED CONTROL

Weeds are responsible for substantial yield losses. FAO believes weed management to be one of the main challenges in plant production. More attention has to be devoted to prevention of weed infestation. Tillage, beside controlling soil structure, is a very efficient means of weed control, mainly

pre-plant tillage. Less tillage normally causes more weeds. Zero tillage generally causes a severe weed pressure.

Ecologic agriculture forbids the application of herbicides generally and also conventional agriculture looks for alternatives because of cost, efficiency, resistancy and regional limitations of the application of herbicides because of negative environment effects. So beside crop rotation, cover crops - which seem to be very efficient in the Savanna for weed control as well as for nitrogen fixation - and other biological methods of integrated plant protection and weed control, mechanical control is in progress. In this situation most of the ecofarmers in Germany believe the plow still to be indispensable, especially combatting perennial weeds but they plow very shallow to save energy, if necessary combined with loosening tools under the plow share and of course not every year and not every crop. In mulching systems total herbicides before or after seeding are common and believed to be indispensable. Late research tries to better understand mechanical weeding, to look for combination of mechanical and chemical weed control or even to totally substitute chemicals in row crops and even cereals by improved soil and P.T.O.-driven tools. Wider row spacing of cereals in tropical and subtropical dryland easily allows mechanical weed control.

In fruit and vegetable plantations slashing of weeds and leaving the slashed matter as much prevents damage of shallow root systems and serves erosion control. Comparative late investigations show comparable results between pure mechanical and pure chemical control, even in cereals and even at lower cost using mechanical means. The most difficult task to control in-row-weeds in row crops mechanically is in development, using transversal transport of between row-tools or plant identification sensors and active hoeing tools.

# PROSPECTS FOR SUSTAINABLE GRAIN PRODUCTION SYSTEMS IN THE CERRADOS (BRAZILIAN SAVANNAS)

CARLOS R. SPEHAR<sup>1</sup>

## ABSTRACT

Traditional cultivation of grain crops in the Brazilian Savannas (Cerrados) has been limited by few species. It concentrates in soybeans, maize upland rice and common beans. The patterns vary from subsistence, low-input to market-oriented high-input systems. Vulnerability due to monocrop has increased from the biological and economical perspectives, with negative environmental impact, threatening long-term production. Efforts have been devoted to improve tillage methods and crop management to enlarge the possibilities of double cropping and rotation among grain crops. New uses of broad-base plant species in annual/biennial cropping systems, can supply a real demand of the agro-industry. Maize, sorghum and millet are a source of mulch cover and fodder; to increase cultivation are: wheat, barley,

sunflower, teff (*Eragrostis teff*), quinoa (*Chenopodium quinoa*) and pigeon pea (*Cajanus cajan*), among others. The first three shall participate in irrigated systems; the fourth will increase cultivation to some extent for high quality oil supply; the remainder, although practically absent from agriculture in the Cerrados, are extraordinary source of high quality protein and mulch cover and fodder, respectively. It is expected that by diversifying cultivation, a dynamic production system will develop, with new alternative uses, reduced negative environmental impact and improvement of farmer's social standards, leading to sustainability

**Additional index words:** monocrop, tillage, crop management, alternative uses, production systems, environmental impact

## RESUMO

### Perspectivas para a sustentabilidade da produção de grãos nos cerrados (savanas brasileiras)

O cultivo tradicional de graminíferas nos Cerrados (Savanas Brasileiras) tem se limitado a um reduzido número de espécies, como a soja, o milho, o arroz de sequeiro e o feijão. Os padrões de cultivo variam entre baixo uso de insumos, de subsistência, a uso intensivo, voltado ao mercado. A vulnerabilidade devida ao monocultivo tem aumentado sob a perspectiva biológica e econômica, com impactos negativos ao ambiente e ameaça à produção no longo prazo. Esforços têm sido concentrados na implementação do preparo do solo e manejo das culturas para elevar as possibilidades de sucessão e rotação entre as graminíferas. Novos usos, em base ampla, de espécies de plantas, em sistemas de cultivo anuais/bianuais, podem suprir demandas reais da agroindústria. Milho, sorgo e milheto, fornecem cobertura do solo e forragem; para aumentar o cultivo, estão o trigo, a cevada, o gi-

rassol, teff (*Eragrostis teff*), quinoa (*Chenopodium quinoa*), guandu (*Cajanus cajan*) entre outras. As três primeiras devem participar em sistemas irrigados; a quarta, expandirá o cultivo para atender a demanda de óleo com alta qualidade. As demais, ainda que praticamente ausentes da agricultura nos cerrados, são fonte de proteína com excelente qualidade, cobertura morta, e forragem, respectivamente. Com o aumento da diversidade dos cultivos, espera-se que sistemas dinâmicos de produção possam se desenvolver, com novas alternativas e usos que maximizem a relação benefício/custo, reduzam o impacto negativo ao ambiente e elevem o padrão social dos agricultores, rumo à sustentabilidade.

**Palavras-chave:** monocultivo, sistema de preparo, manejo da planta, usos alternativos, sistemas de produção, impacto ambiental.

<sup>1</sup> EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brazil.

## INTRODUCTION

The Brazilian Savannahs (Cerrados) occupy 2.1 million km<sup>2</sup>, with a gradient of vegetation, from open fields to dense woods that resemble the African Savannahs, except for differences in soils. There is a predominance of acid soils (Ferralsols), with low levels of nutrients, high available aluminium and low moisture holding capacity. Soil research has contributed to expand modern agriculture in its domain (Spehar & Souza, 1995). The concomitant improvement of annual crops, like soybeans, has performed an important role in the modern agricultural settlement (Kiihl & Garcia, 1989; Souza & Goedert, 1989; Spehar, 1994a; Spehar, 1995a).

Soil pH ranges from 4.0 to 5.5, with high Al-saturation (up to 80% of the base saturation) Soil clay fraction consists mainly of kaolinite and iron and aluminium hydroxides, with low cation exchange capacity (CEC<13 cmol/kg) and high adsorption capacity for phosphates and sulphates. (Spehar, 1994b). Availability of P, K, Ca, Mg, and Zn is low in virgin areas and highly dependant of organic matter (Resck *et al.*, 1991).

The climate of the Cerrado Region presents two moisture regimes: the rainy and the dry season. The average yearly precipitation varies between 1,000 to 2,000 mm and is concentrated between September and May, with changes according to the influences of neighbouring physiographic Regions. Only 15% of the rainfall occur in the dry season and this is a limiting factor for cultivation of annual crops all throughout the year. The excess water in the rainy season results large water infiltration in ground. This forms the streams and tributaries of three major river basins of South America, which have been a source of irrigating water. The range between minimum and maximum temperature increases in the dry season in the area core of the Cerrados, at an altitude of 1,000 m above the sea level. In the low lands the range for temperature diminishes.

Dry spells usually occur during the rainy season and are aggravated in the borders to the semi-arid zone. They affect the performance of annual crops when happen at the reproductive phase (Assad *et al.*, 1994). Yield depression is variable according to crop characteristics. Rice and maize are more susceptible than soybeans, which escapes moisture stress due to its longer flowering period. Soybean adaptation to the cerrados has been a key factor for establishment of annual cropping systems (Spehar, 1994a; Spehar, 1995a). The shallow rooting of cultivated plants is considered to be the main cause for susceptibility to dry spells. The benefits of fertility improvement will reach deeper layers of the soil and improve root growth conditions (Ritchey *et al.*, 1980). Aluminium and low-Ca tolerance has also contributed to solve the problem (Spehar, 1994b; 1994c; 1995b; 1995c; Spehar & Makita, 1995). The conjugation of soil improvement and crop breeding allows exploitation

of leached down nutrients and subsoil water for yield stability.

The vast predominantly flat areas of cerrados are less exposed to run off and, soil erosion. This has facilitated the expansion of mechanized farming of crops. Careless land development and vicious tillage, have, however, increased vulnerability of the system, due mainly to organic matter loss and its consequences. Soil texture ranges from clayey to very sandy (Inceptisols), with even more reduced moisture holding capacity and higher susceptibility to erosion (Resck *et al.*, 1991). Soybean, maize, upland rice and common beans have shown extraordinary performance in recently developed areas, with gradual threat increase. This paper is focussed on the farming systems, pointing out the problems of reduced alternatives of land and crop uses, with reduced income, aiming at the future exploitation on sustainable basis.

## CHARACTERISTICS AND LIMITATIONS OF PRODUCTION SYSTEMS

The Cerrados were exploited for subsistence agriculture and beef cattle ranching, in the rate of one head/5 ha of native grassland until the early 1970's. The local populations were limited to small villages and the increase in population is directly related to recent land development (Spehar & Souza, 1995). Earlier settlements in relatively fertile areas are marked by small properties and, in recent times, properties cover medium to large areas in naturally low-fertile, improved soils. Reduced machinery, in all cases, has resulted bad agricultural practices. There were virtually no adapted crops and information on suitable crop husbandry. (Urban Filho & Souza, 1993). Poor practices resulted in yield losses and in soil erosion, particularly in areas with high rain intensity. Soybeans and other subsequent annual crops that became cultivated in the Region have been partly or fully mechanized. Scarcity and untrained local labour has compounded the farming problems in the Cerrados.

At the farm level, local differences in topography, soil texture and springs have not been considered before land development and integrated farming system concepts were not developed until late 1980's. Decline of world wide agricultural commodity prices also affected Cerrados cultivation, which concentrated mainly on soybean monocrop (Spehar & Souza, 1995).

Farming in Cerrados has also been limited by reduced storage and transportation facilities. The rapid growth, a consequence of low interest credit, caused a descompass in new agricultural developments. The large farm holds have organized their own base, while the small ones have relied on co-operative associations, to cut input costs down. This compounded unfavourable factors and has limited economical exploitation of cerrados on permanent basis.

Recent cropping system diversification to further reduce costs incurred in pest and disease control has become necessary, although other long-term benefits have not been taken into account. The access to technology by farmers is directly related to farm size: the small farmers are, in general, less informed than medium to large farmers and liable to bad technology use. This is one of the reasons for differences in efficiency among them, since technology is adaptable and needs to be validated in farming systems.

#### **Soil Fertilization and Crop Management**

Methods to overcome low fertility of the cerrado soils have been defined. Lime availability is no longer a problem for most of the Cerrado Region. However, excessive liming lead to micronutrient deficiency problems; Zn and Mn in Latosols and Cu in sandy soils. Soils have low CEC and buffering capacity. For clayey soils, 4 t/ha of lime (100% CaCO<sub>3</sub> equivalent) are needed to obtain 50% base saturation. Fineness of liming material is important but even larger particles react in the soil in the long run, leading to increase pH and micronutrient deficiency (Ritchey *et al.*, 1982).

Cerrado soils have shown striking responses of cultivated plants to P application. For optimum soybean yields, a rate of 105 kg/ha P is needed. In the past farmers relied on government subsidies for P fertilization for economical grain production, but this is no longer available. Information on local P recommendation is therefore available to farmers to economize P fertilizer use. One strategy to improve available P is the combination of low-soluble rock phosphate and cultivation of perennial pasture before shifting into grain production. There are, however, other important lines of research that need study, such as efficient P use, ability to solubilize and/or extract P in plant species. (Ae *et al.*, 1995).

Potassium is related to soil CEC; by liming the soils there is an increase in negative charges that retain K. However, formation of additional negative charges depends on the improvement on the organic matter further to absorb potassium and prevent its leaching. bad soil and crop residue management causes reduction in organic matter, resulting in decrease available K. In sandy areas it is more a problem and split application of K for annual crops: half in the furrow at sowing and half broadcast before bloom is needed. This has shown to improve soybean and maize grain yields (Vilela *et al.*, 1985).

Subsoil improvement can be achieved by the use of gypsum (CaSO<sub>4</sub>) to increase Ca movement in the soil profile. A rate of 200 kg/ha CaSO<sub>4</sub>/cultivation is needed for soils with high Al saturation rate (>30%) at depths of >35cm and with a Ca level <0.2 cmol/kg). Gypsum can be recommended at rates of 0.5, 1.0 and 1.5 t/ha for sandy, mid-textured and clayey soils respectively.

There is a large difference between potential and actual yield of crops in the Cerrados (Spehar & Souza, 1995). Most

of these difference are due to insufficient or inappropriate fertilization. Reduction in P application is related to increase fertilizer and reduced commodity prices. Inadequate K application and management also contributes to reduce yields. Inappropriate crop diversification and husbandry (sowing pattern and date, plant population and variety) and disease, pest and weed controls are of equal importance.

#### **Soil Organic Matter Management**

The organic matter status (OM) of the Cerrado soils may reach 5%, with values in the range of 1.8 to 2.6% for areas with soybean monocropping. The level is even lower in sandy soils and this becomes critical, compromising long-term production. Following land clearing, liming and fertilization, the OM content declines. Soybean cultivation initially increased soil OM level, which declined with its subsequent crops (Resck *et al.*, 1991). Cultivation and burning of crop residues in the dry season, practiced by farmers to get rid of weed, increases the soil susceptibility for erosion, reduces OM level and nutrient adsorption. The consequences of OM loss are: soil structure destruction, compaction, erosion, CEC reduction, nutrient loss, crop vulnerability to drought, reduction in water infiltration, intermittence in spring and river flow, destroying long-term production perspective. Monitoring of its levels across cropping systems is necessary (Lal, 1994).

Crop rotation can contribute to maintenance of soil OM, resulting from differences in C/N ratios of the crop residues. Sole cultivation of soybeans has been shown to reduce the soil OM because of the low C/N ratio and high rates of decomposition (Resck *et al.*, 1991). Ground cover during the dry season, helps to reduce weed infestation, protects the soil against excess radiation and contributes to maintain and/or increase OM, ensuring yield stability. Thus, the need of alternative, drought tolerant, crops with high fiber content and large biomass production to be adapted to the production systems.

#### **Impacts of Crop Rotation**

Monocrop soybean, associated with bad tillage practices, has increased diseases, pests, nutrient disorders, soil erosion and and fertility loss, causing negative impact on the environment and on the economics of farming. Crop rotation and double cropping have been the logical alternative, started since the late 1980's. Its positive contribution is N fixation and other legumes shall be included in the system for this characteristic.

The advantages of soybean-maize rotation has already been reported (Araújo *et al.*, 1989). In a crop rotation experiment, Vasconcelos *et al.* (1989) evaluated the dry matter production and nutrient yield of different cropping systems. Inclusion of legume green manure either sole or intercropped with maize, can recycle large amounts of

nutrients. Higher yields for maize were obtained in rotation with soybeans, in addition to its positive effects of nutrient recycling and nematode control.

Association of green manure with annual crops has been an alternative to maintain soil fertility. Pereira *et al.* (1992) found that grain crops yields following green manure increased up to 46.6% higher than sole crops. Similar results have been obtained by Resck & Pereira (1979) in experiment with soybeans as a sole crop compared with soybeans following green manure. Different species of plants were utilized as green manure and incorporated into the soil at blooming. The most promising species are: *Stizolobium atterimum*, *Crotalaria spectabilis*, *Indigofera tinctoria*, *S. deeringianum*, *S. niveum*, *C. psoraloides*, *C. juncea* and *C. paulinea*.

Another possible system which is becoming more successful in the cerrados is the annual crop-pasture rotation. This a very efficient nutrient recycling system, that also contributes positively to enhancing soil structure. The grass-legume association in rotation with annual crops offers the following advantages: soil fertility improvement by incorporating N, P, S and other nutrients through crop residues; increased biological activity in the subsoil due to the deep root growth of perennial acid tolerant plants and efficient nutrient recycling by plants and animals; improvement of soil physical conditions by better organic matter management and, consequently, reduced erosion; improvement of the soil microbiological activity ('biological tillage'); reduction of weed, pest and disease problems; elimination of some noxious weeds on pasture fields by ploughing them for annual crop (Spehar & Souza, 1995).

To keep soil productivity for a long time it is necessary to establish production systems that maintain or even improve the soil structure. It is observed in farmer's field, that annual crop-pasture rotation enhanced soil aggregation. This has resulted in a more than two fold increase in the animal/stocking of the pasture (Ayarza *et al.*, 1993).

Additional studies on annual crop-pasture cropping systems are being undertaken to refine information for farmers. For grain production, a more dynamic shift grain-pasture is desirable. It is expected that with diversification of cropping systems, the partial soil fertility improvement in extensive pastures, will shift into more intensive beef and dairy cattle production. The maximum economical yield of the system shall be assessed, and this will result in more stability to the Cerrados production systems.

In addition to OM maintenance, other advantages of rotation are higher yields of crops, reduced risk in marketing, increased supply of food and feed for livestock, environment preservation due to control of pests and diseases. These arguments can be used to validate technology and to convince the farmers of using this practice of diversification, although it should be backed by appropriate government policies.

## CROP SPECIES ADAPTATION: TRADITIONAL AND POTENTIAL USES

### Present Situation

Upland rain fed rice and artificially established pasture are Al-tolerant, relatively low input crops, and pioneered cerrado cultivation. Soybean cultivation in the low latitudes of the Brazilian Cerrados, mostly situated between the tropical and equatorial zones had been limited by its day-length response, causing reduced plant height and yield of introduced varieties. Response to day length, climate and soil conditions were taken into account in varietal selection that consolidated its cultivation in the 1990's. With varying vegetative and reproductive phases, the cerrado selected soybean varieties ensues suitable crop planning (Urban Filho & Souza, 1993; Spehar, 1995a).

In twenty years the Brazilian Cerrados have already accounted for nearly 50% of the national production of soybeans, with mostly higher yields than in the traditional temperate zone. The expansion in cultivated area is a direct consequence of new high yielding genotypes which incorporate a few genes for lateness and juvenility and genes for aluminium tolerance among others (Kiihl & Garcia, 1989; Spehar, 1994a).

Maize has only recently become a major crop in the Cerrado Region. From a share of 17%, mostly concentrated in naturally fertile areas, it evolved to about one third of the national production. It has been employed in rotation with soybeans, when it yields as high as in the best areas where it is traditionally cultivated in the country. In the areas where the rainfall is prolonged maize is also cultivated in double cropping, after the soybeans. Although fully mechanized like the soybeans, subsistence cultivation is a common practice that still contributes to low average yields.

Maize expansion has been carried out by farmers who have already had the infrastructure for soybeans. However, there are limiting factors such as the need of nitrogen fertilization (30 to 120 kg/ha), and additional care in storage. These are compensated by the high yielding ability of hybrids and varieties (EMBRAPA-CNPMS, 1992).

In modern cultivation, upland rice has been used in rotation with other crops and associated with pasture establishment. Reduced fertilization of the soil, bad crop husbandry, incidence of brusone disease and the high frequency of dry spells in the growing season have been the main factors for low yield, as compared to other parts of Brazil. However, new high yielding and disease resistant varieties and technologies have been developed to enable the farmers to obtain higher and more stable levels of productivity (Kluthcouski *et al.*, 1991).

Common beans was cultivated in the Cerrados at a small scale, to sustain the scattered local population until 20 years

ago. It was a low input crop which in most cases was practiced by subsistence farming. This mostly explains the low yields obtained by the farmers, in contrast with modern bean cultivation under central pivot irrigation system. Yield record of 4,000 kg/ha have been obtained with new high yielding and disease resistant varieties, disease and pest management, appropriate fertilization and crop husbandry have contributed to increase bean production in the Cerrados which already responds for about 25% of the national production.

Wheat and brewery barley have been cultivated mostly in the Cerrados of Southern Mato Grosso State, in double cropping after soybeans. The Region has contributed to 10% of the national wheat production. Due to climate requirements, there is little opportunity for this rain fed cropping system to expand. A more recent trend is to grow these cereals in dry season, under irrigation, following full season soybeans. This system, although of high energy cost, increases the possibility of turning the country self-sufficient in wheat production.

*Brachiaria* grass has been the basic, long-term, pasture. It is, however, susceptible to spittle bug, of low forage quality in the dry season and declines gradually along time. To overcome the scarce good quality forage, new species of exotic grasses have been selected; the promising are *Andropogon gayanus*, *Panicum maximum* and *Paspalum* spp.; the first two originated from Africa and the last from the fringe areas between the Cerrados and other physiographic Regions such as the Pantanal to the South-West. Among the legumes, varieties of native *Stylosanthes guianensis* and *Arachis pintoii* have shown potential for improving pasture quality. Studies on mineral element requirements of forage species have been conducted to achieve short-term large biomass production (Vilela *et al.*, 1991).

There is, however, a big gap in what has been achieved and what has been practiced. (Spehar & Souza, 1995). This can be explained by input reduction and lack of infrastructure. However, even if these were solved, the dilemma of reduced diversification in cropping systems still needs conjugation of efforts to be solved.

#### **Future Situation**

Benefits of crop rotation have gradually been understood and among them the most known break in disease and pest cycles of monocrop. Increased availability of nutrients is another possibility that has already been shown. The effect of root exsudates by *Cajanus cajan* on soil-bound P has been measured on subsequent crops in vertisols, and open the way to further studies (Ae *et al.*, 1995) Moreover, microbiological activity (Rhizobium and Mycorrhizae) increases as a function of cropping system and study on their dynamics is being undertaken.

Adaptation of new crops depends on finding alternative uses for products (Spehar & Souza, 1993) Thus, the more by-

products are generated by a plant species the greater the possibility of its participation in the system. Moreover, non-conventional uses for grain crop products shall increase the possibilities to achieve ground covering that yields net income to farmers. Most important in this dynamics of biomass/grain production is the maximum use of land with least soil disturbance and this includes a combination of tillage methods and cropping sequences, with constant monitoring (Lal, 1994). Some information is available and can be validated at farmers levels; other need to be generated. Table 1 summarizes the traditional and alternative crops of the Cerrados with present and potential uses. It can be seen that non-conventional grain crops and new uses for traditional ones can be found when compared to other parts of Brazil and the world.

This list is far from being comprehensive and illustrates the possible integration of crops with different uses to improve farming system in the Cerrados. The approach shall be based on biomass with the prospect of transforming grain and other plant parts into intensive meat and milk productions and OM maintenance. The presence of perennial grasses and legumes, grown as annual/biennial species, turns feasible the biomass production with respective ground cover in large parts of Cerrados, with emphasis on the ones where sandy soil texture are associated with reduced rainfall for double cropping. New alternative management such as associated and sowing over (relay) of subsequent crops to save rain fed moisture shall be developed to increase the possibilities of maximum production per unit of capital. Biomass combined with quality shall guide selection of plant species to participate in cerrado agriculture.

If crops are considered from the perspective of different uses, there are several new combinations which have not yet been exploited. In Table 2 there are some traditional and potential grain crop sequences that may become part of the farming system. The comparative advantages of their use stimulates farmers to start at a small scale, for technology validation. Some of them rely on appropriate seed bed preparation and the integration of tillage methods will follow crop diversification. The farmers shall look at the farming system as a whole, considering the factors that affect long-term land use and only after careful planning, move on into new systems. Monitoring shall be employed by farmers, taking into account weather effects. Yield drops can be traced back and their cause identified for further adjustment in the cropping system.

## **TILLAGE METHODS IN RELATION TO GRAIN CROPPING SYSTEMS**

Maximum economical yield of grain crops depends on sowing at the right time and at the suitable population. Day-length sensitive soybeans show a clear effect of delayed

**TABLE 1 - Present and potential participation and uses of annual/biennial crops in the farming systems of the Cerrado Region<sup>1</sup>.**

CROP	PRESENT												POTENTIAL											
	CERRADO				BRAZIL				WORLD				CERRADO				BRAZIL				WORLD			
	G	M	F	O	G	M	F	O	G	M	F	O	G	M	F	O	G	M	F	O	G	M	F	O
Amaranths							*			*	*	*	*		*	*	*	*		*	*	*	*	
Barley					*			*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Beans	*				*			*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Chick peas								*	*	*	*	*	*						*	*	*	*	*	
Crotalaria						*							*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	
Ground nut					*			*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Guar								*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Maize	*	*			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Millet		*			*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Forage Turnip		*			*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Oats					*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Pasture																								
Legume			*		*	*		*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Grass			*		*	*		*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Peas	*				*			*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Quinoa								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Rice	*				*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Pigeon Pea						*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Sesame					*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Sorghum	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Soybeans	*				*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Sunflower					*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Teff					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Wheat	*				*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

<sup>1</sup> (Grain=G; Forage=F; Mulch=M, Other=O)

**TABLE 2 - Characteristics of traditional (T) and potential (P) grain cropping sequences in the Cerrado Region<sup>1</sup>.**

CROPPING SYSTEM	CHARACTERISTIC	REMARKS
Soybean-soybean	T N H L R E U	Vulnerable in short run; disease threat
Bean-bean	T N H L R I U	Highly vulnerable in short run; disease and pest threat
Maize-maize	T N L L R I S	Vulnerable in short run, disease and pest threat
Rice-rice	T N L G R I S	Vulnerable in short run, disease, growth inhibition
Soybean-maize	T P H L R E S	Vulnerable economically, biologically viable
Soybean-maize (sequence)	T P H L R E S	Biologically viable in extended rainy season
Soybean-maize (forage)-beans	P P H L R E U	Viable in some areas; applicable in mixed farming
Beans-beans-maize (sequence)	T N H L R I U	Vulnerable in the short run; disease and pest threat
Maize-stylosanthes (associated)	P P H L R E S	Applicable in large areas: mixed farming
Maize-grass (associated)	P P H L R U S	Suitable for short-term, dynamic cycling, mixed farm
Soybean-millet (sequence)	P P H L R E S	Applicable in extended rainy season; mixed farming
Soybean-millet (sown over )	P P H L R E S	Applicable in large area; mixed farming
Soybean-quinoa (sown over )	P P H L R E S	Applicable in large area; mixed farming
Soybean-sunflower (sequence)	P P H L R E E	Viable in extended rainy season
Soybean-wheat	P P H L R E S	Viable in irrigated systems

<sup>1</sup>Disease and pest reaction (P=positive; N=negative), nutrient improvement/recycling (H=high; L=low), growth-yield reduction (GR=high; LR=low), cost (E=effective; I=ineffective) and organic matter (S=stable; U=unstable).

planting (Urban Filho & Souza, 1993). Delay also affects yield of long cycle varieties and species and part of the available rain will be wasted, causing soil problems.

Soil structure maintenance depends on seedbed preparation, organic matter maintenance and drainage. Ploughing under dry or excessively wet conditions, will destroy soil structure and recovery may take several years with suitable management. Repetitive disk harrowing, commonly practiced in the Cerrados is the main cause of soil structure destruction (Resck *et al.*, 1991).

Erosivity in the Cerrado Region can be very high because 70% of the total occur between November and March, peaking January. This coincides with early stages of annual crop growth, which, in most cases, have not fully covered the ground. The amount of soil and nutrient loss following heavy rain with different cropping systems has already been demonstrated (Dedecek *et al.*, 1986).

Erosion problems can be prevented when, before land clearing, farmers identify the soil type, topography, vegetation distribution and water springs in the area. Ideally, cleared areas shall be large enough to handle with the available machinery, to avoid uncovered soil. Disk harrowing after harvest and during the dry season, carried out to reduce weeds, exposes the soil to severe wind erosion particularly in the plateau region. The key to success is to increase efficiency of sowing before rainfall intensifies for maximum crop yield, optimization of growing season and soil protection.

Repeated tillage for every crop in seedbed preparation creates two distinct soil layers: one loose superficial layer and a compact sublayer. Different ploughing depths has shown to be effective in reducing compaction and, in turn, soil erosion and nutrient loss (Spehar & Souza, 1995).

Another alternative is using double cropping, in which the second cultivation is done by no-tillage sowing. This will provide ground cover and utilize residual soil moisture from the last showers. At the beginning of the next rainy season, plant material will be cut by shallow disk, prior to sowing. This method is only suitable in the areas with long rainy season that can accommodate the two crops.

An additional advantage of the no-tillage is rapid operation, suitable for double cropping and crop rotation, time and money saving durable machinery. For no-tillage method to be successful, requires full fertile soil, efficient weed control, adequate mulch cover, and suitable machinery and farming operations. For compacted soil it is necessary to ameliorate just the compact layer. The best root growth with depth was the mouldboard treatment preceded by no-tillage. Soybean and maize yields increased when no-tillage was followed by ploughing.

No-tillage is of particular interest in intensive cultivation systems with irrigation in the dry season. This is the recent

trend in cerrado farming which enables three crops in the same year, e.g., maize, soybeans or field beans and wheat; soybeans, maize and peas. These sequences will apply when the commodities have attractive prices and when farmers produce them with different purposes. Maize, for instance, can be used as a grain and as a silage crop. Before deciding the cropping systems, the farmers should bear in mind that mulch can be used for reducing weed control cost, soil and water loss and soil physical and chemical improvement.

Main limitation besides soil compaction due to vicious seed bed preparation is the breakage in soil structure with organic matter loss, soil and nutrient loss and compromise future exploitation of agriculture. This has already been covered. No-tillage enhances the efficiency of sowing. Sowing is critical in the cerrado; it must be done in a short time, before rainfall turns it impossible to carry out. Late sowing leads to drought exposure and reduced yields.

## ECONOMICAL PROSPECTS FOR GRAIN PRODUCTION SYSTEMS

Considering that soil fertility is not limiting and high yielding varieties are employed, pests and diseases have increased in sole crops increasing production costs; these tend to reduce in rotation-double cropping systems. Analysis of grain production indicates the economical advantages of cropping diversification.

Input saving crops such as legume shall be employed to maximize other components of the system. Thus, if P level is high for cultivation, the limiting element would be N; it can be supplied by legume-other species sequence.

Output shall be measured over input. This ratio will reflect the income of cropping sequences. Economical analysis shall be carried out to assure that the maximum yielding be attained in the sequence, with nutrient recycling. Projected net income per crop sequence shall be computed before hand and guide farmer's planning. Maximum economical yields have been obtained for major grain crops and for most important amendments, i.e., lime, phosphorus, potassium and micronutrients (Spehar & Souza, 1995). These, need to be obtained for production systems, where the final product is a result of combined technology.

In Table 3, some cropping sequences among mostly grown species, total input for the system, total output, and net income are listed. The figures do not take into account vicious soil management and disease and pest problems; if they are considered, monocrop will show greater income reduction. If new uses for traditional crops and introduction of new crops are considered, it is expected that the system will be more advantageous economically than only grain production. The approach is to maximize output per capital unit, with preservation of environmental attributes.

**TABLE 3 - Economical analysis of cropping systems, including soybeans, maize and pasture. Average over three years<sup>1</sup>**

CROPPING SYSTEM	COST/Ha (R\$)	OUTPUT/Ha (R\$)	NET INCOME/Ha (R\$)
Soybean Monocrop	400	530	130
Maize Monocrop	450	590	140
Maize-Soybean	430	580	150
Maize-Soybean-Pasture <sup>2</sup>	380	620	240

<sup>1</sup>Soybean yield=3.0 t/ha; Maize yield=7.2 t/ha; Meat production=360 kg/ha

<sup>2</sup>Three years soybean monocrop, after land development, followed by maize-pasture, pasture and soybeans; 20 months pasture, 3 heads/has, before shifting back to grain production.

## ENVIRONMENTAL IMPACTS OF GRAIN PRODUCTION

Several species of plants, typical of this unique ecological environment and still unexploited by mankind, are endangered of extinction. The presently available law determines the procedures for land occupation such that the woods along river banks, lakes and natural or artificial water reservoirs, in catchment areas, on top of hills and mountains and on fringes of plateau and slopes be preserved (Spehar & Souza, 1995). If the areas are flat and there are differences in native species distribution, ideally, 20% of the virgin area in the property should be kept as reserve; in slopes virgin land clearing should be done in contour belts, with terracing at the preservation areas and to prevent erosion. Considerable destruction of virgin areas, however, has been carried out, in a complete environmental abuse. Law enforcement should be on first priority to avoid further destruction of valuable genetic resources in the Cerrados.

The approach to make the cerrado environment productive, taking advantage of abundant heat and moisture, was, in the past, achieved mostly by experimentation on soil fertility improvement and plant adaptation. Liming and fertilization, although now routinely employed, were attained by experiments where tentative levels were tested to identify economical productivity of potential crops. More attention must be devoted to the genotype x environment interaction in a cooperative effort to direct breeding programmes for the cerrado needs. This will enhance the opportunity for profit and, in the long run, farmers will capitalize in more intense use of land to preserve remaining areas and turning their activity sustainable.

More complex problems such as stress tolerance (moisture, toxic elements, nutrients), nutritional balance, crop rotation and nutrient recycling, disease and pest integrated control and resistance shall be tackled on team effort. The results will contribute not only to rationalize solutions to these problems but also to prevent the occurrence of unfavorable environmental impact.

The integration of research team to all sectors and

organizations involved in agriculture and environment will result in overall planning for taking the right decision at the right time. It is necessary to learn from the troublesome beginning of cerrado occupation. Farmers could, then, artificially afford to pay for mistakes. Society as a whole had a burden to carry as a consequence, by paying higher and new taxes, thus draining resources from one sector to another. Producers of agricultural machinery, lime, fertilizers and the ones involved on trading and shipment of agricultural goods were the most benefited.

The massive incentives in extensive agricultural countries during the three decades after the World War II increased food supply and is the probable origin of present low commodity prices. This scheme worked to buffer the overheated and/or war disrupted economies. However, at the present, and it seems this is going to be the trend for the future, there are no possible ways to artificially support agricultural production. Farmers need to be alerted about the consequences of bad farming management to themselves and to the society as a whole (Spehar & Souza, 1995) In this scenery, only the good managers with real inclination for agricultural enterprises will stay in business. The government, however, shall provide the opportunity of management training.

The establishment of cooperatives and associations among farmers should be included in government policies at a high priority such that all the people involved in agricultural production will project a target of sustainability. The most recent approach to agricultural exploitation in a environmentally balanced system is related to the microbasin or catchment integrated planning. In this system farmers share and utilize the common natural resources. Even though they are complex, it has been suggested that they should be the basis for occupation planning (Resck *et al.*, 1991). From the main stream, up to the catchment areas, the potential environmental attributes should be identified according to soil type, climate, relief, natural vegetation, hydrology and geology. These will determine the farming systems that should successfully create permanent settlements.

There are pilot projects from which further studies will be carried out to systematically determine the pattern of settlement that will preserve the environment and still suit the needs of already growing regional population. It is expected that these projects be conducted by research organizations, state extension service, co-operatives and communities to solve the present and to prevent the future problems. It is also expected that appropriate government policies, taking integrated planning as a priority for incentive, will stimulate the communities to rapidly reach the stage for more rational use of the cerrado environment.

Monitoring soil, organic matter, nutrient, water dynamics can be done by special techniques; surface erosion is determined by monitoring soil level after crop seasons; organic matter is a function of cropping sequence management to maintain and/or raise its levels; nutrient cycle depends on organic matter in the soil and soil preservation; water dynamics depends on suitable management that maintains water flow in the system (Lal, 1994). Springs, streams and main rivers will change their volume and flow as a consequence of soil compaction. This will cause further destruction of native species in reserves and compromise irrigation projects, turning them unviable.

The Cerrados occupation phases are contrasted with emphasis on declining yields and environmental deterioration. Integrated crop management should stress the farming patterns that reduce risks, conserve and improve soil fertility, recycle nutrients, increase crop productivity and value added at the farmer's level. A system approach to use already available technology and the formation of multidisciplinary research teams to tackle complex problems should be aimed at sustainability, defined by maximum income per unit of investment with least negative environmental impact.

In Fig.1 are the main components for successful establishment of sustainable grain crop activity. This depends on comprehensive analysis of production components to contrast with the environment attributes with the respective environmental impact, adapted from Spehar (unpublished).

Quantifying the effects of environmental components on commodities, allows definition of infrastructure needs and the input levels. Integrated farming system shall be conducted to reduce negative impact which is monitored for every cultivation practice; this allows to determine relative importance of production component.

The pre-requisites for a given commodity are presented in Fig. 2. When the environment attribute is contrasted with species characteristics, it turns possible to come up with possible production systems that will cause the least negative impact. These shall direct research planning which, and to be effective, influence political decisions. Technology shall

be available to farmers, who will decide what to include, based on demand and production cost. The following basic points shall be taken into account to achieve sustainability of the system:

- i. additional investment and formation of critical mass of researchers in genetics, breeding, crop physiology, microbiology, production modeling, soil management and fertility improvement, water and natural resources management and conservation;

- ii. greater integration among researchers and institutions in a real, dynamic, multidisciplinary approach to improve system undertaking of complex problems. Some important lines of research are selection of species and varieties stress tolerant (water, low-nutrient, toxic elements), efficient in nutrient solubilization, high biomass production, high quality food, and feed, nutrient recycling, microbiological efficiency, nutritional requirements for economical yields of crops, crop rotation dynamics, and resistance to major diseases and insects;

- iii. hierarchic classification of problems for experimentation, research and development, to prevent occurrence of negative impacts to the environment.;

- iv. integration of researchers and extensionists for demand definition and research planning;

- v. holistic approach that integrates all sectors involved in the production chain, such that the overall planning may influence definition of realistic, long-term policies for land use;

- vi. planning agricultural exploitation that takes into account environment attributes in catchment areas, with a communitarian concept to exploit the common natural resources, to be extended to the basin, taking into account the climate, soil, hydrology, natural vegetation, relief and geology. These will determine the probable farming systems;

- vii. establishment of sustainability indices, comparing available information for other parts of the world and in the Cerrados to quantify relative importance and means to stop the bad agricultural practices before natural resources and potential production of farming systems are irreversibly destroyed. These indices, shall be obtained after constant monitoring.

## CONCLUSIONS

1. Agricultural expansion in the Cerrados has been favoured by environmental conditions such as, sufficient rainfall, definite wet and dry seasons, temperature, mechanized extensive flat areas, good soil drainage and low price of land, as opposed to soil acidity, low fertility, low water holding capacity, distance and lack of infrastructure.

2. Lack of suitable planning and technology transfer, reduced and low qualified labour, and the little knowledge

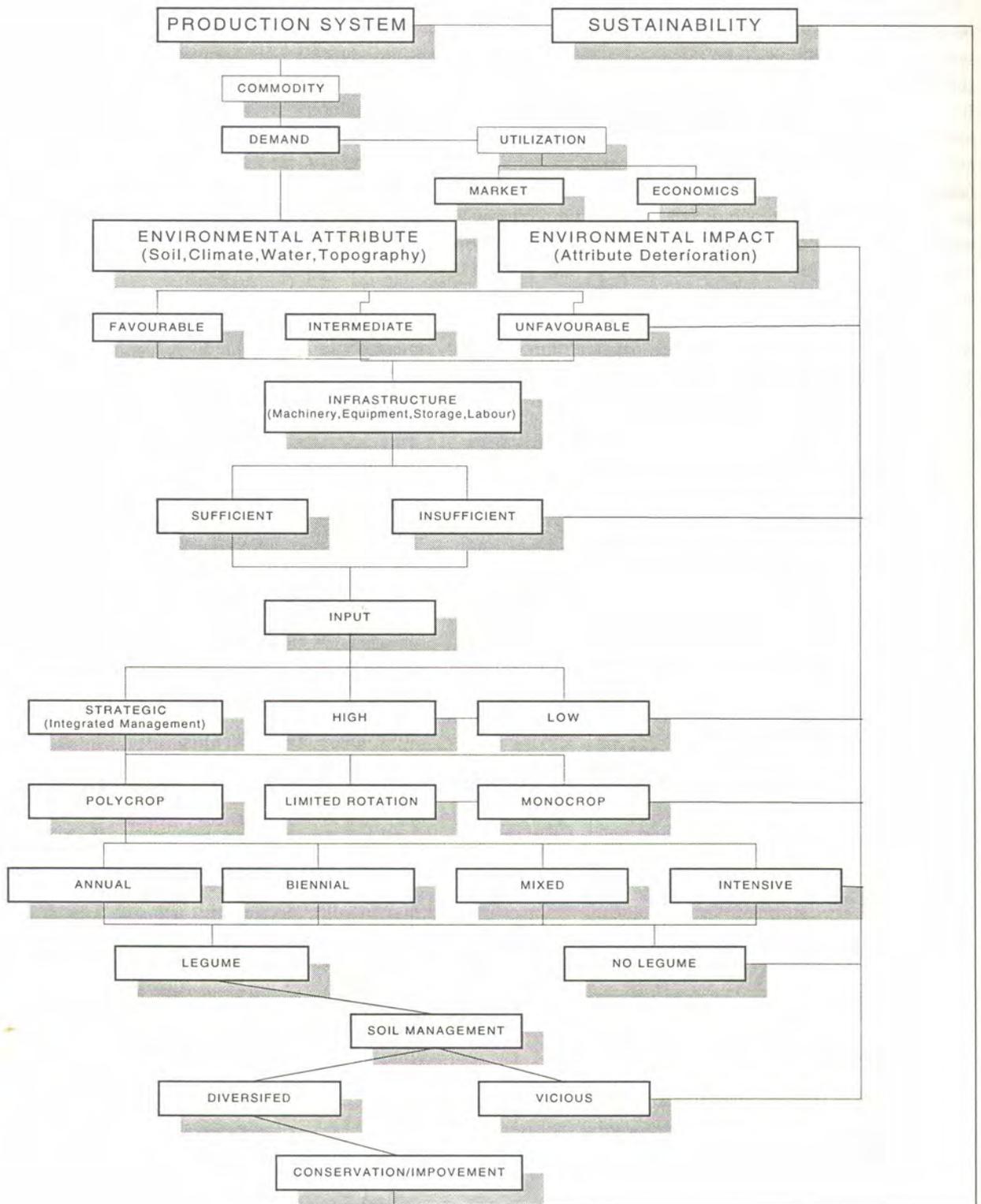


FIG. 1 - Factors affecting the establishment of sustainable agriculture.

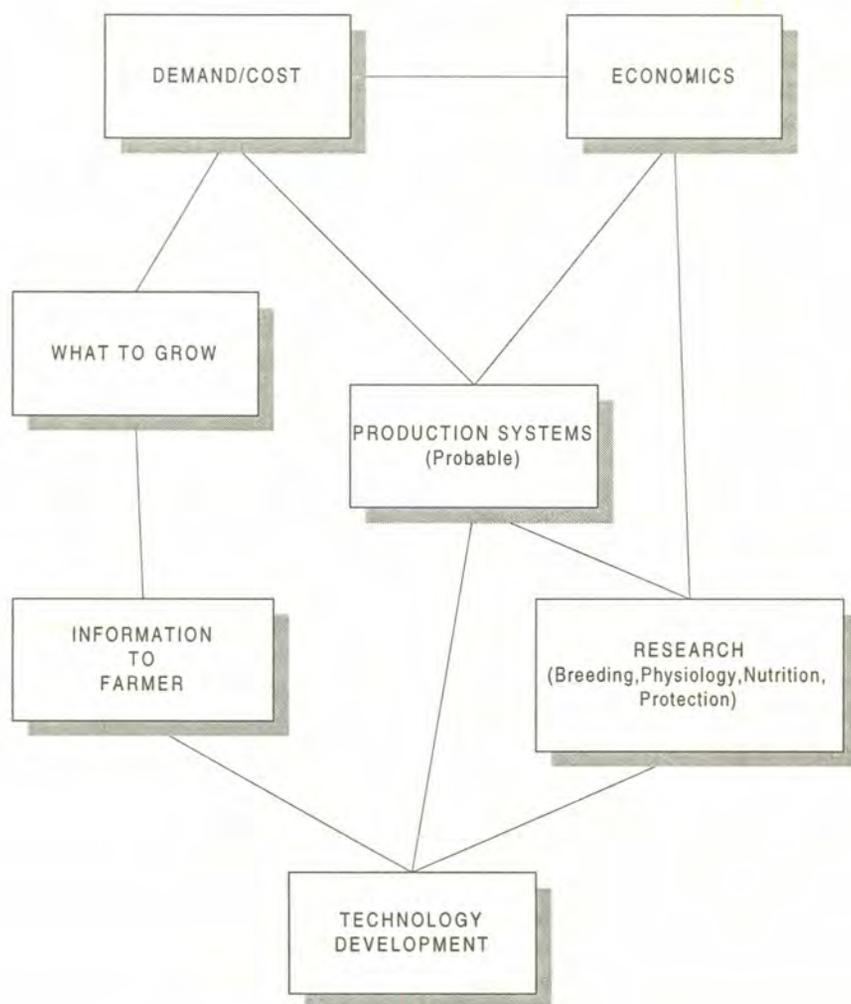


FIG. 2 - Participation of commodity in the production systems.

of the new environment by the settlers explained most of the failure at the beginning of cerrado settlement.

3. Balanced fertilization and suitable organic matter management in farming systems is of paramount importance for yield stability and can be achieved through alternate cropping and tillage.

4. Minimum tillage and no-tillage methods are beneficial to moisture saving, reduce erosion, MO and soil aggregation maintenance, and machinery and energy saving.

5. Development of a communitarian concept for utilizing common natural resources and realistic government policies on transportation, education, welfare and infrastructure will help define farming systems for permanent settlements.

## REFERENCES

AE, N.; OTANI, T.; ARIHARA, J. Effects of specific compounds exuded from roots on phosphorus nutrition.

*In*: JOHANSEN, C.; LEE, K.K.; SHARMA, K.K.; SUBBARAO, G.V.; KUENEMAN, E., eds., **Genetic manipulation of crop plants to enhance integrated nutrient management in cropping systems** - 1. Phosphorus. Patancheru, India. 1994. **Proceedings**. Patancheru: FAO/IAEA/ICRISAT, 1995. p.117-128.

ARAÚJO, N.B.; RUSCHEL, R.; ELEUTÉRIO, A.; SILVA, N.C.; SANTOS, G. **Rotação anual das culturas de milho e soja**. Goiânia, GO: EMGOPA-DDT, 1989. (EMGOPA, Boletim de Pesquisa, 15). 12p.

ASSAD, E.D.; SANO, E.E.; MATSUMOTO, R.; CASTRO, L.H.R.; SILVA, F.A.M. Veranicos na região dos Cerrados brasileiros: frequência e probabilidade de ocorrência. *In*: ASSAD, E., coord., **Chuva nos Cerrados: análise e espacialização**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Brasília, DF, EMBRAPA-CPAC: EMBRAPA-SPI. 1994. p.43-48.

- AYARZA, M.; VILELA, L.; RAUSCHER, F. **Rotação de culturas e pastagens em um solo de cerrados: estudo de caso.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1993, Goiânia, GO, Brazil, 1993. EMBRAPA-CNPMS. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, CNPMS. Relatório Técnico Anual - Período 1988-1991, 247p. Sete Lagoas, MG, Brazil: EMBRAPA-CNPMS, 1992.
- FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; WRIGHT R.J. The effects of aluminum on growth and uptake of Al and P by rice. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, p.677-682, 1989.
- KIIHL, R.A.S.; GARCIA, A. The use of the long-juvenile trait in breeding soybean cultivars. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 4, 1989. Buenos Aires. **Proceedings**. Buenos Aires: AASOJA, 1989, v.2, p. 994-1000.
- KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A.R.; TEIXEIRA, S.M.; OLIVEIRA, E.T. Renovação de pastagens de cerrado com arroz. I. Sistema Barreirão. Goiânia, GO, EMBRAPA-CNPAF. 1991. 20p. (EMBRAPA/CNPAF. Documento nº 33).
- LAL, R. Methods and guidelines for assessing sustainable use of soil and water resources in the tropics. Soil Management Support Services/Soil Conservation Service/USDA/The Ohio University/Department of Agronomy. 78p. 1994. (SMSS Technical Monograph No. 21)
- PEREIRA, J.; BURLE, M.L.; RESCK, D.V.S. **Adubos verdes e sua utilização nos Cerrados.** In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, 1992. Campinas, SP, Brazil: Fundação Cargill, 1992. p. 140-154.
- RESCK, D.V.S.; PEREIRA, J.; SILVA, J.E. **Dinâmica da matéria orgânica na Região dos Cerrados**, 22p. Planaltina, DF, Brazil: EMBRAPA-CPAC, 1991. (Documento 36)
- RESCK, D.V.S.; PEREIRA, J. Efeito da incorporação de restos culturais e adubo verde nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Amarelo, fase Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 17., Manaus, AM, Brazil, p.1. **Proceedings**. Rio de Janeiro, RJ, Brazil: SBCS, 1979. (Abstract)
- RITCHEY, K.D.; SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E.; CORREA, O. Calcium leaching to increase rooting depth in a Brazilian savannah oxisol. **Agronomy Journal**, v.72, p.40-43, 1980.
- RITCHEY, K.D.; SILVA, J.E.; COSTA, A.U.F. Calcium deficiency in clayey B horizon of savanna oxisols. **Soil Science**, v.133, p.378-382, 1982.
- RITCHEY, K.D.; URBEN FILHO, G.; SPEHAR, C.R. **Manganese deficiency induced by excessive liming in a latossolo vermelho-escuro cerrado soil.** In: NATIONAL SOYBEAN RESEARCH SEMINAR, 2, 1981, Brasília, DF. **Proceedings**. Londrina, PR, Brazil: EMBRAPA-CNPS, 1982. p. 541-544.
- SOUZA, P.I.M.; GOEDERT, W.J. **Soybeans in the Brazilian Cerrados: soil fertility and management.** In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 4, 1989. Buenos Aires. **Proceedings**. Buenos Aires: AASOJA, 1989, v.2, p. 2231-2244.
- SPEHAR, C.R.; MONTEIRO, P.M.F.O.; ZUFFO, N.L. Soybean breeding in Central Brazil. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I.M., eds., SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SOJA NOS CERRADOS. **Anais**. Uberaba, MG, 1992. Piracicaba, SP: EMBRAPA-CNPS/CPAC. 1993. p.229-251.
- SPEHAR, C.R.; SOUZA P.I.M. Adaptação da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) ao cultivo nos cerrados do Planalto Central: resultados preliminares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.5, p.635-639, 1993.
- SPEHAR, C.R. Aluminium tolerance of soybean genotypes in short term experiments. **Euphytica**, v.76, p.73-80. 1994a.
- SPEHAR, C.R. Breeding soybeans to the low latitudes of Brazilian Cerrados (Savannahs). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.8, p.1.167-1.180. 1994b.
- SPEHAR, C.R. Field screening of soya bean [*Glycine max* (L.) Merrill] germplasm for aluminium tolerance by the use of augmented design. **Euphytica**, v.76, n.3, p. 203-213, 1994c.
- SPEHAR, C.R. Impact of strategic genes in the soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] on agricultural development in the Brazilian Tropical Savannahs. **Field Crops Research**, v. 41, p.141-146, 1995a.
- SPEHAR, C.R. Genetic differences in the accumulation of mineral elements in seeds of tropical soybeans *Glycine max* (L.) Merrill. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.1, p.89-94, 1995b.
- SPEHAR, C.R. Diallel analysis for mineral element absorption in tropical adapted soybeans *Glycine max* (L.) Merrill. **Theoretical and Applied Genetics**, v.90, n.5, p.707-713, 1995c.
- SPEHAR, C.R.; MAKITA, M. Aluminium tolerance in soybean seedlings and its utilization. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.12, p.1927-1932, 1994.
- SPEHAR, C.R.; SOUZA, P.I.M. Developing sustainable cropping systems for the Brazilian Savannahs. In: KANG, B.T.; AKOBUNDU, I.O.; MANYONG, V.M.; CARSKY, R.J.; SANGINGA, N.; KUENEMAN., eds., WORKSHOP ON MOIST SAVANNA ZONE. Cotonou, Bénin, Africa, 1994. **Proceedings**. Ibadan, Nigeria: IITA. 1995. p. 325-356.

- URBEN FILHO, G.; SOUZA, P.I.M. Soybean crop management in the Cerrados In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I.M., eds., **Simpósio sobre a cultura da soja nos cerrados**. Uberaba, MG, 1992. **Anais**. Piracicaba, SP: EMBRAPA-CNPQ/CPAC. 1993. p.299-332.
- VASCONCELOS, C.A.; MARRIEL, I.E.; PINTO, N.F.J.A. **Rotação de culturas e produtividade de milho em solo sob vegetação de cerrado**. 5p. 1989. Sete Lagoas, MG, Brazil: EMBRAPA-CNPQ (Comunicado Técnico nº 5).
- VILELA, L.; SILVA, J.E.; RITCHEY, K.D.; SOUSA, D.M.G. Potássio In: GOEDERT, W.J., ed. **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. 1985. p. 203-222. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1985; São Paulo, SP, Brazil: Nobel, 1989.
- VILELA, L.; BARCELLOS, A.O.; SANZONOWICZ, C.; SPAIN, J.M. **Recuperação de pastagem de *Brachiaria ruziziensis* através do uso de grade aradora nitrogeno e introdução de leguminosas**. In: Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1985-1987. Planaltina, 1991, p. 239-241. Planaltina, DF, Brazil: EMBRAPA-CPAC.
-

# POTENCIAL SÓCIO-ECONÔMICO DA CULTURA DA SERINGUEIRA

EURICO PINHEIRO<sup>1</sup> e FERNANDO S. V. PINHEIRO<sup>2</sup>

## RESUMO

As perspectivas de se fazer heveicultura na Amazônia em áreas tradicionais de cultivo, redundaram em fracasso. Os problemas de ordem fitotécnica condicionaram o desvio da produção de borracha natural para as áreas não tradicionais, onde as condições ambientais permitem o desenvolvimento da seringueira e limitam a ocorrência de enfermidades fúngicas, como é o caso do mal-das-folhas (*Microcyclus ulei*). Essas áreas são chamadas de "áreas de escape".

O Estado de São Paulo rapidamente transformou-se no maior produtor de borracha natural no Brasil, enquanto a Amazônia Oriental que possui extensas áreas enquadradas nesse novo conceito vocacional para a prática da heveicultura,

continuou insistindo no cultivo em áreas tradicionais.

As pesquisas da EMBRAPA, articuladas com empresas do setor privado, provaram a viabilidade do cultivo da seringueira em áreas de escape. Entretanto existem acentuadas diferenças climáticas entre as áreas de escape da Amazônia e as de São Paulo interferindo de modo diferente na performance das cultivares.

Neste trabalho são discutidos os desempenhos de clones de seringueira em área de escape da Amazônia Oriental e relatados alguns fatores limitantes à prática da heveicultura nesta vasta região.

**Palavras chave:** Heveicultura, áreas de escape, estresse hídrico, clones de seringueira.

## INTRODUÇÃO

A borracha no mundo continua sendo uma das mais importantes matérias-primas a alicerçar o desenvolvimento dos países industrializados. Existe uma correlação positiva e bem definida entre o estágio de desenvolvimento de um país e o consumo do elastômero borracha.

Presentemente, a produção mundial de borracha natural gira em torno de 5,7 milhões de toneladas, com a Tailândia liderando a produção, seguida da Indonésia e Malásia. É interessante ressaltar que a estrutura de produção nesses países está assentada sobre os pequenos produtores, os "smallholders". Na Malásia, por exemplo, representam 82% da área cultivada com seringueira e são responsáveis por 75% da produção de borracha natural naquele País. Existe uma

grande concentração na área mundial de produção de borracha pois o sudeste asiático responde por 95% da produção, ficando a África e a América Latina respectivamente com 3,8 e 1,2%. A explosão econômica que vêm se registrando nos países asiáticos do Pacífico, com crescimento econômico muitas vezes superior a 15% ao ano, permitiu aos estatísticos da borracha preverem que, num futuro próximo, os países asiáticos se tornem os maiores consumidores da matéria-prima borracha. Basta levar em consideração que a Ásia concentra mais da metade da população mundial para que essa projeção seja aceita.

A produção e o consumo mundiais de borracha natural comportaram-se sempre de forma equilibrada, paralela e sem grandes excedentes ou déficits, situações que se refletiam na estabilidade do preço no mercado internacional.

<sup>1</sup> Pesquisador, EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental, Belém, PA, Brasil.

<sup>2</sup> Professor Adjunto, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, PA, Brasil.

Em 1994 e 1995, em decorrência da pressão de consumo exercida pelo leste europeu e principalmente pela China, o preço da borracha praticamente dobrou no curto espaço de um ano, chegando a US\$ 1,600.00/tonelada. Atualmente, o preço da tonelada desceu a níveis mais estáveis, ficando em torno de US\$ 1,200.00. Dados estatísticos (Abdul Aziz, 1995) prevêem para o ano 2000 uma produção mundial de borracha natural de 6,5 milhões de toneladas para o consumo de 7,5 milhões. Por certo que esse "gap" de 1 milhão de toneladas manterá os preços a níveis elevados, com reflexos sobre a borracha de outras áreas de produção.

### A PRODUÇÃO E CONSUMO DE BORRACHA NO BRASIL

O Brasil continua um país importador de borracha natural. Em 1994, para o consumo de 145 000 t foram importadas 100 000 t e produzidas 45 000 t. Desse total produzido, o seringal nativo participou com pouco mais de 5 000 t.

Na Tabela 1 estão configurados o consumo e a produção de borracha natural no período 1985/1994. Os dados dessa Tabela evidenciam o rápido e acentuado declínio da participação dos seringais silvestres na produção global da borracha natural no Brasil. No ano de 1985, 85% da produção procedia dos seringais nativos e em 1994 essa mesma participação decresceu para 11,9%. É a falência dos seringais silvestres, a qual não decorre da derrubada da floresta amazônica e sim, consequência da falta de economicidade do extrativismo.

Como bem ressaltaram Martin & Arruda (1993), a entrada em produção de um número crescente de seringais de plantação em Mato Grosso e São Paulo, colocando à venda matéria-prima de melhor qualidade e mais próxima dos centros

consumidores, somada à baixa produtividade dos seringais nativos que normalmente não confere ao seringueiro sequer o equivalente ao salário mínimo, concorreu para que um número crescente de seringueiros abandonassem o extrativismo, deslocando-se para a periferia das áreas urbanas do norte do País.

Apesar da evolução da produção de borracha natural, o Brasil representa tão somente 0,8% da produção mundial.

### A HEVEICULTURA NAS ÁREAS DE ESCAPE

Desde a implantação da indústria automotiva no Brasil, o País luta para atingir a auto-suficiência em borracha natural. Entretanto, foram decepcionantes quase todas as tentativas para estabelecer seringais de plantação nas áreas tradicionais de cultivo caracterizadas, sob o aspecto climático, na Amazônia, pela presença de níveis elevados de temperatura e umidade, além de abundante pluviosidade, bem distribuída no decorrer do ano. Nesse ambiente, a seringueira é facilmente atacada por enfermidades fúngicas, principalmente as foliares, com destaque especial à mais séria de todas, o mal das-folhas, cujo agente causal é o fungo *Microcyclus ulei*, capaz de provocar a morte da seringueira por sucessivos desfolhamentos.

Esta enfermidade, responsável pelo insucesso das plantações Ford do Brasil, estabelecida na década de 30 pela Companhia Ford, no vale do Rio Tapajós, no Pará, condicionou também que empresas de porte da Goodyear (Paracrevea) e Pirelli (Guamá Agroindustrial) estabelecidas na Região Bragantina, Estado do Pará, encerrassem suas atividades heveícolas, preferindo transformar em pastagens os extensos seringais de vez que, após 40 anos de obstinada

TABELA 1 - Produção, importação e consumo de borracha natural no Brasil, em toneladas.

Ano	Produção seringal		Importação	Consumo
	Cultivo	Nativo		
1985	5 811	34 560	60 224	100 541
1986	7 896	27 750	82 542	115 188
1987	8 078	18 560	85 848	112 486
1988	14 587	18 330	94 716	127 633
1989	13 757	16 900	88 917	119 484
1990	16 634	14 192	80 806	111 632
1991	16 863	12 680	80 302	109 846
1992	24 386	6 326	90 149	120 861
1993	34 526	5 880	90 096	130 502
1994	39 726	5 367	100 096	145 189

Fonte: IBAMA.

insistência na tentativa de promover o controle do *Microcyclus ulei*, no seringal adulto, através da aplicação de defensivos químicos, não lograram êxito. Ainda foi o mal-das-folhas, dentre outros, o grande vilão do insucesso de todos os programas governamentais de incentivo à produção da borracha natural na Amazônia sempre úmida, a exemplo dos PROBOR.

Os extenuantes e dispendiosos trabalhos de melhoramento genético, iniciados ainda a época das plantações Ford, não foram capazes de produzir clones de *Hevea* produtivos e altamente resistentes ao *Microcyclus ulei*. O elevado número de diferentes raças desse patógeno, hoje perfeitamente caracterizadas, fizeram com que clones tidos como resistentes em determinada região se mostrassem totalmente suscetíveis quando trasladados para outras áreas.

Por essas razões, os resultados do melhoramento genético da seringueira, na Amazônia, foram mais metodológicos que práticos (Pinheiro, 1991).

Todas essas dificuldades condicionaram o desvio da produção da borracha natural das áreas tradicionais para as áreas antes consideradas marginais, de vez que as condições climáticas nessas regiões fugiam totalmente dos padrões convencionais para as práticas da heveicultura.

A experiência entretanto provou que nessas novas áreas, caracterizadas por um período chuvoso seguido de um longo período de estiagem, a seringueira, promovendo a troca anual das filhas no meio de estação seca, quando os baixos níveis de umidade não permitem a ocorrência do *Microcyclus ulei* na forma epidêmica, possibilita que essa planta cresça e produza economicamente, livre da enfermidade. Eis a razão pela qual essas áreas são denominadas, "áreas de escape".

Enquadrados neste novo conceito de aptidão climática para a seringueira, o Brasil dispõe de milhões de hectares distribuídos nas grandes regiões Centro-oeste e Sudeste (Ortolani *et al.*, 1982).

A Amazônia perdeu a hegemonia e hoje o Estado de São Paulo é o maior produtor de borracha natural, tendo produzido em 1994, 15 000 t. Ressalte-se que somente uma quarta parte dos seringais paulistas atingiram a maturidade, e que cerca de 140 000 hectares de seringais estão plantados nas duas regiões Centro-oeste e Sudeste.

Graças aos trabalhos desenvolvidos pela EMBRAPA no sudeste maranhense e mais recente no norte de Mato Grosso, neste caso associado com a SIMPEX-CODEARA, ficou comprovada a viabilidade do crescimento de seringais de cultivo em plena Amazônia, isentos do mal-das-folhas. Nas áreas de escape da Amazônia o clima caracteriza-se pela presença de um extenso período chuvoso seguido de 4 a 5 meses de seca, gerando um déficit hídrico que margeia 330 mm. Esta é uma importante característica que diferencia as áreas de escape da Amazônia em relação à Região Sudeste.

Na Amazônia a troca anual das folhas, época em que a seringueira é mais demandante em água, ocorre no meio da

estação seca, com baixa umidade relativa do ar, e elevada temperatura média do ar. Essas condições climáticas favorecem maior evapotranspiração e a ausência de chuva provoca déficit hídrico acentuado que se reflete no crescimento e na produção da seringueira (Pinheiro, 1995).

No Estado de São Paulo, a seringueira também realiza a troca de folhas no período de menor pluviometria porém é exatamente nessa época do ano que as médias de temperatura são mais baixas. Desta sorte, não se considerando a ação dos ventos e a capacidade de retenção de água no solo, o déficit hídrico em São Paulo deve ser bem menor, condicionando, portanto, menor estresse para a seringueira, prejudicando menos seu crescimento. Por esta razão, o período de imaturidade da seringueira em São Paulo é menor que o apresentado pelo mesmo clone nas áreas de escape da Amazônia (Fig.1). Em São Paulo, a seringueira atinge dimensões para sangria entre o 6º e o 7º ano após o plantio. No norte de Mato Grosso, o período de imaturidade estende-se até o 8º ou mesmo 9º ano.

Ortolani *et al.* (1982) estabeleceram como limite aceitável para a prática da heveicultura, um déficit hídrico anual de 350 mm.

Outro ponto crítico na definição de área vocacionada para o plantio da seringueira nas áreas de escape, diz respeito às características físicas do solo que deve ser bem estruturado e friável, possibilitando a fácil expansão do sistema radicular e que também possua alta capacidade de retenção de água.

#### **Produção das seringueiras nas áreas de escape**

Fazer heveicultura em áreas de déficits hídricos acentuados é atividade totalmente inusitada. Entretanto, a pesquisa e a prática mostraram de forma indiscutível a viabilidade dessa atividade e a seringueira, em consequência, ganhou destacada importância pois não são muitas as alternativas de cultivos tropicais perenes capazes de suportar e produzir economicamente, em áreas com déficits hídricos elevados, a não ser que dispendiosos esquemas de irrigação sejam utilizados. Recentemente, a Malásia passou a implantar a heveicultura na Região Nordeste do País, onde prevalece uma estação seca acentuada, dada à impossibilidade do estabelecimento de outros cultivos tropicais como cacau e dendê (Kiang, 1995). Por outro lado, o governo da Tailândia iniciou, há três anos passados, um programa de plantio anual de 15 000 ha de seringueira na zona do semi-árido no nordeste desse País, objetivando melhorar as condições econômicas da região, pretendendo, inclusive, com o estabelecimento de extensa área plantada com seringueira, mudar as condições climáticas predominantes.

No Brasil, alguns milhares de hectares estão plantados com seringueira nas áreas de escape, com déficits hídricos elevados. Cite-se, por exemplo, a SIMPEX-CODEARA, que no norte de Mato Grosso, em área de transição de cerrado, estabeleceu um seringal de 1 000 hectares, plantados com

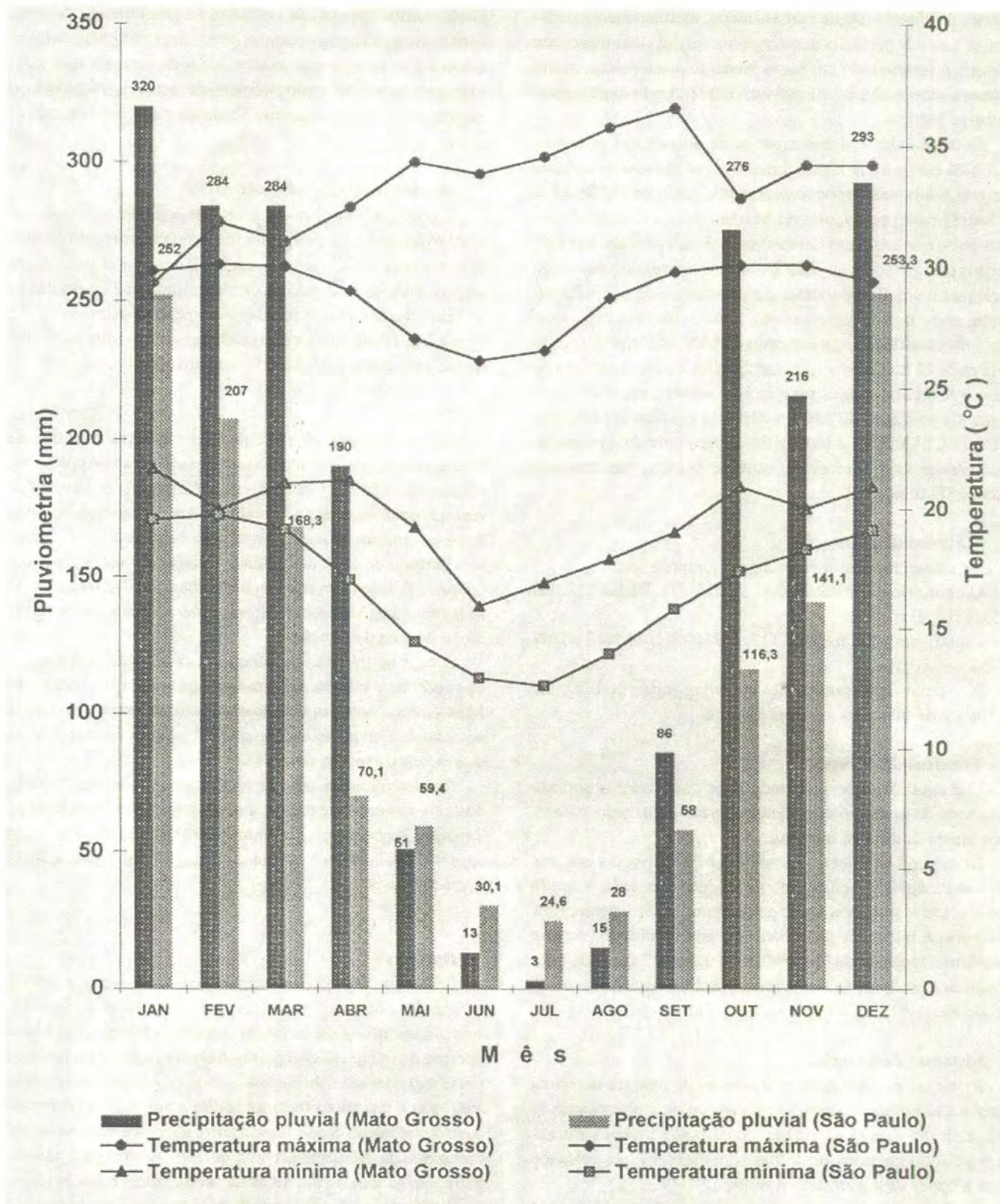


FIG. 1 - Evolução anual da queda pluviométrica e das temperaturas extremas do ar, nas áreas de escape de Mato Grosso (Santa Terezinha) e São Paulo (Pindorama)

Fontes: Estado de São Paulo - IAC

Estado de Mato Grosso - SIMPLEX-CODEARA

clones orientais e alguns amazônicos, medianamente resistentes. Grande parte desse seringal industrial encontra-se em sangria e produzindo em bases bastante econômicas, muito embora com redução de produtividade condicionada pelo estresse hídrico.

Comparando-se o desempenho de dois clones orientais, o RRIM 600 e o PB 235, submetidos ao mesmo sistema de sangria, nas condições de seringais industriais, na CODEARA (Mato Grosso) e na Costa do Marfim, África Ocidental, observou-se que em Mato Grosso esses clones produziram 35% menos que na Costa do Marfim, onde a seringueira não sofre qualquer restrição no tocante ao suprimento de água. Entretanto, nesse mesmo cotejamento, ficou evidente a existência de clones amazônicos, a exemplo do IAN 3087 que, nas condições de Mato Grosso apresentaram produções médias, nos quatro primeiros anos de sangria, equivalentes aos dois clones orientais na Costa do Marfim. Cultivares como o IAN 873, IAN 717, IAN 3087 e IAN 3156, aparentemente, apresentaram menor sensibilidade ao estresse hídrico, nas áreas de escape (Pinheiro, 1995).

#### Material de plantação

Os clones mais utilizados até o momento são:

Clones orientais: RRIM 600, RRIM 701, RRIM 252, PB 235, PB 260 e GT1;

Clones amazônicos: IAN 717, IAN 873, IAN 3087 e IAN 3156.

Na maturidade esses clones podem produzir de 1 200 até 1 500 kg de borracha seca por hectare.

#### Técnicas de plantio

O plantio deve ser realizado logo que firmar o período chuvoso. A muda recém plantada precisa de, pelo menos, três meses de chuvas intensas.

Como tipo de muda, a experimentação provou a eficácia do "material avançado de plantação" ou seja a muda ensacada e plantada com, pelo menos, dois lançamentos maduros. A utilização da técnica de plantio profundo garantiu excelente controle da "podridão do enxerto" causada pelo fungo *Botryodiplodia theobromae*, problema sério nas áreas de escape.

#### Sistemas de sangria

Praticam-se na região os sistemas de sangria de baixa frequência ou seja, sangrias realizadas com a alternância de 3/3 ou de 4/4 dias. As seringueiras não são sangradas durante o período de troca de folhas (dois meses) que coincide com a época de maior déficit hídrico.

Desta forma na sangria em d/3 (3/3 dias) a seringueira é cortada 80 vezes ao ano, enquanto que em d/4, o número anual de sangria, é reduzido para 60 cortes.

Esses sistemas de sangria quando comparados com o sistema convencional em dias alternados (d/2) embora produ-

zindo menor quantidade de borracha por unidade de área, conferem ao seringueiro maior produção individual, aumentando a gratificação que recebe, além de permitir que o seringueiro beneficie maior número de árvores, atenuando o problema da baixa disponibilidade de mão-de-obra, na região.

#### Fatores limitantes do cultivo

O principal fator limitante de ordem fisiológica é a reduzida disponibilidade de água em determinado período do ano. O acentuado déficit hídrico, além de alongar o período de imaturidade da seringueira, diminui ainda mais a produção de borracha nos clones sensíveis ao estresse hídrico.

Outros fatores ligados ao cultivo da seringueira nas áreas de escape, dizem respeito à fitossanidade:

#### Pragas

Dentre as pragas, merece destaque especial o ataque da "mosca-de-renda", nome vulgar desse pequeno percevejo (*Leptophasa hevea* - Hemiptera - Tingidae). A mosca-de-renda ataca folhas recém amadurecidas, em setembro, outubro e novembro, causando prematura caída de folhas durante o período de elevada umidade relativa do ar (dezembro e janeiro). A folhagem renovada e recentemente brotada, permite um intenso ataque do *Microcyclus ulei*, acabando a condição de área de escape.

Graças ao trabalho de Junqueira *et al.* (1987), a mosca-de-renda tem sido rotineiramente controlada no Estado de Mato Grosso, com a aplicação de esporos do fungo *Sporothrix insectorum* que parasita de modo eficiente as formas adultas e as larvas da mosca-de-renda.

Recentemente a população de "trips" tem aumentado bastante nas áreas de escape da Amazônia, por excelência, o *Tenuipalpas hevea*, provocando sérios danos à folhagem, com severo desfolhamento, afetando, dessa forma, a produção de borracha.

#### Doenças

O fungo *Botryodiplodia theobromae* associado à escaldadura da casca provocada pela incidência de forte insolação do início da tarde, no período de estiagem causa necrose na união enxerto porta-enxerto e, a partir do resto do porta-enxerto em "died-back", avança circunscrevendo e anelando o enxerto, provocando-lhe a morte. Esta enfermidade denominada cancro-do-enxerto, chega a afetar, nas áreas de escape da Amazônia, cerca de 70% das plantas, principalmente na fase de um a três anos de idade. O uso da técnica do plantio profundo controla plenamente o problema.

Mais recentemente, a "queima-do-fio" causada pelo fungo *Koleroga noxia* vem provocando desfolhamentos prematuros, sendo os clones RRIM 600, RRIM 701 e IAN 873, os mais atacados pela enfermidade.

## COMERCIALIZAÇÃO DA BORRACHA

A produção da borracha natural no Brasil esteve, por muitos anos, na dependência dos seringais nativos da floresta amazônica. O extrativismo recebia incentivos governamentais e os preços de comercialização eram estabelecidos também pelo governo que os balizava por valores atribuídos à produção de borracha nos seringais silvestres, elevando o preço nacional da borracha natural a mais de três vezes a cotação no mercado internacional.

Esse estímulo permitiu que, em valores percentuais, a produção dos seringais silvestres correspondesse, em 1977 a 91% da produção nacional. A partir de 1987, com a crescente entrada em produção dos seringais de plantação, principalmente nos Estados de São Paulo e Mato Grosso, e com a diminuição dos incentivos, o preço nacional caiu acentuadamente. Hoje a borracha nacional posta na indústria está somente 3% mais cara que a do mercado internacional. Recentemente, o preço praticado na indústria para o GEB 1 que se equivale ao SMR 20 é de R\$ 2,87 o quilo e os incentivos do contingenciamento mantém essa cotação equilibrada.

A estrutura de produção no Brasil, por excelência nos estados de São Paulo e Mato Grosso está baseada em pequenos e médios plantadores, onde a heveicultura é uma das atividades na propriedade. Neste caso, como a plantação não produz borracha em quantidade que justifique a instalação de uma usina de processamento, o produtor comercializa a sua borracha na forma do coágulo (cup lump) de fundo de taça ou tigela.

Presentemente, as usinas de processamento compram o coágulo, a granel e ao preço de R\$ 0,85, o quilo. Como o coágulo tem em média 55% de borracha seca, o quilo dessa borracha está sendo pago a aproximadamente R\$ 1,50. Com base nesses dados, Maia (1995) ressalta ainda que, no processamento, os custos com mão-de-obra e insumos, nas condições de São Paulo, correspondem, em média, a 45% da receita, valores que, levando-se em consideração o preço da borracha natural no mercado internacional, conferem boa remuneração ao produtor.

## CUSTOS OPERACIONAIS NA FORMAÇÃO DE SERINGAIS NAS ÁREAS DE ESCAPE

O custo operacional total engloba despesas com a formação de um hectare de seringal em área de capoeirão ou vegetação de cerrado, prevendo-se que a limpeza da área será realizada com o uso de correntão. (Tabela 2).

Considerou-se como ano zero, o referente ao ano de desmbaraço da área e plantio da leguminosa de cobertura. As despesas estendem-se até o final do 8º ano quando o seringal deverá entrar em sangria.

Os custos referem-se aos gastos com mão-de-obra, utili-

zação de máquinas, aquisição de ferramentas e utensílios, além de insumos materiais.

**TABELA 2 - Valores das despesas anuais com a implantação de 1 ha de seringal.**

Ano	Custo anual (R\$)	Valor percentual
0	62,00	2,1
1	800,00	26,7
2	438,00	14,6
3	260,00	8,7
4	290,00	9,7
5	294,00	9,7
6	310,00	10,3
7	273,00	9,1
8	273,00	9,1
Total	3.000,00	100,0

## ALGUNS ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

O consumo "per capita" de borracha no Brasil gira em torno de 3,0 kg, muito inferior a 11,5 kg nos Estados Unidos, ou mesmo 8,5 kg consumidos no Japão. Consequência da expansão industrial que se registra no Brasil, crescem as perspectivas do aumento do consumo nacional de borracha.

O País luta para atingir a auto-suficiência nessa importante matéria-prima que ao contrário da maior parte dos produtos agrícolas, a exemplo do café, laranja, cacau, pimentado-reino, etc, a borracha não está submetida a flutuações acentuadas de preço no mercado internacional. O mecanismo de contingenciamento estabelecido pelo governo dá, ao produtor, tranquilidade de mercado consumidor.

Atualmente, os preços da borracha natural no mercado nacional estão muito bons e ligeiramente superiores ao do mercado internacional (3%). A satisfação dos produtores, principalmente na Região Sudeste, é traduzida pelos constantes depoimentos registrados nos jornais que circulam no meio rural.

A heveicultura traz ainda a vantagem de ser praticada pelo pequeno e médio produtor, passando a seringueira a ser mais uma opção e, junto com outras plantas, devem ser exploradas na propriedade. A seringueira é uma planta plásmica e como tal ajusta-se muito bem a arranjos espaciais possibilitando a fácil consorciação com outros cultivos, temporários e/ou definitivos. Os resultados experimentais no estabelecimento da seringueira em policultivos são muito animadores e o modelo, ajustado mais ao pequeno produtor, além de diminuir os custos de implantação do seringal, proporciona ao pequeno heveicultor, renda subsidiária que o ajudará du-

rante o período de imaturidade do seringal.

No âmbito social, a heveicultura destaca-se, a partir da exploração do seringal, pela absorção uniformemente distribuída de mão-de-obra, ao longo do ano. O seringal, pelo fato de ser sangrado o ano inteiro, deixa de ser uma atividade episódica, a exemplo do que ocorre na colheita de vários cultivos tropicais. A heveicultura elimina a figura do boia fria.

Em virtude da seringueira não exigir esforço físico e sim habilidade na execução da sangria, permite que mulheres e mesmo jovens possam realizar o serviço, transformando a exploração do seringal em atividade familiar, ajustada perfeitamente à condição de pequeno produtor.

Os sistemas de sangria de baixa frequência hoje preconizados nas áreas de escape, proporcionam maior remuneração de vez que nesses sistemas, o seringueiro, individualmente, produz mais borracha obtendo maior ganho, pois parte de sua renda lhe é conferida como premiação pela produção de borracha. Este ganho maior é importante atrativo para fixar o seringueiro ao seringal e é a maneira pela qual os grandes plantadores estão resolvendo o problema de escassez de mão-de-obra nas áreas de escape.

#### LITERATURA CITADA

- ABDUL AZIZ, S.A.K. **Natural rubber strategies and challenges for the 21st. century.** Conferencia apresentada no IRC, KOBE, Japão, 1995.
- JUNQUEIRA, N.T.V.; LIMA, M.I.P.M.; SILVA, M.A.M.; MAGALHÃES, F.E.L. **Isolamento e cultivo do fungo *Sporothrix insectorum* (Hoog & Evans) a ser utilizado para o controle da mosca-de-renda da seringueira.** Manaus: EMBRAPA-CNPDS, 1987, 4p. (EMBRAPA-CNPDS. Comunicado Técnico, 56).
- KIAN, K.K. Regional rainfall pattern and climatic limitations for crops in peninsular Malaysia. **The Planter**, Kuala Lumpur, Malaysia, v.71, n.827, 1995.
- MAIA, F.S. **Fábrica de processamento de borracha natural.** São José do Rio Preto: Bridgestone/Firestone do Brasil, 1995.
- MARTIN, B.M.; ARRUDA, S.T. A produção brasileira da borracha natural: situação atual e perspectivas. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.23, n.90, 1993.
- ORTOLANI, A.A.; ALFONSI, R.R.; PEDRO JUNIOR, M.J.; CAMARGO, M.B.P.; BRUNINI, O. **Aptidão agroclimática para a regionalização da heveicultura no Brasil**, cart preliminar. Campinas: IAC/SUDHEVEA, 1982.
- PINHEIRO, E. **A heveicultura na Amazônia:** problemas e perspectivas. Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. SIMPÓSIO SOBRE PRODUTIVIDADE AGRO-FLORESTAL DA AMAZÔNIA. Belém: FCAP, 1988.
- PINHEIRO, E. **Reducing salb risks:** cultivating rubber in escape areas. Trabalho apresentado no Simpósio International do IRRDB e no Rubber Research Institute of Malaysia, na Malásia, em novembro de 1995.

# POTENCIAL SOCIO-ECONÔMICO DA CULTURA DA PUPUNHA COMO ALTERNATIVA PARA OS CERRADOS

CÉSAR P. TEIXEIRA<sup>1</sup>, JÚLIO C. de A. PAIVA<sup>1</sup> e PAULO A. FRAGA<sup>2</sup>

## POTENCIAL DE MERCADO DO PALMITO

O Brasil é o maior produtor de palmito do mundo, com cerca de 90% da produção consumida internamente (95.000 t) e o restante exportado (16.000 t). Além de maior consumidor, é também o maior exportador, abastecendo 85 % do mercado mundial, que ainda é pequeno (20.000 t por ano). A demanda deste mercado mundial de palmito em conserva e de boa qualidade é superior à oferta atualmente, e é considerado um mercado potencial. Sugere-se uma promoção adequada do produto estrategicamente associada ao turismo.

Os preços praticados recentemente em embalagem de 250 g de peso líquido à CEE foram os seguintes: França 12,00 (Franco), Itália 3,500.00 (Lira) e Alemanha 3.50 (Marco). Segundo dados da CACEX o preço do palmito no mercado internacional está em torno de 22 dólares a caixa de 24 latas de 0,5 kg (220 a 280 g de palmito drenado). A preferência do mercado externo é consumir o palmito cozido em salmoura acidificada ou marinado, e embalado em latas, enquanto a preferência do mercado interno é pelo embalado em vidros. O mercado prefere o palmito processado em porções que facilitem o consumo imediato.

Em todo o mundo 60 países são importadores de palmito, porém alguns de maneira esporádica. Os maiores importadores têm sido os países da Europa (11,3 t em 1993), em especial a França. Esta porém diminuiu suas importações devido à qualidade do palmito na maioria de origem extrativista (açafá), o que dificilmente permite manter a qualidade (Tabela 1). Em contrapartida, o mercado norte-americano tem mostrado uma curva ascendente de importação, e recentemente observou-se uma tendência de importar pal-

mito ao natural ou pré-processado, abrindo novo mercado para exportação do produto e necessidade de desenvolver embalagens próprias e métodos de pré-processamento. Outros mercados também têm crescido, tais como o Japão, Canadá, Reino Unido, Alemanha, Itália, Bélgica, Espanha Dinamarca, Israel e Grécia.

Esses exemplos demonstram que, para garantirmos o mercado, devemos manter a oferta regular e padronizar a qualidade do produto, o que só será possível através do cultivo e da exploração racional de palmeiras produtoras de palmito de boa qualidade.

**TABELA 1 - Participação (%) dos países exportadores de palmito para o mercado francês.**

PAÍS	1989	1991	1994*
Brasil	87,65	42,17	50,4
Costa Rica	7,79	14,35	24,0
Colômbia	1,08	21,63	9,1
Venezuela	1,41	11,30	3,3
Outros	2,07	10,57	13,2

Fonte: EUROSTAT/CINDE

\* Elaborado com cifras de julho/94

## PERSPECTIVAS DA CULTURA NO ECOSISTEMA CERRADOS

A pupunha (*Bactris gasipaes*) é uma planta de clima tropical que se desenvolve bem em regiões de clima quente e

<sup>1</sup> Pesquisador, EMCAPA/EEMF

<sup>2</sup> Técnico de Planejamento, BANDES

úmido, podendo ser cultivada até em condições de altitude elevadas, desde que receba boa insolação e chuvas bem distribuídas. A espécie é nativa do continente americano, estando presente em toda Bacia Amazônica.

O cultivo da pupunha no ecossistema cerrado merece algumas observações:

- Será necessário o uso de irrigação, principalmente nas fases críticas, quando a oferta de água em condições naturais é reduzida.

- Existem sub-regiões do ecossistema cerrados que apresentam melhores condições para o desenvolvimento da cultura (quente e úmida)

- Em algumas microregiões do cerrado, nas quais a água de superfície é mais abundante, talvez seja possível o cultivo

em condições naturais. É importante lembrar que a palmeira pupunha não tolera solos encharcados, nem solos pesados.

- O cultivo racional deverá receber suplemento nutricional, principalmente de nitrogênio e potássio, pois esta palmeira apresenta boa resposta para produção de palmito.

- As consequências do manejo inadequado para superar estas limitações de água/nutrição poderão levar a produção tardia e menor rendimento da cultura.

As pesquisas atualmente estão em fase de andamento, visando à seleção de materiais promissores e ao manejo adequado de perfilhos, espaçamentos, nutrição. E já é possível recomendá-la como alternativa de diversificação agrícola, existindo projetos de cultivo em larga escala no norte do Estado do Espírito Santo.

**TABELA 2 - Coeficientes técnicos para implantação e manutenção de 1,0 ha de pupunha<sup>1</sup>.**

Discriminação	Unidade	Quantidade		
		Anos		
		1º	2º	3º
<b>1. INSUMOS</b>				
Mudas <sup>2</sup> (plantio e replantio)	ud	5.500	-	-
Calcário <sup>3</sup>	kg	1.500	-	2.000
Nitrogênio (N)	kg	100	200	300
Fósforo <sup>4</sup> (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	kg	125	60	125
Potássio <sup>4</sup> (K <sub>2</sub> O)	kg	95	220	330
Esterco de galinha	kg	7.500	-	-
Energia elétrica	kwh	1.500	1.500	1.500
<b>2. SERVIÇOS</b>				
Limpeza de área	d/H	10	-	-
Aração	h/tr	04	-	-
Gradagem	h/tr	02	-	-
Marcação das covas	d/H	08	-	-
Coveamento	d/H	20	-	-
Calagem	d/H	05	-	05
Adubação nas covas	d/H	07	-	-
Plantio e replantio	d/H	16	-	-
Capinas	d/H	07	-	-
Roçagem de entrelinhas	d/H	03	06	06
Adubação de cobertura	d/H	06	07	08
Manejo de touceiras	d/H	-	02	03
Irrigação	d/H	20	20	20
Colheita	d/H	-	09	30

SEAG-ES, 1995.

1) Produtividade esperada = 1.500 kg líquidos de plantio a partir do 3º ano.

2) Considerou-se espaçamento de 2,0 m X 1,0 m = 5.000 plantas/ha.

3) Dosagem média de calcário.

4) Baseada em experiências de propriedades rurais com solos de baixa fertilidade.

Os plantios mais antigos estão com 18 anos de cultivo e estão localizados na Costa Rica, um dos países produtores, junto com a Colômbia, Equador, Venezuela e o Brasil.

Assim como a pupunha, outras palmeiras estão chamando a atenção dos agricultores para a necessidade de uma exploração permanente, podendo observar tentativas de cultivo com o híbrido (*Euterpe oleracea x Euterpe edulis*), guariroba (*Syagrus oleracea*), indaiá (*Atallea dubia*), dentre outras palmeiras, que podem ser alternativas promissoras para o ecossistema cerrado.

Como toda planta em vias de ser cultivada, diversas informações ainda são necessárias, tais como: conhecimentos das condições edafoclimáticas, variabilidade genética e manejo adequado, dentre outras. Portanto, algumas observações podem e devem ser desenvolvidas a nível de produtor para as condições de cerrados:

- Formação de campo de produção de sementes;
- Identificação de possíveis ocorrências de pragas e doenças;
- Avaliação de nutrição e desenvolvimento da pupunheira,
- Definição de espaçamentos, manejo de perfilhos e escalonamento da colheita que permitam o melhor rendimento da cultura.

Outras informações poderão ser obtidas com os técnicos ou produtores pioneiros envolvidos na pesquisa e produção de palmito.

## POSSIBILIDADES DE CULTIVOS IRRIGADOS

Da palmeira pupunha, por ser proveniente da região equatorial, era de se esperar uma grande exigência de pluviosidade anual. Entretanto, de acordo com dados de observação do Instituto Agrônomo de Campinas, pode-se dizer que esta palmeira se desenvolve bem, mesmo sob condições de menor pluviosidade, desde que as chuvas sejam bem distribuídas ao longo dos meses.

Devido ao déficit hídrico, principalmente nos meses de junho, julho e agosto, que ocorre na região norte do estado do Espírito Santo, onde se encontram instalados os projetos pioneiros com destaque para a COIMEX (400 ha) e BETANORTE (100 ha), e devido à necessidade de água para produção do palmito pupunha, faz com que a irrigação seja fundamental para a obtenção de rendimentos satisfatórios.

Os sistemas utilizados nesses projetos são o de aspersão convencional (COIMEX) e o de microaspersão (BETANORTE); e recentemente foi instalado na COIMEX um sistema de pivô-central ao custo de implantação de R\$ 2.800,00/ha, que deverá ser amortizado num período de dois anos, a partir do início da colheita.

Para o sistema de aspersão convencional utilizado no projeto COIMEX, tem sido utilizado uma lâmina de 5mm de água.

## POSSIBILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS PARA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Devido à demanda cada dia maior de alimentos balanceados na alimentação animal, com custos altos, assim como a crescente demanda de algumas matérias-primas para o consumo humano, estimula-se a busca de novas fontes de alimentação de custo razoável.

Da palmeira pupunha é possível obter até 40 t/ha de frutos de onde se tem obtido matéria-prima como fonte energética em dietas para aves, apresentando excelente valores nutricionais de ácidos graxos essenciais e um valor calórico médio em termos de energia metabolizável de 3.500 kcal/kg. Pesquisas conduzidas na Universidade de Costa Rica com frangos para engorda, com galinhas poedeiras e suínos, permitiram observar, em diferentes experimentos que é possível substituir total ou parcialmente o componente calórico da dieta (milho - sorgo) por farinha de pupunha.

Outro subproduto importante são as bainhas foliares da palmeira pupunha, pois se produzem aproximadamente 15,0 t/ha/ano de palmito de onde é extraído 2,7 t para processamento, gerando 12,3 t de subproduto ou seja 82% que podem ser utilizados como forrageira na alimentação de bovinos. Também é possível utilizar a folha como forrageira que apresenta teores elevados de proteína para o padrão tropical (16%), e pode ser útil principalmente para a criação de gado leiteiro. É importante observar que o subproduto deve ser proveniente de palmeiras sem espinhos.

## LITERATURA CITADA

- BOVI, M.L.A. **Palmito Pupunha**: informações básicas para o cultivo. Campinas, 1995. 10p.
- COIMEX AGRÍCOLA S/A. **Dados sobre o plantio de palmito pupunha**. Vitória, 1993. 13p.
- DADALTO, G.G.; BARBOSA, C.A.; COSTA, E.B. **Coefficientes técnicos para o custeio de produtos agrícolas no Estado do Espírito Santo** (1ª aproximação). Vitória: SEAG-ES, 1995. 32p.
- EMBRAPA. **Encontro Nacional de Pesquisadores de Palmito**. Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1987. 295p.
- LOPES, A.S. **Solos sob "Cerrado"** - características, propriedades e manejo. Piracicaba, SP: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1984. 162p.
- MORA-URPÍ, J.; SOTT, L.; MURILLO, M.; PATIÑO, V.M. **Congresso Internacional Sobre Biologia, Agronomia e Industrialización del Pijuayo 4**. San José, Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica, 1993. 492p.
- SEAG, EMCAPA, EMATER, ITCF; BANDES. **Proposta de programa de desenvolvimento da cultura de palmáceas produtoras de palmito no Espírito Santo**. 1990. 58p. (mimeografado).
- UNIVERSIDADE DE COSTA RICA. **Cultivo de pejobaye para palmito**. San José, Costa Rica, 1995. 140p.

**Pôsteres/*Posters***

**Recursos Naturais**  
***Natural Resources***

# ESTIMATIVA PRELIMINAR DO NÚMERO DE TÉRMITAS NOS CERRADOS

ANTHONY RAW<sup>1</sup>

## RESUMO

Estimativas são fornecidas sobre o número de termiteiros e de colônias de térmitas em áreas do Distrito Federal e na região inteira dos Cerrados brasileiros. A densidade dos termiteiros foi medida em seis tipos de vegetação, em 18 localidades que se estenderam de 46° 20' a 57° 15' W e de 14° 30' a 21° 30' S, as quais são consideradas representativas do ecossistema dos Cerrados. As densidades das colônias aumentaram do campo úmido à mata de galeria e, aparentemente, este aumento está diretamente relacionado com a biomassa vegetal presente. A densidade dos termiteiros expostos aumentou do campo úmido ao cerrado *stricto sensu*.

O número menor de ninhos expostos no cerradão, na mata seca e na mata de galeria pode ser explicado pelo número maior de colônias subterrâneas e das que vivem nesses habitats dentro da madeira. Embora sendo poucas as amostras, os dados foram utilizados para fazer a primeira estimativa do número total de colônias na região inteira. Um total de 68,64 bilhões de colônias de térmitas é estimado para a região dos Cerrados (de 2 bilhões de km<sup>2</sup>), que faz, em média, 34 320 colônias/km<sup>2</sup>.

**Palavras-chave:** Termiteira, *Cornitermes cumulans*, *Armitermes euamignathus*

## ABSTRACT

### First estimated of the number of termitaria in the "Cerrados"

Estimates are given of the numbers of termitaria and termite colonies in areas of the Federal District and in the entire region of the Brazilian Cerrados. Densities of termitaria were measured in six vegetation types at 18 localities which ranged from 46° 20' to 57° 15' W and from 14° 30' to 21° 30' S and are considered to be representative of the cerrado ecosystem. Densities of colonies increased from wet campo to gallery forest and apparently are directly related to the amount of plant biomass present. Densities of exposed termitaria increased from wet campo to cerrado *sensu stricto*

and the smaller numbers of exposed nests in dry forest and gallery forest were explained by the greater numbers of underground colonies and those inside wood in the latter habitats. Although few samples were taken the data were used to make the first estimate of the total number of colonies in the entire region. A total of 68.640 billion colonies of termites was estimated for the entire region (of 2 million km<sup>2</sup>) giving a mean of 34,320 colonies/km<sup>2</sup>.

**Additional index words:** *Cornitermes cumulans*, *Armitermes euamignathus*, savanna.

## INTRODUÇÃO

As térmitas são muito comuns na região dos Cerrados. Das 486 espécies de térmitas nas Américas, um quarto delas

(120) encontra-se na região dos Cerrados (Araujo, 1977). Os termiteiros de certas espécies são muito conspicuos (Mathews, 1977; Coles de Negret & Redford, 1982). Por exemplo, os grandes ninhos da forma cônica de *Cornitermes*

<sup>1</sup> Universidade de Brasília, Departamento de Zoologia, Brasília, DF 70910-000, Brasil.

*cumulans*, os de *C. bequaerti* com grandes buracos e os de *Nasutitermes coxipoensis* na forma de coral-“cérebro” são típicos das áreas abertas, como os campos naturais e pastos de gado. Os ninhos de *Constrictotermes cyphergaster* e os das duas espécies de *Microcerotermes* são afixados nas árvores dos Cerrados. No campo cerrado e no cerradão, encontram-se ninhos de *Armitermes euamignathus* decorados com pequenas torres, construídas para facilitar a saída dos alados. Os termiteiros de *Syntermes dirus* são largos e baixos, e os de *Procornitermes araujo* são um pouco menores. Na mata de galeria, os ninhos mais fáceis de encontrar são os arbóreos de *Nasutitermes ephratae*.

No entanto, na sua maioria, as espécies de térmitas são inquilinas, subterrâneas ou vivem em colônias dentro da madeira, que lhes fornece alimentação. Como essas espécies não constroem cupinzeiros expostos, suas colônias são mais difíceis de encontrar. Por exemplo, as colônias de certas espécies, como *Syntermes molestus* e *Planicapritermes planiceps* são totalmente subterrâneas. *S. molestus* é percebido apenas quando operárias e soldados saem para forragear; enquanto *P. planiceps* vem à superfície somente uma vez por ano, quando os alados saem. De forma semelhante, várias espécies são inquilinas, pois vivem dentro dos termiteiros que outras espécies constroem. Este grupo inclui espécies de *Cavitermes*, *Heterotermes*, *Rhynchotermes*, *Spinitermes* e *Termes*, que invadem os ninhos de várias outras espécies. Parece que algumas espécies são mais generalistas e colonizam os termiteiros de várias espécies. Porém, outras são mais específicas e as duas espécies de *Inquilinitermes* da região ocupam somente os cupinzeiros maiores de *Constrictotermes cyphergaster*. As vezes, mais de uma espécie consegue invadir um cupinzeiro. O maior número de colônias já registrado em um único cupinzeiro é de 13, pertencentes a gêneros diferentes, observado em um cupinzeiro de *Procornitermes araujo* (Egler, 1984). A nomenclatura seguida neste trabalho é de Araujo (1977) e Mathews (1977).

Apesar de serem tão comuns nos Cerrados do Brasil-Central, estimativas nunca foram feitas sobre o número de térmitas na região até agora. Aqui, são estimados os números de colônias no Distrito Federal tenta-se estimar o número de toda a região dos Cerrados. Porém, nesta investigação, não foi possível calcular a biomassa total dos térmitas presentes na região dos Cerrados, porque o número de indivíduos por colônia varia muito entre as espécies.

## MATERIAL E MÉTODOS

No Distrito Federal, dados sobre as densidades dos termiteiros e das colônias foram coletados em quatro locais (Tabela 1). As densidades somente dos termiteiros foram registradas em mais quatro locais (Tabela 2). O Distrito Federal foi escolhido como componente mais detalhado da in-

vestigação, porque é a parte da região dos Cerrados considerada mais antiga e mais típica do bioma.

As densidades de termiteiros foram registradas em mais 11 locais de estados vizinhos (Tabela 2), dando um total de 19 locais estudados na região dos Cerrados. A distribuição geográfica da amostragem total é considerada adequada para as estimativas porque cobre uma grande parte da área dos Cerrados, de 46° 20' a 57° 15' W e de 14° 30' a 21° 30' S.

Das 120 espécies que ocorrem na região dos Cerrados, 26 (22 %) foram encontradas durante a investigação. Elas são típicas e incluem tanto espécies que constroem seus cupinzeiros no chão ou em árvores, como também as inquilinas, subterrâneas e as que vivem em madeira. Foram incluídas também espécies que produzem soldados com defesa mecânica e química.

Sete tipos de vegetação são reconhecidos na região: os cinco citados por Eiten (1972) e mais dois tipos (campo úmido e mata sempre-verde). A mata sempre-verde inclui a mata de galeria e outras florestas compostas principalmente de árvores não-caducifólias. Neste trabalho, as matas secas e semidecíduas estão incluídas na categoria de “cerradão e mata sazonal”. Para as térmitas e outros animais (e, talvez, para a flora) os murundús compem-se de uma mistura de pontos elevados de campo sujo ou de campo cerrado, espalhados em áreas de campo úmido. Estas categorias foram escolhidas porque estão relacionadas com as distribuições espaciais das térmitas, porém, é possível que alguns biólogos preferiram outras divisões. Por exemplo, existe a questão do uso de divisões baseadas nas categorias fisionômicas de tipos de vegetação (G. Eiten, com. pess). Desses sete tipos de vegetação, oito amostras foram feitas em campo úmido, 10 em campo limpo, 15 em campo sujo, 10 em campo cerrado, 11 em cerrado *stricto sensu*, 4 em cerradão e 9 em mata sempre-verde.

Apesar de serem úteis, parece que não existem informações sobre as proporções dos vários tipos de vegetação que compoem os Cerrados. Então, as porcentagens de cada um dos sete tipos apresentadas (Tabela 3) são estimativas provisórias do autor. Esses números são sugeridos para se poder calcular estimativas dos números de térmitas na região. Espera-se que sua inclusão aqui estimule outros biólogos a tentarem melhorar estas estimativas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas foram calculadas utilizando as densidades aproximadas nas seis categorias de vegetação mais comuns na região dos Cerrados. Embora preliminares, são as únicas que existem. São consideradas conservadoras, principalmente porque é difícil encontrar todas as colônias subterrâneas de uma área. Portanto, é possível que algumas dessas colônias não tenham sido encontradas. Outro aspecto que

poderia ter influenciado os cálculos é o fato de as distribuições espaciais, de várias das espécies que constroem cupinzeiros, serem agrupadas (Raw, em prep.).

**TABELA 1 - Os quatro locais nos Cerrados do Distrito Federal, onde densidades de termiteiros e de colônias foram registradas em sete tipos de vegetação.**

Local	Tipo de vegetação
Cidade de Brasília	S, A, C
Fazenda Água Limpa	U, L, S, A, C, D, G
Cabeça de Veado	L, S, A, C, G
Fercal	S, C, D

U = campo úmido; L = campo limpo; S = campo sujo; A = campo cerrado; C = cerrado *sensu stricto*; D = cerradão e mata seca; G = mata de galeria e mata úmida.

O cerrado *stricto sensu* é considerado o tipo de vegetação mais comum na região, com estimativa de 35 % da área total, e os cálculos revelaram que é aí que ocorre a grande maioria das colônias das térmitas, com quase 47 % do total.

A densidade (número por hectare) dos termiteiros variou entre os vários tipos de vegetação e aumentou progressivamente do campo úmido para campo limpo, para campo sujo, até o campo cerrado; um aumento de 33 X (de 35/ ha até 160/ ha) (Tabela 3). Também, a densidade das colônias variou significativamente (de 40/ ha a 700/ ha, ou 17.5 X) nos seis tipos de vegetação ( $P < 0.05$ ,  $gl = 5$ ). Parece que esta densidade está relacionada diretamente com a quantidade de material vegetal em cada tipo de vegetação, porém, não existem dados adequados para fazer as comparações necessárias. Os menores números de cupinzeiros expostos no cerradão e na mata de galeria devem-se ao fato de que nesses locais muitas colônias são subterrâneas ou dentro da madeira.

Apesar de serem poucos, os dados foram utilizados para calcular a densidade total das colônias na região inteira dos Cerrados, com base nos números encontrados por hectare no Distrito Federal, e nos números de cupinzeiros de todas as localidades amostradas. Como foi explicado acima, utilizaram-se estimativas preliminares do autor referentes às áreas de cada um dos sete tipos de vegetação. Os dados indicam um total estimado de 68,64 bilhões de colônias de térmitas para a região inteira, que cobre cerca de 2 milhões de  $km^2$  (Tabela 2), perfazendo uma média de 34.320 colônias/  $km^2$ .

A justificativa para apresentar esta estimativa baseada em poucos dados está no seu resultado que, mostra, serem as térmitas os animais mais abundantes no Brasil-Central. Baseado nos seus grandes números e no fato de que as térmitas

compõem o grupo principal de herbívoros dos Cerrados, sua importância no funcionamento do ecossistema é claramente demonstrada. Apesar de seus pequenos tamanhos, a biomassa total desses animais na região é enorme e as térmitas formam ligações importantes nas cadeias alimentares dos Cerrados (Redford, 1984; Redford & Dorea, 1984).

**TABELA 2 - Os 15 locais na região dos Cerrados onde densidades de termiteiros foram registradas em sete tipos de vegetação.**

Local	Tipo de vegetação
<u>Distrito Federal</u>	
Sobradinho	L, S, A, C
Planaltina	S, A, G
Brazlândia	L, S, A
Rio Bartolomeu	C, G
<u>Goiás</u>	
Formosa	S, C, G
Jataí	U, L, S, A, G
Pirenópolis	U, L, S, A
Anápolis	U, L, S, A
<u>Mato Grosso</u>	
Nova Olímpia	U, L, S, A, C, G
Chapada dos Guimarães	U, L, S, C
Barra do Garças	U, L, C, D, G
Nova Xavantina	C, D
<u>Minas Gerais</u>	
Paracatu	S, A, C
João Pinheiro	S, C, D
Araxá	U, L, S, A

Ver Tabela 1 para a lista das abreviações.

## AGRADECIMENTOS

Durante as últimas duas décadas, várias turmas de alunos de pós-graduação do Curso de Ecologia da Universidade de Brasília ajudaram na coleta dos dados sobre a densidade dos termiteiros e das colônias dos cupins nos Cerrados ao redor de Brasília. Na impossibilidade de citar todos os nomes, registre-se agradecimentos aos alunos da UnB, que colaboraram com este trabalho. Agradecimento especial é devido à Dra. Helen Coles-Negrett do PNUD/ Banco Interamericano de Desenvolvimento, Quito, Equador, que apoiou os primeiros estudos; ao Dr. Vitor O. Becker e Dr. Felipe Ribeiro do CPAC-EMBRAPA, Planaltina-DF e ao Dr. John D. Hay do Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, que ofereceram críticas construtivas manuscrito.

**TABELA 3 - Estimativas dos números e porcentagens de colônias de térmitas nos seis tipos principais de vegetação dos Cerrados do Brasil; uma área total de c. 2.000.000 km<sup>2</sup> (baseadas nos números levantados nos maiores tipos de vegetação.)**

	Territórios		Área		Número de colônias (X 10 <sup>6</sup> )	Porcentagem de colônias no tipo de vegetação
	(ou ha)	ha	10 <sup>3</sup> km <sup>2</sup>	(%)		
Campo úmido	35	40	60 000	(3)	240 000 000	0,3
Campo limpo	125	140	200 000	(10)	2 800 000 000	4,1
Campo sujo	155	200	400 000	(20)	8 000 000 000	11,7
Campo cerrado	160	320	500 000	(25)	16 000 000 000	23,3
Cerrado <i>sensu stricto</i>	170	460	700 000	(35)	32 200 000 000	46,9
Cerradão e mata sazonal	90	600	40 000	(2)	2 400 000 000	3,5
Mata sempre-verde	50	700	100 000	(5)	7 000 000 000	10,2
Total dos Cerrados			2 000 000		68 640 000 000	

### LITERATURA CITADA

ARAÚJO, R.L. **Catálogo dos isoptera do Novo Mundo.** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1977. 92 p.

COLES DE NEGRET, H.R.; REDFORD, K.H. The biology of nine termite species (Termitidae: Isoptera) from the cerrado of central Brazil. **Psyche**, v.89, p.81-106, 1982.

EGLER, I. Importância dos cupinzeiros de *Procornitermes araujoii* (Isoptera, Termitidae) na ciclagem de nutrientes em um Cerrado de Brasília. Brasília: Universidade de Brasília, 1984. Tese não-publicada.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, v.38, p.201-341, 1972.

MATHEWS, A.G.A. **Studies on termites from the Mato Grosso State, Brazil.** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1977. 267 p.

RAW, A. Dispersions of mound-building termite colonies in cerrado vegetation around Brasilia. (12 pp).

REDFORD, K.H. The termitaria of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae) and their role in determining a potential keystone species. **Biotropica**, v.16, p.112-119, 1984.

REDFORD, K.H.; J.G. DOREA. The nutritional value of invertebrates with emphasis on ants and termites as food for mammals. **Journal of Zoology**, London, v.203, p.385-395, 1984.

# ESTUDOS ETNOBOTÂNICOS DE ESPÉCIES MEDICINAIS DE USO POPULAR NO CERRADO

ROBERTO F. VIEIRA<sup>1</sup> e MARCUS V. de M. MARTINS<sup>2</sup>

## RESUMO

O Cerrado é rico em espécies potencialmente medicinais, muitas desconhecidas do ponto de vista científico. O avanço da fronteira agrícola e o extrativismo descontrolado têm contribuído para a redução gradativa das áreas de ocorrência de diversas espécies potenciais deste bioma. O levantamento etnobotânico permite o resgate do conhecimento popular, subsidiando pesquisas em áreas afins,

ao mesmo tempo que contribui para priorizar espécies para fins de conservação. Neste trabalho foram identificadas 29 espécies vegetais, englobando 21 famílias relacionadas como medicinais, nos municípios de Correntina (Bahia) e Jataí (Goiás).

**Palavras-chave:** Etnobotânica, plantas medicinais, recursos genéticos, meio ambiente, Brasil.

## ABSTRACT

### Ethnobotanic study of medicinal species of popular use in the brazilian "Cerrado"

The Brazilian Savanna is rich in plants species which are potentially medicinal most of them unstudied by science. The increase of agricultural areas plus uncontrolled extractivist action are gradually reducing the natural areas where such medicinal species occur. Ethnobotany studies can rescue folk knowledge and contribute to the definition of strategies for

germplasm conservation. This paper reports 29 medicinal species belonging to 21 botanic families which were collected at Correntina-State of Bahia and Jataí Goiás State.

**Additional index words:** Brazilian Savanna, ethnobotany, medicinal plants, genetic resources, environment.

## INTRODUÇÃO

Estimativas da Organização Mundial de Saúde (OMS) relatam que cerca de 80% da população dos países em desenvolvimento fazem uso de algum tipo de medicina tradicional para cuidados básicos de saúde. Segundo Farnsworth & Soerjato (1985), das 119 substâncias químicas extraídas de

plantas e usadas na medicina, 74% foram descobertas através do conhecimento popular.

O bioma Cerrado é bastante rico em espécies medicinais, em função de suas características morfológicas, com xilopódios e cascas que acumulam reservas e com frequência possuem substâncias farmacologicamente ativas. A partir do conhecimento empírico tradicional destes vegetais,

<sup>1</sup> EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia, SAIN - Parque Rural, Brasília, DF 70770-900, Brasil. E-mail: rvieira@vm.cc.purdue.edu

<sup>2</sup> Bolsista CAPES, SAIN - Parque Rural, Brasília, DF 70770-900, Brasil. E-mail: marcus@cenargen.embrapa.br

**TABELA 1 - Relação das espécies vegetais, utilizadas na medicina popular do Cerrado, coletadas nos municípios de Correntina (BA) e Jataí (GO). Legenda: parte aérea: folhas e talos. estrutura subterrânea: raízes, xilopódio ou tubérculos, de acordo com a espécie.**

Nome Científico	Nome popular	Uso medicinal	Parte utilizada	Município
<b>Alismataceae</b>				
<i>Echinodorus sp.</i>	chapéu de couro	diurética	parte aérea	Jataí
<b>Annonaceae</b>				
<i>Duguetia furfuracea</i> (St. Hil) Benth. & Hook	sofre dos rins quem quer	diurética	folhas	Jataí
<b>Apocynaceae</b>				
<i>Mandevilla velutina</i> K. Schum. <i>Macrosiphonia velame</i> (Muell.) Arg.	infallível velame branco	depurativa do sangue depurativa do sangue	estrutura subterrânea estrutura subterrânea	Correntina Jataí e Correntina
<b>Aristolochiaceae</b>				
<i>Aristolochia sp.</i>	milomem	abortiva	estrutura subterrânea	Jataí e Correntina
<b>Asteraceae</b>				
<i>Lychnophora spp.</i>	arnica	anti-inflamatória	parte aérea	Jataí
<b>Bignoniaceae</b>				
<i>Anemopaegma arvense</i> (Vell.) Stellfeld ex. de Souza	catuaba	afrodisíaca	estrutura subterrânea	Jataí e Correntina
<b>Cyperaceae</b>				
<i>Scleria sp.</i>	capim budinho	afrodisíaca	estrutura subterrânea	Correntina
<b>Cochlospermaceae</b>				
<i>Cochlospermum regium</i> Pilger.	algodãozinho	depurativa do sangue	estrutura subterrânea	Jataí e Correntina
<b>Euphorbiaceae</b>				
<i>Jatropha elliptica</i> (Pohl.) Bail.	batata de tiú	anti-oftídica	estrutura subterrânea	Jataí e Correntina
<b>Flacourtiaceae</b>				
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	erva de lagarto	depurativa do sangue	folhas	Jataí
<b>Leguminosae</b>				
<i>Bauhinia sp.</i> <i>Copaifera langsdorfii</i> Desf.	unha de boi pau d'óleo	contra diabete contra problemas respiratórios	folhas resina do caule	Jataí Jataí e Correntina
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth. <i>Hymenaea sp.</i>	faveiro jatobá	cicatrizante contra bronquite	casca do caule resina do fruto	Jataí e Correntina Jataí e Correntina
<i>Parkia pendula</i> Benth. ex. Walp. <i>Pterodon emarginatus</i> Vog.	sabiú sucupira	cicatrizante contra problemas respiratórios	casca do caule frutos	Correntina Jataí e Correntina
<i>Stryphodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	barbatimão	cicatrizante	casca do caule	Jataí e Correntina
<b>Loganiaceae</b>				
<i>Strychnos pseudoquina</i> A. St. Hil.	quina	contra problemas gástricos	folhas	Jataí
<b>Moraceae</b>				
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trec.	mamacadela	depurativa do sangue, combate o vitiligo	estrutura subterrânea	Jataí e Correntina
<i>Dorstenia spp.</i>	carapiá	anti-térmica	estrutura subterrânea	Jataí
<b>Myrtaceae</b>				
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	cagaita	laxante	folhas	Correntina
<b>Olaceae</b>				
<i>Ximenesia sp.</i>	embumaroto	diurética	estrutura subterrânea	Correntina
<b>Rubiaceae</b>				
<i>Palicourea coriacea</i> Schum.	douradinha	diurética	parte aérea	Jataí
<b>Sapindaceae</b>				
<i>Magonia pubescens</i> St. Hil.	tingui	contra piolho	sementes	Jataí
<b>Sterculiaceae</b>				
<i>Helicteris brevispira</i> St. Hil.	rosquinha	cicatrizante	estrutura subterrânea	Jataí
<b>Ulmaceae</b>				
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	mutamba	cicatrizante	casca do caule	Jataí e Correntina
<b>Vochysiaceae</b>				
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	pau terra	contra problemas gástricos	casca do caule	Jataí e Correntina
<b>Zingiberaceae</b>				
<i>Costus sp.</i>	cana de macaco	diurética	parte aérea	Jataí

descobertas benéficas à medicina têm sido feitas. Os frutos verdes de *Dimorphandra mollis* e *Dimorphandra gárdneriana* são fontes de rutina, um poderoso abortivo. Em *Brosimum gaudichaudii* encontram-se bergapteno e psoraleno, duas furanocumarinas utilizadas no

tratamento do vitiligo (Pozetti & Bernardi, 1971). Mors *et al.* (1966) detectaram uma ação profilática do óleo dos frutos de *Pterodon emarginatus* no combate à infecção de cercárias de *Schistosoma mansoni*.

A viabilidade do potencial econômico e medicinal das espécies vegetais provenientes do Cerrado passa, em primeiro plano, pelo processo de levantamento, resgate de informações e identificação das espécies existentes e sua disponibilidade para a pesquisa.

Este trabalho objetiva relacionar as espécies vegetais utilizadas na medicina popular do bioma Cerrado, associando-as com informações sobre uso e modo de preparo destes vegetais, subsidiando pesquisas em áreas afins, como a química e a farmacologia.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas duas expedições de coleta ao município de Jataí, em Goiás, e cinco expedições à Correntina, na Bahia. A metodologia adotada constou de entrevistas aos receitadores locais (raizeiros, curandeiros, etc.), que detêm idoneidade no seu trabalho, através de um questionário com as seguintes informações: espécie, família, nome(s) popular(es); uso da planta (indicação terapêutica), parte usada e forma de uso (chá, banho, compressa, etc.). Cada receitador foi convidado a ir ao campo, onde anotou-se a informação sobre o uso medicinal das espécies e coletou-se o respectivo material botânico ("voucher"). Na caderneta de coleta de campo são registradas informações botânicas específicas de cada espécie, associando-as às anotações do questionário através do número do coletor. O material botânico coletado está depositado no herbário CENARGEN (CEN) e as duplicatas foram enviadas a taxonomistas especialistas em cada família. As amostras do germoplasma (mudas) coletado receberam o mesmo número de coleta e foram plantadas em uma coleção de plantas medicinais do Cerrado, instalada no Jardim Botânico de Brasília (JBB).

## RESULTADOS

Os resultados deste trabalho são apresentados na Tabela I, onde estão descritas as espécies vegetais relacionadas no levantamento etnobotânico, ordenadas por família botânica, com os respectivos nomes científico e popular, além do uso

medicinal, bem como a parte do vegetal utilizada para o preparo dos medicamentos e o município em que foi obtida a informação.

Foram relacionadas, até o momento, 29 espécies vegetais, englobando 21 famílias botânicas.

As espécies com uso medicinal comum nos municípios de Jataí e Correntina foram as seguintes: *Macrosiphonia velame*, *Aristolochia* spp., *Anemopaegma arvense*, *Cochlospermum regium*, *Jatropha elliptica*, *Copaifera langsdorfii*, *Dimorphandra mollis*, *Hymenaea* spp., *Pterodon emarginatus*, *Stryphnodendron adstringens*, *Brosimum gaudichaudii*, *Guazuma ulmifolia*, *Qualea grandiflora* Mart.

## CONCLUSÃO

A utilidade medicinal, bem como o nome popular do vegetal, variam de acordo com a região.

As informações obtidas em Correntina foram de grande valia, pois enriqueceram ainda mais os dados referentes ao uso popular de plantas medicinais, bem como permitiram comparar o uso de uma determinada planta em duas regiões distintas. Correntina é uma região que, devido ao difícil acesso e afastamento dos grandes centros, apresenta-se rica em informações sobre o uso popular de plantas.

A região de Jataí é uma importante área agrícola para o país, sendo tradicional no uso popular de plantas medicinais. Considerando o avanço da fronteira agrícola como um fator de erosão genética, os resultados obtidos até o presente reforçam a necessidade de estudos mais aprofundados nesta região, destacando a sua riqueza em espécies de uso medicinal, ameaçada pelo alto grau de devastação promovido pela agropecuária.

## LITERATURA CITADA

- FARSNWORTH, N.R.; SOERJATO, D.D. Potencial consequence of plant extinction in the United States on the current and future availability of prescription drugs. *Economic Botany*, v.39, p.231-240, 1985.
- MORS, W.B.; PELLEGRINO, J.; SANTOS FILHO, M.F.dos. Ação profilática do óleo dos frutos de sucupira-branca (*Pterodon pubescens* Benth.), contra a infecção pelo *Schistosoma mansoni*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.38, p.325-330, 1966. Suplemento.
- POZETTI, G. L.; BERNARDI, A. C. Contribuição ao estudo químico de *Brosimum gaudichaudii* Trec. *Revista da Faculdade de Farmácia e Odontologia de Araraquara*, v.5, n.2, p.189-193, 1971.

# AVANÇO DA SOJICULTURA SOBRE CAMPOS ÚMIDOS EM ÁREA DE CHAPADA NO TRIÂNGULO MINEIRO

MARILENA O. SCHNEIDER<sup>1</sup>

## RESUMO

As áreas de chapada, no domínio do Cerrado brasileiro, vêm sendo ocupadas por extensas plantações de soja e milho, desde o início da década de 80, num sistema de produção caracterizado por intensa mecanização e uso de insumos químicos. Na região do Triângulo Mineiro, a topografia plana dessas chapadas sobre terrenos sedimentares, aliada à grande ocorrência de argila junto aos eixos de drenagem, favorece a ocorrência de extensos campos hidromórficos nas cabeceiras e ao longo dos córregos em vales amplos e rasos. Esses campos úmidos sobre solos altamente argilosos, responsáveis pelo armazenamento de água durante a estação chuvosa e alimentação da rede de drenagem durante a estação seca, vêm sendo

sistematicamente incorporados à área produtiva de grãos, após serem drenados e ressecados por rebaixamento do nível de saturação. Esse processo foi mapeado na área da bacia hidrográfica do Uberabinha, nos municípios de Uberlândia e Uberaba, através de fotografias aéreas e imagens de satélite TM Landsat. Pela sobreposição dos mapas de uso do solo referentes aos anos de 1964 e 1994, por computador, verificou-se que de um total de 29072 ha de campos úmidos existentes em 1964, aproximadamente 6.244 ha estão hoje efetivamente ressecados e incorporados à área de sojicultura.

**Palavras-chave:** Degradação de recursos hídricos, campos úmidos de cerrado, soja.

## ABSTRACT

### The soybean cultivation toward the swamp areas of the Triângulo Mineiro plateau "Cerrado"

The flatlands of the plateau areas in the Cerrado region are being occupied by grain production since the beginning of the 80's, under a very intensive mechanization and high input of chemical pesticides. In the plateau areas of the Triangulo Mineiro region, due to the topographic and geological conditions, most of the watersprings and shallow valleys are formed by wet grassland. These natural swamp areas that occur on clay soils are very important for the water supply during the dry season and are responsible for the maintenance of the main river basins. In

this study of the Uberabinha river, a typical plateau river basin located in Uberlândia and Uberaba, the agricultural land use was mapped for 1964 and for 1994. The measurement and comparison, by computer, of the areas occupied by natural grassland showed that from 29072 ha of swamp areas that existed in 1964, 6.244 ha have been effectively drained and incorporated to the soybean production fields.

**Additional index words:** Savanna, drainage of swamp areas, water resources soybean crop.

## INTRODUÇÃO

A área drenada pela bacia hidrográfica do rio Uberabinha, em sua porção à montante da área urbana de

Uberlândia, MG, é hoje o único sistema de mananciais capaz de atender ao abastecimento urbano de uma população de aproximadamente 500.000 habitantes, considerando-se os aspectos de vazão, qualidade da água,

<sup>1</sup> Professora, Universidade Federal de Uberlândia, Departamento de Geografia, Uberlândia, MG 38400-900, Brasil. e-mail: mschneid@brufu.br

proximidade e condições econômicas de aproveitamento.

A bacia do rio Uberabinha abrange partes dos municípios de Uberaba e Uberlândia, na região do Triângulo Mineiro, sendo que a área de estudo se restringe a aproximadamente 1.286 km<sup>2</sup> que se estendem em uma típica área de chapada do Domínio do Cerrado (Ab'Saber, 1977), em altitudes entre 950 e 1.050 metros. Essa chapada, formada por rochas sedimentares do Grupo Bauru, especialmente pela Formação Marília, que aí ocorre sobre rochas basálticas da formação Serra Geral, do período Mesozóico (Nishiyama, 1989), caracteriza-se por topos planos, amplos e largos, com baixa densidade de drenagem e vertentes com declividade entre 3 e 5 graus (Baccaro, 1991). As cabeceiras de drenagem e os vales são amplos e rasos, em solos extremamente argilosos, em geral com mais de 80% de argila (EMBRAPA/EPAMIG, 1982), onde a cobertura vegetal natural é constituída por campos hidromórficos compostos por espécies de gramíneas e ciperáceas.

Essa área de chapada vem passando por rápidas transformações quanto à utilização agrícola do seu solo. Da pecuária extensiva, que até a década de 60 se desenvolvia em pastagens naturais de campo cerrado e campos úmidos, passou, na década de 70, pela implantação de extensas florestas homogêneas de pinus e eucalipto (Schneider, 1982). A partir do início da década de 80, assim com a maior parte dos chapadões no domínio do Cerrado brasileiro, essa área vem sendo ocupada por extensas plantações de soja e milho, cultivados especialmente por gaúchos e paranaenses, arrendatários ou proprietários novos das terras, num sistema de produção caracterizado por intensa mecanização e utilização de insumos químicos.

O objetivo deste trabalho foi mapear e analisar as mudanças ocorridas no uso agrícola do solo na área da bacia do Uberabinha, nos últimos trinta anos (1964 a 1994), identificando e quantificando as transformações ocorridas nas áreas de campos úmidos, responsáveis pelos mananciais desse sistema hídrico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O mapeamento do uso do solo referente ao ano de 1964 foi realizado na escala de 1:60 000, a partir de fotografias aéreas pancromáticas pertencentes à EMATER, MG. O mapa referente a 1994 foi feito na escala 1:100 000 por interpretação visual da imagem de satélite TM/Landsat 221 073E, bandas 2B-4G-5R de 19/07/92, seguida de detalhada verificação e atualização no campo.

Os mapas foram digitalizados manualmente em mesa digitalizadora e as áreas foram mensuradas e superpostas através do Sistema de Informação Geográfica "GRASS" (Geographic Resources Analysis Support System), do De-

partamento de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia.

## RESULTADOS

O mapeamento do uso do solo, relativo a 1964, mostrou que a área de estudo tinha ainda 73,24% de suas terras cobertas por cerrado e campo cerrado (Coutinho, 1978) e 22,6% por campos hidromórficos que, somados às manchas esparsas de mata (1,95% da área), perfaziam um total de 97,79%, ou o equivalente a 128,314 ha de vegetação nativa, dos 128,631 ha da área estudada. Até a década de 60, essas terras eram consideradas apropriadas apenas para a criação extensiva de gado, em que o manejo se resumia a queimadas periódicas para renovação das gramíneas e, conseqüentemente, da pastagem natural. As áreas hidromórficas eram submetidas a semelhante tipo de manejo e, na estação seca, serviam de pastagem para o gado trazido de áreas de cerrado, onde as gramíneas estavam em processo de queimada e recuperação.

Na década de 80, Uberaba e Uberlândia implantaram seus programas municipais de Bolsa de Arrendamento de Terras, o que propiciou a instalação, especialmente nas áreas de chapada, de várias famílias de agricultores vindas das áreas atingidas pelo reservatório da Usina Hidrelétrica de Itaipu, no sul do país. Com a chegada dos "sulistas", como passaram a ser conhecidos na região do Triângulo Mineiro, veio definitivamente a "modernização" agrícola (Gusmão, 1984) nas áreas de chapada. Os arrendatários trouxeram o maquinário necessário à prática da agricultura comercial de produção de grãos em grande escala, num sistema de rotação soja/milho, mas com claro predomínio da soja. O fato de ser uma prática agrícola intensiva e mecanizada propiciou a integração no sistema produtivo dos campos hidromórficos, até então improdutivos, ressecando-os e tornando-os cultiváveis, aumentando assim a área útil das terras arrendadas.

O mapa relativo ao ano agrícola 1993-1994 mostrou que 45,9% da área de estudo estava tomada por culturas anuais, com o amplo predomínio da soja. Na sobreposição dos mapas referentes ao uso do solo nos anos de 1964 e 1994, verificou-se uma expressiva diminuição na área dos campos hidromórficos. De um total aproximado de 29 072 ha em 1964, os campos úmidos, em que estavam incluídos os campos de várzea, as veredas e os campos de murundus, passaram a ocupar apenas 22,828 ha em 1994, indicando uma diminuição de 6,244 ha de áreas úmidas de cabeceiras e fundos de vale, que efetivamente foram ressecadas e incorporadas à área de produção agrícola.

## CONCLUSÕES

O alto grau de mecanização dos produtores rurais, a não

adequação das leis de proteção ambiental e a falta de conhecimento ou visão do produtor rural, quanto ao papel dos campos úmidos no sistema de drenagem dentro da bacia hidrográfica propiciaram a incorporação das extensas áreas das chapadas do domínio do Cerrado no processo de produção agrícola. Em vista disso especial deve ser dada à preservação dos recursos hídricos, pois, exatamente nos topos planos dos chapadões, sem qualquer proteção ou delimitação dada por matas ciliares, é que se encontram as cabeceiras de importantes sistemas de drenagem, responsáveis pelo abastecimento de muitas cidades, hoje em franco desenvolvimento no Brasil Central.

### LITERATURA CITADA

- AB'SABER, A.N. **Domínios geomorfológicos e fitogeográficos do Brasil**. São Paulo: IGEOG/USP, 1977.
- BACCARO, C.A.D. Unidades geomorfológicas do Triângulo Mineiro: estudo preliminar. **Rev. Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v.3, n.5-6, p.37-42. 1991.
- COUTINHO, L.M. O conceito de Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.1, p.17-23. 1978.
- EMBRAPA/EPAMIG. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro. **Boletim de Pesquisa**, n.1. Rio de Janeiro, 526p. 1982.
- GUSMÃO, R.P. O sistema de arrendamento no Brasil e sua inserção no processo de capitalização da agricultura. **Rev. Geografia**, Rio Claro, v.9, n.17-18, 55-80. 1984.
- NISHIYAMA, L. Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes. **Rev. Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v.1, n.1, p.9-16. 1989.
- SCHNEIDER, M.O. **Transformações na organização espacial da cobertura vegetal no município de Uberlândia, MG: 1964 a 1979**. Rio Claro: UNESP, 1982. 115p. Tese de Mestrado.
-

# SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DOS CERRADOS DO ENTORNO DE IRAÍ DE MINAS, MG: UMA CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA PARA SEU ESTUDO

SHIGEO SHIKI<sup>1</sup>, JOSÉ. F. FERNANDES FILHO<sup>1</sup>, DAVID G. FRANCIS<sup>2</sup>,  
JOÃO CLEPS JÚNIOR<sup>3</sup>, ROSSELVELT J. SANTOS<sup>3</sup>, ADILSON M. FERNANDES<sup>4</sup>  
e SIMONE de F. NARCISO<sup>5</sup>

## RESUMO

O propósito desta comunicação é oferecer uma contribuição metodológica dentro de uma abordagem sistêmica, para o entendimento de alguns fatores críticos de sustentabilidade das unidades de produção agropecuária no entorno de Iraí de Minas-MG, nas suas dimensões ecológica, econômica e social. Com o uso do método de sistemas agrários, foi possível identificar uma diversidade de tipos de unidades produtivas em zonas diferenciadas das chapadas e vertentes. Nas chapadas, predominam os sistemas de produção intensivos de soja-milho e café, e

nas vertentes a pecuária leiteira extensiva. Nesses tipos diferenciaram-se também as categorias sociais familiar e patronal, definidas com base na forma de trabalho predominante. Tanto os sistemas intensivos das chapadas como os extensivos das vertentes apresentaram fatores de criticidade quanto à sustentabilidade. O método sistêmico constitui um instrumento válido para superar as dificuldades de análises complexas que envolvem as dimensões ecológica, econômica e social.

**Palavras-chave:** Sistemas agrários.

## ABSTRACT

### Sustainability of the cropping systems in the Iraí de Minas-MG "Cerrados": A methodological contribution

The purpose of this communication is to offer a methodological contribution by using agrarian system approach for the understanding of critical factors affecting the sustainability of agricultural production units in Iraí de Minas-MG zone, in its agroecologic, economic and social dimensions. The method pointed out two main differentiated zones, the high plateau and the slope areas on which develop a diversity of types of production units. On the high plateau, intensive soybean and maize, and coffee systems are

predominant and, on slope areas the dairy cattle system is predominant. These types also differentiate two social categories: absentee owner and family farmer. Both intensive and extensive systems showed critical factors for the agroecosystems sustainability. The system approach has revealed a valid tool to overcome natural difficulties of dealing with ecologic, economic and social dimensions.

**Additional index words:** Agrarian systems, savanna.

<sup>1</sup> Professor, Universidade Federal de Uberlândia, Departamento de Economia, Uberlândia, MG 38401-138, Brasil.

<sup>2</sup> Professor, Universidade Federal de Uberlândia, Departamento de Produção Animal, Uberlândia, MG 38401-138, Brasil.

<sup>3</sup> Professor, Universidade Federal de Uberlândia, Departamento de Geografia, Uberlândia, MG 38401-138, Brasil.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo e Bolsista de Aperfeiçoamento do CNPq, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG 38401-138, Brasil.

<sup>5</sup> Economista e Bolsista de Aperfeiçoamento do CNPq, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG 38401-138, Brasil.

## INTRODUÇÃO

O entorno de Iraí de Minas, formado pelos municípios de Iraí de Minas, Monte Carmelo, Romaria e Nova Ponte, é um dos espaços mineiros reestruturados pelas políticas públicas na década de 70, consubstanciadas em programas como o PADAP, o POLOCENTRO e o PRODECER. Esses programas redefiniram o papel da então tradicional agricultura da região, tornando-a uma das mais avançadas em termos do uso de tecnologias e produtividade (Pessoa, 1988). Aquelas políticas possibilitaram a introdução de uma agricultura com alto uso de insumos industriais, com grandes áreas de café, milho, soja, pastagem plantadas, reflorestamento e investimentos em infra-estrutura de transportes, armazenagem e energia.

As áreas diretamente impactadas foram as de topografia plana e suavemente ondulada (chapadas), onde se instalaram os sistemas de produção modernizados.

As áreas com solos de relevo dissecados (vertentes) e ou de solos mais fracos não foram diretamente afetadas pelos programas, predominando a agricultura de subsistência (mandioca, feijão milho, arroz e leite) e a pecuária extensiva.

Dentro desse quadro, procurou-se elaborar um método sistêmico de diagnóstico para identificar pontos críticos de sustentabilidade dos diversos tipos de unidades de produção da região. Com este método espera-se superar as dificuldades da análise integrada entre as dimensões econômica, social e ecológica do estudo. O resultado representa apenas um esforço metodológico inicial de uma pesquisa prevista para um prazo de quatro anos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Enquanto proposta metodológica, o estudo se orientou na do conceito de Sistemas Agrários, proposta por autores como P. Groppo (1994), M. Mazoyer (1994) e M. Dufumier (s/d). A essência dessa proposta está na captação da realidade rural pela leitura dos seus elementos estruturais e dinâmicos.

O método parte do pressuposto de que a realidade agrária de uma região é complexa, seus sistemas não são homogêneos e, portanto, não reduzíveis a variáveis explicativas simples. Assim, o método de análise de sistemas agrários implica o conhecimento de processos históricos da constituição de regiões. Dada a complexidade da realidade agrária, a compreensão da sua dinâmica regional inclui a elaboração de uma tipologia de regiões homogêneas (zoneamento) e de unidades de produção e consumo (Guerreiro *et al.*, 1994). Para tanto, utilizou-se a metodologia adaptada do "diagnóstico rural rápido" de Chambers *et al.* (1989) e Dufumier (1995).

A sustentabilidade dos sistemas agrários e, mais especi-

ficamente, dos diversos tipos de unidades de produção é medida pela sua capacidade de reprodução enquanto tal, ao longo dos anos. Essa tipologia foi construída pela combinação de critérios econômicos (renda e sistemas de produção) e sociais (categoria). Denominou-se, assim, de **categoria familiar** a unidade em que o trabalho dos membros da família representavam a base da produção, e de **categoria patronal** a unidade cujo trabalho era essencialmente assalariado. O **sistema de produção** foi definido pelo tipo de atividade predominante na unidade e sua inserção no mercado. Segue-se assim as denominações de sistema soja-milho, leite, café e subsistência, que são os sistemas predominantes. (Tabela 1 e 2). A dimensão econômica foi avaliada pelos indicadores de renda líquida (RL), intensidade de capital fixo (K) e as formas de acumulação nos sistemas de produção (Groppo, s/d; Mazoyer, 1994). A dimensão social foi avaliada em relação às condições de reprodução das categorias sociais nos diversos tipos de unidades. A dimensão agroecológica foi estudada através dos impactos ambientais dos sistemas de produção (Altieri, 1990; Conway e Barbier, 1990; Edwards, 1990; Gliessman, 1990).

## RESULTADOS

O desenvolvimento da metodologia consistiu na formulação de procedimentos, que tiveram os seguintes passos:

- 1) a definição da área do estudo e das zonas-tipo;
- 2) a identificação de informantes-chave, para recuperar componentes históricos dos sistemas agrários;
- 3) formação da equipe interdisciplinar de análise;
- 4) formulação de uma pré-tipologia, a partir de uma seleção prévia de critérios;
- 5) amostragem e seleção de unidades de produção para estudo de caracterização da sua estrutura e dinâmica funcional;
- 6) leitura de "expertise" e análise interdisciplinar dos dados levantados;
- 7) escolha de microbacias representativas para monitoramento e estudos quantitativos sobre mudanças tecnológicas e econômicas; contaminação do solo, água e produtos agrícolas; biologia do solo; física e química do solo; geomorfologia; e estudos de manejo de culturas;
- 8) implantação de sistemas de monitoramento e análises periódicas de dados para retroalimentação e correção.

Os resultados iniciais da execução da metodologia permitiu a identificação de uma diversidade de tipos de unidades de produção e basicamente duas categorias sociais essenciais.

Também foram identificadas duas unidades distintas de paisagem, como áreas relativamente homogêneas, as chapadas e as vertentes, nas quais se encontram unidades de produção características. Assim, nas chapadas desenvolve-

ram-se unidades familiares e patronais intensivas de soja-milho e café, a partir de lotes iniciais entre 200 e 350 ha, favorecidas por programas governamentais, como o PRODECER (assentamento dirigido soja-milho) e o PADAP (café). Os tipos iniciais foram sofrendo mudanças sob forma de uma trajetória de intensificação, por um lado, e de parcelamento e diversificação, por outro.

O sistema soja-milho é altamente mecanizado e quimificado, com trajetórias das unidades evoluindo numa das variantes para sistema ainda mais intensivo com a irrigação tipo pivô-central, produzindo também feijão, ervilha, milho doce e outros legumes. Em geral se convertem para tipos patronais.

Numa outra variante, as unidades permaneceram ou regressaram em tamanho de área própria por processos de partilha familiar, vendo-se com frequência na necessidade de arrendar terras adicionais para valorizar o capital investido em máquinas. Nessas unidades, a crise iniciada no final dos anos 80 induziu à diversificação para a pecuária leiteira e integração com suínos e aves. Para os arrendatários, os riscos de produção e mercado foram agravados pela necessidade de pagamento da renda fundiária.

As primeiras observações sobre os fatores críticos de sustentabilidade permitiram identificar problemas de duas ordens no sistema soja-milho.

O primeiro é o da compactação e erosão do solo pelo manejo mecanizado, cuja resposta tem sido a mudança do sistema para o plantio direto.

O segundo problema está ligado aos riscos do desequilíbrio biológico, evidenciado pelo aparecimento de pragas e doenças novas e de importância econômica. É o caso da *Phaeosphaeria* sp. e lagarta do cartucho no milho, do cancro da haste e nematóide do cisto na soja e mosaico dourado e doenças fúngicas no feijão. Isto implica maior risco de produção, seja pelo aumento do custo do controle (uso de insumos) e queda na produtividade, seja pela necessidade de reescalonamento das atividades.

O sistema intensivo de café se instalou e se expandiu sob a égide da mecanização. Na medida em que a necessidade de trabalho se concentra na operação pontual de colheita, viabiliza-se a existência de unidades familiares. As técnicas de produção de café incluem também um coquetel de agroquímicos, como pesticidas contra bicho mineiro, *phoma*, broca e ferrugem. A trajetória tecnológica do sistema, no

**TABELA 1 - Indicadores econômicos dos diversos tipos de produtores do entorno de Iraí de Minas, MG, 1995.**

Tipo	Casos	K	RL/W	OR	SAU	UTHf
Familiar	36					
Subsistência	5	606	1375,4	360	32,6	2,0
Leite	17	3318,8	2241,7	327,1	82,1	3,0
Café	2	28200	15456	51,5	6,8	3,4
Café pequeno	3	1556,7	1472	1070	46	3,7
Soja e milho	8	90333,75	4811,4	900	268,1	2,3
Avicultura	1	300000	20000	36000	5	7,2
Patronal	15					
Leite	2	13805	453,3	9388	280	
Café pequeno	2	5300	8504	37366	81,5	
Café grande	5	293450	212268	3480	392,8	
Soja e milho	6	174929,2	29045	1800	580,5	

Fonte: Pesquisa de campo, 1995. K - Capital fixo; RL/W - Renda líquida por trabalhador; OR - Outras rendas; SAU - Área agrícola útil; e UTH f- Unidade Trabalho-Homem familiar médio.

**TABELA 2 - Indicadores dos diferentes tipos de produtores das chapadas de Iraí de Minas e Romaria, MG, 1995.**

Tipo	SAU (ha)	UTH	VA em R\$	K em R\$	D em R\$	Trator	Colheitadora
Familiar soja-milho proprietário	230	3	30.440	95.570	22.230	3	1,5
Familiar soja-milho arrendatário	170	2	29.750	133.425	18.750	3	1
Patronal soja-milho com pivô central	703		340.245	342.400	51.600	5	3
Patronal soja-milho sem pivô central	484		120.000	150.000	21.440	3	2

Fonte: Pesquisa de campo. SAU - Área agrícola útil; UTH - Unidade Trabalho-Homem; VA - Valor Agregado; K - Capital Fixo da unidade; D - Depreciação.

entanto, aponta para intensificação ainda maior com a técnica emergente da irrigação, prática que se difunde rapidamente e ameaça os reservatórios de água. A irrigação pode ser interpretada como mais um elemento na busca da redução de risco de produção, mas induz à elevação da composição do capital e, portanto, constitui mais um fator crítico de sustentabilidade do sistema.

Na outra unidade de paisagem, a das vertentes, os tipos de unidades de produção são em geral marcados pela atividade leiteira, de tradição mineira, num sistema de acumulação feita na base da expansão da unidade pela compra de animais e mais terras de pastagem. Entre as diversas variantes de tipos, encontram-se unidades com atividades de subsistência em terras depauperadas e sem condições de reprodução enquanto unidade produtiva e, portanto, não sustentáveis. Outras variantes apontam para tipos com capacidade inovativa para sair das dificuldades da pecuária leiteira extensiva e melhorar seu rebanho e pasto. Outras, ainda, apontam para unidades que partem para uma intensificação na agricultura, com o cultivo de café e feijão ou milho. O método permite captar os sinais de mudança de cada variante de trajetória, o entendimento da lógica de seu funcionamento interno, e apontar possíveis pontos, críticos. Por exemplo, em todos os casos os filhos que pretendem continuar as atividades das unidades apresentam um componente inovador: - a mecanização, - compra de tratores - para intensificar a produção. De fato, a aquisição de tratores tem sido o grande investimento feito nas unidades, e não mais animais. Mesmo as unidades que procuram a especialização leiteira, não a fazem pelo aumento de animais, mas pelo melhoramento genético, visando ao aumento da produtividade por vaca, e pelo melhoramento da alimentação animal com capineiras e silagens. Assim, a sustentabilidade deste tipo depende de apoio e investimento para a reconversão do sistema, que podem ser público ou privado.

## CONCLUSÕES

O método de análise utilizado permitiu identificar zonas homogêneas distintas, que são as chapadas e as vertentes, e nelas uma diversidade de tipos de unidades de produtores características. O método mostrou também a identificação de fatores críticos de sustentabilidade distintos para cada tipo de unidades de produção no entorno de Iraí de Minas.

Este resultado sugere que os fatores críticos distintos implicam soluções distintas para cada tipo de unidade, o que reforça a utilidade do enfoque sistêmico para estudar realidades complexas e indicar manejos sustentáveis de sistemas.

Na análise sistêmica, as dimensões econômica, social e ecológica podem compor um conjunto de fatores explicativos das transformações nos sistemas de produção. Por exemplo, a resposta à degradação do solo foi a mudança para o plantio direto, que ocorreu não só em função da redução de custos, mas também por causa de suas propriedades de melhoria física e biológica do solo.

## LITERATURA CITADA

- ALTIERI, M.E. Agroecology and rural development in Latin America. *In*: M. E. ALTIERI e S. B. HECHT (eds). **Agroecology and Small Farm Development**. Boca Raton: CRC Press, p. 113-120. 1990.
- CONWAY, G.R.; BARBIER, E.B. **After the green revolution: sustainable agriculture for development**. London: Earthscan Publications Ltd., 1990.
- DUFUMIER, M. **Sistemas de producción y desarrollo agrícola en el Tercer Mundo**. Paris: INA-PG, 1995.
- EDWARDS, C.A. The Importance of Integration in Sustainable Agricultural Systems. *In*: C. A. EDWARDS, R. LAL, P. MADDEN, R. H. MILLER e G. HOUSE (eds), **Sustainable Agricultural Systems**. Ankeny, Iowa: Soil and Water Conservation Society, 1990. p. 249-264.
- FRANCIS, D.G. **Family agriculture: tradition and transformation**. Londres: Earthscan Publishers., 1994.
- GLIESSMAN, R. The ecology and management of traditional farming systems. *In*: M.E. ALTIERI e S.B. HECHT, eds., **Agroecology and small farm development**. Boca Raton: CRC Press, 1990. p.13-18.
- GROPPO, P. **Agrarian System diagnosis**. s.d. 50p.
- GUERREIRO, E.; NEUMAIER, M. C.; ARAÚJO, A. G.; SOUZA, A. B. de; MERTEN, G. H. Caracterização, tipologia e diagnóstico de sistemas de produção predominantes em uma comunidade rural: o caos de Cerrito da Ponte Alta, Irati-PR. **Boletim Técnico**, 47. Londrina: IAPAR, 1994.
- MAZOYER, M. **Pour projets agricoles legitimes et efficaces: methodes d'analyse en systemes agraires**. Paris: INA/PG, 1994.
- PESSOA, V.L.S. **Ação do Estado e as transformações agrárias no Cerrado das zonas de Paracatu e Alto Paranaíba**. Rio Claro: UNESP, 1988. Tese de doutorado.
- SHIKI, S. Sustentabilidade do Sistema Agroalimentar nos Cerrados: em busca de uma abordagem incluyente. **Agricultura Sustentável**, v.1, n.1, 1995.

# OS CONDICIONANTES MORFOLÓGICOS DA ORGANIZAÇÃO DA PAISAGEM NATURAL E AGRÁRIA DOS CERRADOS: O CASO DA BACIA DO RIO ARAGUARI

CLAUDETE A. D. BACCARO<sup>1</sup>, ROBERTO ROSA<sup>1</sup>, SAMUEL do C. LIMA<sup>1</sup>,  
CELSO A. de SIQUEIRA<sup>2</sup> e KATIA G. de O. PEREIRA<sup>2</sup>

## RESUMO

Este estudo foi desenvolvido na bacia do rio Araguari, localizada no Triângulo Mineiro (MG), na parte setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná, em áreas de chapadas na região dos Cerrados. O objetivo deste artigo é contribuir para o entendimento dos elementos morfológicos na organização natural e agrícola na área do domínio dos Cerrados, com dois

diferentes compartimentos geomorfológicos: topo aplanado de chapada sedimentar e relevo dissecado. Foram utilizadas imagens TM/Landsat para confeccionar mapas de uso do solo na escala de 1:50.000 e para delimitar os compartimentos morfológicos.

**Palavras-chave:** Geomorfologia, uso do solo, Cerrado.

## ABSTRACT

### Morphologic elements of the natural and agrarian landscape organization in the "Cerrados": the case study of the Araguari basin

This study was developed at Araguari basin located at Triângulo Mineiro, part of the sedimentar basin of Paraná River in a typical area of the "Cerrado" region. The aim of this paper is contribute for understanding of morphologic elements in the organization of the natural and agricultural areas of the "Cerrado" region, with two different morphologic

compartments: toplevel sedimentary plateau and dissected relief. We use satellit TM/Landsat image for drawing maps of the land use in a 1:50.000 scale, and to delimit the morphologic compartments.

**Additional index words:** Geomorphology, land use, savanna.

## INTRODUÇÃO

Os estudos, referem-se aos setores localizados no médio curso da bacia do Rio Araguari, no Triângulo Mineiro, abrangendo partes dos municípios de Indianópolis, Uberlândia, Nova Ponte, Sacramento, Uberaba e Conquista, entre as co-

ordenadas de 18° 50' e 19° 45' de latitude sul e 47° 30' e 19° 45' de longitude oeste. A área em estudo apresenta dois sistemas ambientais distintos:

1) Sistema de topos de chapadas, com relevo caracterizado por colinas suaves de topos planos e largos, vales espaçados, com baixa ramificação de drenagem, vertentes com bai-

<sup>1</sup> Professor, Doutor, Universidade Federal de Uberlândia, Departamento de Geografia, Av. Universitária S/N (Campus Santa Mônica), Uberlândia, MG 38400-902, Brasil.

<sup>2</sup> Aluno de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Av. Universitária S/N (Campus Santa Mônica), Uberlândia, MG 38400-902, Brasil.

xas declividades, até 3%, sustentadas pelos arenitos da Formação Marília, recobertas por Sedimentos Cenozóicos. Apresenta solos argilo-arenosos e uma quantidade considerável de solos hidromórficos (Baccaro, 1990). A vegetação natural é o Cerrado, praticamente todo desmatado e substituído pelos reflorestamentos e pelos grandes empreendimentos da agricultura moderna, representados pelos cultivos da soja e milho, em grandes propriedades. Nesses setores aplanados predominam os processos de escoamento superficial, pluvi-al, laminar e difuso, associados aos de percolação vertical e lateral da água, como os grandes responsáveis pela remoção dos detritos na dinâmica das vertentes.

2) O segundo sistema apresenta relevo altamente dissecado pelo rio Araguari e seus afluentes com vales encaixados, que entalham o basalto e rochas do Grupo Araxá e do Complexo Goiano. As declividades são atenuadas por patamares estruturais. Os canais fluviais desse compartimento apresentam muitas cachoeiras e corredeiras. Os processos erosivos mais significativos correspondem ao ravinamento e à erosão laminar (Baccaro, 1989). Esse sistema apresenta-se recoberto pelo Cerrado em algumas porções de topo e nas vertentes mais declivosas, pela mata semi-decídua (Baccaro, 1989). O uso do solo mais representativo é a pastagem extensiva, realizada em pequenas e médias propriedades. Além da pecuária, há o cultivo de subsistência nas propriedades rurais. Nos interflúvios de topos aplanados, bem próximos da chapada, aparecem algumas culturas de café e de algodão.

## MATERIAL E MÉTODOS

O procedimento básico foi a interpretação visual das imagens de satélite LANDSAT 5, sensor TM, em papel fotográfico, composição colorida 2B 3G 4R, na escala de 1: 50 000, de 3/10/1993. Consideraram-se na interpretação das imagens os seguintes elementos: cor, tonalidade, forma, tamanho, padrão, sombra e textura fotográficas. Pautou-se nas orientações dos seguintes trabalhos: Lima, Feltran & Rosa (1989), Lima (1993), Rosa, Lima & Brito (1994), Brito, Rosa & Lima (1994), Lima, Brito & Rosa (1994).

A base cartográfica foi elaborada a partir de imagens TM/Landsat, escala 1:50 000 e folhas topográficas em escala 1:100 000, produzidas pelo IBGE. Essa base foi digitalizada em AUTOCAD R12 e impressa sobre papel poliéster em Traçador Gráfico INK JET, contendo principalmente a drenagem e as estradas. A base cartográfica em poliéster foi colocada como "overlay" sobre as imagens. Com a análise visual foi realizada a interpretação, observando-se e demarcando-se as áreas correspondentes às classes de uso do solo e de vegetação natural (mata/cerrado, Cerrado, compo-sujo/pasto-sujo, compo de várzea/campo higrófilo, campo de murundus, pasto limpo, cultura perene, cultura anual, reflo-

restamento e reflorestamento cortado). Posteriormente determinou-se e traçou-se o limite dos dois compartimentos morfológicos (de topo da chapada e o de relevo altamente dissecado de borda da chapada), representativos desse sistema ambiental.

Foram realizados trabalhos de campo com o objetivo de verificar "in loco" as áreas identificadas na interpretação, a partir da comparação entre os padrões de interpretação identificados nas imagens e a realidade no campo.

## RESULTADOS

São apresentados a seguir os resultados condensados da pesquisa. As análises qualitativa e quantitativa dos dados demonstraram uma influência muito forte dos compartimentos geomorfológicos na organização e distribuição espacial do uso do solo e da cobertura vegetal natural. As áreas de topo de chapada, caracterizadas por morfologias planas e subplanas, com declividades de até 3%, ocupam 94 698 ha, o que equivale a 35,3% da área total. As áreas de relevo dissecado, onde a morfologia é ondulada, entalhada a escarpada, com declividades superiores a 3%, correspondem a 64,7% da área total. Nas áreas de topo de chapada, a cultura anual é o uso do solo amplamente dominante, ocupando uma área de 74 707 ha, que representa 42,9% desse compartimento. O reflorestamento é o uso que ocupa a segunda maior área, com 44 920 ha, ou seja, 25,8%. A terceira maior área é campo de várzea/campo higrófilo, com 16 946 ha, o que representa 9,7% das áreas de topo de chapada. Constatou-se um avanço significativo das culturas anuais, ocupando, inclusive, as áreas dos sistemas úmidos dos topos das chapadas, dos campos higrófilos e campos de murundus.

Esse fato trará conseqüências negativas aos mananciais d'água, bem como para a reserva biológica e florística, pois os remanescentes de vegetação natural tornaram-se insignificantes, não restando refúgios ecológicos que possam manter o equilíbrio da biodiversidade.

Nas áreas de relevo altamente dissecado de borda da chapada, o uso do solo de maior expressão é o pasto limpo (plantado), com 25 089 ha, ou seja 26,4%. O terceiro maior uso nas áreas de relevo dissecado é o pasto sujo/campo sujo (natural), que ocupa 21 598 ha, com 22,7%.

Portanto, a área total usada para pastagens em relevo altamente dissecado é de 46 687 ha, perfazendo um total de 49,1%. A categoria que apresenta a segunda maior expressão real é o Cerrado, com 22 481 ha (23,6%). Nas morfologias dissecadas ocorrem algumas ravinas e voçorocas oriundas principalmente da concentração do escoamento superficial pluvi-al nas vertentes. Os processos de erosão acelerada não são tão significativos, havendo uma maior preservação dos remanescentes de vegetação natural do que no compartimento de topo de chapada. Em conseqüência, há um número razo-

ável de refúgios ecológicos para a fauna e flora, contribuindo para a manutenção da biodiversidade desse sistema.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo demonstrou claramente a importância do fator relevo como um forte condicionante físico no uso e ocupação do solo nas áreas de Cerrado do Triângulo Mineiro. A implantação dos amplos reflorestamentos homogêneos na década de 70 e início de 80 se deu nos topos de chapada com relevo suave, que oferece grande facilidade para a mecanização. Nas décadas de 80 e 90 houve a entrada da agricultura moderna, com as culturas da soja e milho ocupando os remanescentes de vegetação natural. A introdução dessas culturas foi facilitada pelas morfologias suaves, associadas com solos mais argilosos e estruturados. A agricultura moderna foi favorecida também pelas políticas agrícolas, nas décadas de 80 e 90, visando à produção de grãos para a exportação.

As pastagens (natural e cultivada), o Cerrado e a mata predominam nas morfologias mais onduladas entalhadas a escarpadas nas bordas da chapada, voltadas para o rio Araguari, por constituírem setores de difícil mecanização, bem como por terem seu acesso dificultado pela falta de estradas, localizadas em segmentos declivosos das vertentes. Portanto, nos tempos atuais, mesmo com o avanço da alta tecnologia na agricultura moderna, desde as sementes, os maquinários, os sistemas de plantio e colheita, ainda há uma dependência relativa aos condicionantes físicos do ambiente.

## LITERATURA CITADA

BACCARO, C. A. D. Estudos geomorfológicos no Municí-

pio de Uberlândia. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, v.1, n 1, p.17-22, 1989.

BACCARO, C. A. D. **Estudos dos processos geomorfológicos de escoamento pluvial em área de Cerrado**. São Paulo: USP, 1990. 164 p. Tese de Doutorado.

BRITO, J. L. S.; ROSA, R.; LIMA, S. C. The use of Spring software for identification of crop covers with TM/Landsat images and field data. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RESOURCE AND ENVIRONMENTAL MONITORING - Eco Rio '94*. Rio de Janeiro, 1994. **Proceedings**. Rio de Janeiro, 1994. p. 181-184.

LIMA, S.C.; ROSA, R.; FELTRAN FILHO, A. Mapeamento do uso do solo no Município de Uberlândia através de imagens TM/Landsat. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, v.1, n.2, p.127-145, 1989.

LIMA, S.C.; BRITO, J.L.S.; ROSA, R. Evaluation of native vegetable cover of Cerrado and land use in Triângulo Mineiro, Brazil - survey of areas with preservation potential. *INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RESOURCE AND ENVIRONMENTAL MONITORING - Eco Rio'94*. Rio de Janeiro, 1994. **Proceedings**. Rio de Janeiro, 1994. p. 292-296.

LIMA, J.D.; LIMA, S.C. LIMA, J.D.; LIMA, S.C. Mapeamento da cobertura vegetal e do uso do solo antrópico na região do Triângulo Mineiro (MG), através de imagens TM/Landsat. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7*, Curitiba (PR), 1993. Curitiba, 1993. p. 162-170.

ROSA, R.; LIMA, S.C.; BRITO, J.L.S. Image processing in land use evaluation using GRASS software. *INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RESOURCE AND ENVIRONMENTAL MONITORING - Eco Rio'94*. Rio de Janeiro, 1994. **Proceedings**. Rio de Janeiro, 1994. p. 73-80.

# REGENERAÇÃO DA VEGETAÇÃO DE CERRADO EM UMA ÁREA DE EMPRÉSTIMO NO PARQUE NACIONAL DE BRASÍLIA

RODRIGO S. CORRÊA<sup>1</sup>

## RESUMO

As áreas de empréstimo nas regiões de cerrado apresentam baixa revegetação natural. A caracterização dessa rala vegetação é de fundamental importância para se entender os caminhos da regeneração natural e para o desenvolvimento de técnicas de recuperação dessas áreas. Neste trabalho, a composição florística, o número de indivíduos, a porcentagem de cobertura e índices de similaridades em uma área de

empréstimo escavada e abandonada há mais de 25 anos, foram levantados e calculados. Pode-se constatar que a área estudada possui baixo índice de revegetação e de recobrimento vegetal, apesar do tempo passado, e suas espécies possuem pouco desenvolvimento e pouca similaridade com as das áreas vizinhas.

**Palavras-chave:** Áreas degradadas, revegetação natural.

## ABSTRACT

### Revegetation in a "Cerrado" area of the Brazilian National Park

The mined lands in Brazilian Savanna area present usually very low natural revegetation. It is important to survey the plants which are raising on such places for understanding the natural regeneration ways and for developing revegetation technology. The species and the number of plants have been surveyed on a mined area. Vegetative coverage and similarity index were calculated. In despite of the area is inside a

National Park, with a lot of plants in the neighbourhood, the revegetation rate and the natural vegetation coverage are so low. Even, the specie similarity between the mined land and other places is low

**Additional index words:** Land degradation, Brazilian Savanna.

## INTRODUÇÃO

As áreas degradadas por mineração no Distrito Federal, apesar de não poderem ser caracterizadas como desertos, assemelham-se a esses pelo baixo potencial biológico. Essas áreas apresentam baixo índice de revegetação natural, ficando seus solos desnudos e expostos aos processos de erosão acelerada, sobretudo a ocasionada pelas chuvas.

Os principais problemas edáficos relatados nessas áreas referem-se à compactação do material exposto e outros fatores relacionados a ela, como a baixa taxa de infiltração de água, a baixa capacidade de armazenamento de água pelo solo, deficiência de oxigênio, a alta resistência à penetração de raízes, o aumento da densidade global do solo e a falta de matéria orgânica.

Segundo Pereira (1990), a regeneração natural dos cer-

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, M. Sc., IEMA, Brasília, DF, Brasil.

rados está relacionada com a profundidade de corte da camada retirada. O índice de recobrimento vegetal relaciona-se inversamente à profundidade de corte. Essa constatação pode ser explicada pela grande capacidade de regeneração, a partir de raízes, que algumas espécies, como *Dalbergia violacea* e *Machaerium opacum*, apresentam e, por isso, elas são freqüentemente encontradas revegetando áreas mineradas no Distrito Federal. A grande concentração de biomassa de raízes de plantas de cerrado que encontram-se até um metro de profundidade reforça essa hipótese, porém não elucida completamente os caminhos de regeneração de áreas mineradas no cerrado.

O levantamento do estado vegetacional e da composição das espécies, e as investigações fitossociológicas de áreas degradadas, como o objeto deste estudo, ajudarão a entender a dinâmica da regeneração natural nas áreas mineradas no cerrado. O entendimento da dinâmica de revegetação natural nesses locais é premissa básica para se formular propostas de manejo das áreas degradadas no cerrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi escolhida uma área no centro do Parque Nacional de Brasília como objeto deste estudo. A área, denominada Área 1, constitui-se do horizonte C de um latossolo vermelho-escuro, escavado há mais de 25 anos em aproximadamente um metro e meio de profundidade. Duas áreas vegetadas, limítrofes ao sul e leste, e que regeneraram-se naturalmente, após sofrerem desmatamento na mesma época (Áreas 2 e 3) foram tomadas como controle. As duas apresentavam o porte da vegetação visualmente distintos e as inclinações do terreno diferentes. A inclinação da Área 2 acompanha a da Área 1. A Área 3 limita a Área 1 em sua porção mais alta.

As espécies vegetais das três áreas foram identificadas e contadas o número de indivíduos e de espécies por hectare foi calculado. Determinaram-se a freqüência, o índice de cobertura e o valor de importância (IVI) de cada espécie, segundo o método descrito por Brower & Zar (1977). Os valores do Coeficiente de Sorensen (CCS), Similaridade Proporcional (PS) e Índice de Morisita (IM) seguiram as metodologias descritas por Brower *et al.* (1984).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas 23 espécies na Área 1 (Tabela 1), a maioria pertencente às famílias Compositae e Melastomataceae. Dos 102 indivíduos encontrados (53,1 indivíduos/ha), 67 pertenciam à espécie *Baccharis claussoni*. A Área 2 apresentou 350,0 indivíduos/ha distribuídos em 20 espécies de 15 famílias. As famílias melhor representadas foram Melastomataceae e Leguminosae. Porém, Gramineae

domina quanto ao número de indivíduos. A Área 3, a mais plana, apresentou 571,4 indivíduos/ha, distribuídos em 12 espécies de 6 famílias. Esse pequeno número de espécies e famílias deve-se ao reduzido tamanho da área. Proporcionalmente, o valor ultrapassa o da Área 1 e aproxima-se da Área 2.

*Melinis minutiflora* é espécie exclusiva das Áreas 2 e 3, *Borreria capitata* das Área 1 e 3 e *Brosimum guadichaudii* das Áreas 1 e 2. De todas as espécies, 74,0 % ocorre exclusivamente em uma das áreas e apenas 15,4 % é comum à três. Metade das espécies comuns à três áreas pertencem a família Melastomataceae.

Os coeficientes de similaridade (Tabela 2), CCS e PS mostram que existe menor similaridade entre as Áreas 1 e 2 do que para as Áreas 1 e 3 e Áreas 2 e 3, que se equivalem. O alto valor do IM entre as Áreas 1 e 3 (Tabela 2) deve-se ao elevado número de indivíduos da espécie *Baccharis claussoni* comum a estas duas Áreas.

Na Área 1, o número de indivíduos e de espécies diminui proporcionalmente ao aumento da distância entre esta área e a Área 3. Esse fato leva a supor que parte das espécies que revegetam a Área 1 seja proveniente da área superior, cujos índices de similaridade em relação à área escavada são mais elevados. A posição da Área 3, em relação a Área 1, pode explicar em parte esse fato: sementes e propágulos liberados nesta área possuem um sentido preferencial para a Área 1, enquanto a direção da Área 2 é paralela à da Área 1.

Outra característica presenciada na área escavada foi a formação de pequenas ilhas de vegetação, formadas sobretudo em pontos de acumulação de materiais. Griffith & Jucksch (1994) citam que a tendência natural da sucessão é avançar sob a forma de ilhas de vegetação no meio das áreas degradadas. Isso parece estar relacionado com pequenas variações de topografia e condições edáficas dentro da área minerada.

As porcentagens de cobertura vegetal nas três áreas são de 85,31% na Área 3, 69,83% na Área 2 e na Área 1 apenas 3,71%. Isso deve-se não apenas ao reduzido número de indivíduos presentes na Área 1, mas ao seu menor desenvolvimento: cada indivíduo na Área 1 cobre em média 0,35 metros lineares, contra 0,87 metros na Área 3 e 2,00 metros na Área 2. Deve-se comparar a Área 1 com a Área 2 com certas restrições, pois a composição florística delas é muito diferente.

As espécies com os maiores IVIs em cada área contribuem com 34,61% (*Melinis minutiflora*), 41,63% (*Baccharis claussoni*) e 68,67% (*Baccharis claussoni*) em relação à cobertura total das Área 2, 3 e 1, respectivamente. A razão entre os IVIs das duas principais espécies em cada área é de 1,83 na Área 3, de 3,67 na Área 2 e de 9,87 na Área 1. Isso demonstra haver mais equilíbrio entre a importância das espécies nas duas primeiras áreas do que na Área 1.

*Dalbergia violacea* e *Machaerium opacum*, a exemplo de várias áreas degradadas no DF, foram encontradas na área

TABELA 1 - Espécies encontradas na Área 1 e respectivos valores de Frequência Relativa, Cobertura Relativa e IVI.

Família	Espécie	Frequência Relativa	Cobertura Relativa %	IVI
Aquifoliaceae	<i>Ilex sp</i>	1,04	0,34	2,63
Bignoniaceae	<i>Zeyhera montana</i>	1,04	2,08	4,51
Compositae	<i>Baccharis clauseni</i>	33,33	68,67	173,79
	<i>Eremanthus sphaerocephala</i>	2,08	2,20	6,95
	<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	3,13	0,35	7,43
	<i>Vernonia sp</i>	1,04	0,32	2,63
	<i>Dichronema ciliata</i>	1,04	0,37	2,63
Cyperaceae	<i>Paepalanthus sp</i>	2,08	3,09	8,02
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum campestre</i>	5,21	3,08	16,23
Hippocrateaceae	<i>Peritassa campestris</i>	5,21	5,52	17,60
Leguminosae	<i>Dalbergia violaceae</i>	2,08	1,63	6,41
	<i>Machaerium opacum</i>	2,08	2,02	7,89
	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	3,13	2,22	9,31
	<i>Stylosanthes campestris</i>	1,04	0,21	2,36
	<i>Banisteriopsis stellaris</i>	1,04	0,73	3,17
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis stellaris</i>	1,04	0,73	3,17
Melastomataceae	<i>Comolia lanceaeiflora</i>	2,08	0,39	5,07
	<i>Miconia albicans</i>	1,04	1,33	3,70
	<i>Microlicia euphorbioides</i>	1,04	0,43	2,90
	<i>Trembleya parviflora</i>	1,04	0,77	3,16
	<i>Brosimum gaudichaudii</i>	1,04	0,57	2,90
Moraceae	<i>Brosimum gaudichaudii</i>	1,04	0,57	2,90
Polygalaceae	<i>Polygala rhodoptera</i>	1,04	0,37	2,63
Rubiaceae	<i>Borreria capitata</i>	1,04	0,98	3,43
Xyridaceae	<i>Xyris asperula</i>	1,04	2,33	4,77

TABELA 2 - Coeficientes de Sorensen (CCs), de Similitude Proporcional (PS) e Índices de Dominância de Morisita (IM), expressos em porcentagens, para as Áreas 1, 2 e 3.

Aspecto	Área	Área 1	Área 3
CCS	1	-	45,7
	2	32,5	43,8
PS	1	-	61,4
	2	20,7	33,3
IM	1	-	95,8
	2	13,6	26,6

de estudo. Porém, seus valores de importância não se destacam das demais espécies. Há indícios, pela desproporção entre altura e diâmetro do caule, que os indivíduos dessas

espécies se desenvolveram a partir de raízes remanescentes no solo após a escavação. Outras, como *Comolia lanceaeiflora*, pela posição superficial de suas raízes, certamente se desenvolveram a partir de sementes.

Apesar da predominância de espécies anemócoras estabelecidas na Área 1, sementes de *Solanum lycocarpum* e *Tibouchina sp* foram encontradas germinando sobre fezes de lobo guará e de anta. Frutos de *Syagrus oleracea* foram depositados na Área 1 por animais, após terem sido parcialmente consumidos. Porém, nenhum desses vegetais se estabeleceu, pois, ou foram levados pelas águas pluviais que vertem para essa área ou não suportaram a estação seca.

## CONCLUSÕES

A área escavada, apesar de muito próxima das outras duas vegetadas, não apresenta grande similaridade florística com estas. Pequenas variações de topografia e condições de solo

devem ser responsáveis por essas diferenças. Há uma nítida predominância de uma espécie, *Baccharis clausenii*, sobre as demais que conseguiram se estabelecer nessa área. O isolamento das ações antrópicas, o farto banco de sementes que existe no Parque Nacional de Brasília e os 25 anos passados não foram suficientes para a regeneração natural satisfatória dessa área.

O índice de recobrimento da área é muito baixo e insuficiente para proporcionar a devida proteção ao solo, pois enxurradas e carreamento de sedimentos foram presenciados no local. As dificuldades de revegetação natural devem residir nas condições desfavoráveis do material exposto, pois a quantidade de sementes e propágulos que atingem a área é superior ao número de espécies e indivíduos que nela conseguem se estabelecer. Nesse sentido, espécies da famílias Compositae e Melastomataceae parecem ser mais aptas a superarem tais dificuldades, mas que, devem ser testadas em trabalhos de revegetação de áreas degradadas no cerrado.

## LITERATURA CITADA

- BROWER, J.E.; ZAR, J.H. **Field and laboratory methods for general ecology**. Duburque, Iowa: Wm. C. Brown Publishers, 1977. p.75-80.
- BROWER, J.E. ; ZAR, J.H.; ENDE, C.N. **Field and laboratory methods for general ecology**. Duburque, Iowa: Wm. C. Brown Publishers, 1984. p.167-171.
- GRIFFITH, J.J. & JUCKSCH, L.E.D. **Novas estratégias ecológicas para a revegetação de áreas mineradas no Brasil**. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO E NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1. e 2., 1994, Foz do Iguaçu. Foz do Iguaçu: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1994. p.31-43.
- PEREIRA, R. DE A. **Influência de fatores edáficos sobre a revegetação natural de áreas de empréstimo em latossolos sob Cerrado**. Brasília: Universidade de Brasília, 1990. 133p. Tese de Mestrado.
-

# GENETIC DIVERSITY IN *Stylosanthes* SPECIES: A GIS MAPPING APPROACH

PETER G. JONES<sup>1</sup>, ROSS REBGETZ<sup>2</sup>, BRIGITTE L. MAAS<sup>1</sup> and PETER C. KERRIDGE<sup>1</sup>

---

## ABSTRACT

We describe a method of fitting a model of germplasm distribution to climate data and illustrate its use in mapping the continental distribution of five *Stylosanthes* species. The climate data used are the monthly totals of rainfall and the monthly mean temperatures and diurnal temperature ranges. The data are rotated in time to standardize dates and then used in a principal components analysis to develop a function giving the probability density of a climate

being similar to those of a calibration set of germplasm accessions.

We present maps of the distributions of the calibration sets and probability densities and show how they can be used to guide further collection and to develop hypotheses of the genetic diversity within and between species.

**Additional index words:** *Stylosanthes*, forage legume, climate data base.

---

## INTRODUCTION

Mapping the range of occurrence of a species depends strongly on mapping point sites where specimens have been collected. Unless a spatial saturation of collection points is available, there has always been a problem in extending this distribution to the full estimated environmental range of occurrence. This paper presents an objective method of analyzing climate data to facilitate this mapping. The method can be used to identify further potential collecting areas, areas for *in situ* conservation, and to suggest hypotheses on intraspecific diversity or similarity.

## MATERIAL AND METHODS

We selected five sets of accessions of *Stylosanthes* species from the germplasm banks of CIAT and CSIRO. We estimated the climate of the collection sites from the CIAT climate database (Jones, 1991), and used these collection site climates as a calibration set to estimate a statistical model of the multidimensional space occupied by the accession sample. Climates vary in two quite distinct ways; the form of the

rainfall and temperature functions throughout the year, and the timing of the seasonal variation. An example of the latter is the inversion of seasons in the southern hemisphere. To remove this timing effect twelve monthly mean rainfall totals, monthly mean temperatures and diurnal temperature ranges were standardized to align the seasons.

To do this, we used a 12 point fourier transform to convert the data to frequencies and amplitudes (Jones, 1987). We subtracted the phase angle of the first frequency of the rainfall data from the other frequencies from the rest of the rainfall series and from each of the temperature and diurnal temperature range records. After retransforming the data to produce a rigid rotation of the original value, we then performed a principal components analysis on the calibration set. Taking the first four principal components, we used the latent vector values to map the climate characteristics throughout the continent. We calculated the probability that each 10 minute pixel in the climate files could have been drawn from the climate distribution defined by the calibration set. For details of this analysis see Jones *et al.* (1996).

We present the results of the exercise on *S. capitata* Vog., *S. guianensis* (Aubl.) Sw., *S. hamata* (L.) Taub., *S. scabra* Vog. and a new species, *Stylosanthes* sp. aff. *scabra*. (Figs.

---

<sup>1</sup>Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.

<sup>2</sup>Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Townsville, Australia.

1 to 5)

The tropical legume genus *Stylosanthes* has provided several species with potential for pasture and soil improvement, that have been comprehensively investigated and improved over the last 20 years (Cameron *et al.*, 1993). As most species are native to the Americas, this is where their center of diversity is, as shown by both inter- and intra-specific variation (Burt, 1984). Many *Stylosanthes* are pioneer species that occur in ephemeral habitats. They are, for example, colonizers along roadsides in the Brazilian Cerrados and Amazon (Costa and Schultze-Kraft, 1993).

## RESULTS AND DISCUSSION

### Climate largely determines occurrence

The distribution probability map produced for *S. capitata* (Fig. 2) fits well with the collection sites of germplasm accessions. The natural occurrence of *S. capitata* is disjunct, in regions of Brazil and Venezuela (Williams *et al.*, 1984), where *S. capitata* is not very frequent, according to Costa and Schultze-Kraft (1993). These authors consider that annual rainfall and the length of the dry season are the most determinant environmental variables for the natural distribution of *S. capitata* in Venezuela, while they described ample climatic variation for the Brazilian collection sites. Nevertheless, Brazilian germplasm accessions were mainly collected from semiarid, 'Caatinga' vegetation. This largely climatic determination of the natural occurrence of *S. capitata* probably led to the excellent fit of the map.

### Other factors may be important locally

*Stylosanthes guianensis sensu lato* is a pan American species, most widely found throughout the continent (Williams *et al.*, 1984). Many of the potential areas for collection have been explored. Nevertheless, there would appear to be a broad area of potential exploration for *S. guianensis* through southern Peru and northern Bolivia, Fig 4. Williams *et al.* (1984) discussed the apparent absence of *S. guianensis* from the interior lowlands of South America. They suggested that this could be because *S. guianensis* is intolerant of periods of extended waterlogging, or its poor adaptation to the shady forest environment. This may support Ferrufino *et al.* (1991), who collected legumes in the humid tropics of Cochabamba and Santa Cruz, Bolivia, and found *S. guianensis* only in the more subhumid areas with rainfall of less than 2200 mm. However, *S. guianensis* has been collected in high rainfall areas (annual rainfall >7000 mm) of the humid tropics, such as the Colombian Chocó department, where it was found relatively frequently at roadsides (B.L. Maass, unpublished data). As Williams *et al.* (1984) also considered that its apparent absence could be because of very little collection carried out in these regions,

it may be worthwhile to consider other environmental characteristics, such as chemical and physical soil factors, for potential distribution of the species, in addition to plant exploration missions to areas, where the species has potential but has not yet been collected.

### A validation of the method.

A serendipitous difficulty led us to an unplanned validation of the classification and mapping procedure. There are usually small errors of location in the files used for the analysis. In the case of *S. hamata*, there were over 20 accession collected in the small islands throughout the Caribbean, particularly some in the Bahamas. Slight errors in the passport data and minor systematic errors in the climate database made it difficult for us to align some accessions with the correct island. Since they then fell in the sea, we decided to eliminate them from the calibration set. We went ahead and fitted the model to the continental points.

Once mapped the unplanned validation became obvious. The islands onto which we had been trying to align the recalcitrant points lit up as highly probable climates for *S. hamata*, see Fig 6. The actual natural distribution of *S. hamata* has been disputed for some time because the taxonomic status of diploid and tetraploid forms of the species occur in different geographical regions. Stace & Cameron (1987) describe the diploid *S. hamata s. str.* as an indigenous component of the flora of drier habitats of the Caribbean islands, Florida and the mainland of north-eastern South America, while the tetraploid form has only been found around the Gulf of Maracaibo and the surrounding Cordilleras of Colombia and Venezuela. A description of the biogeography of *S. hamata* is presently being developed (Edye & Maass, 1996). Our mapping would indicate that both forms appear to be found in similar climatic ranges.

### Potential for further collection

The most striking indication of potential new collecting areas is the case of *Stylosanthes* sp. aff. *scabra*. There is now evidence that this species is distinct from *S. scabra*. It was first classified as a distinct plant type by Edye *et al.* (1974). Although Stace & Cameron (1987) suggested that these plants appear to be extreme segregants of the abundant natural variation occurring in *S. scabra*, in the morpho-agronomic classification carried out on a comprehensive collection, a number of accessions, previously labeled *S. scabra*, were determined as being distinct morphologically and agronomically, and belonging to this new plant type (Maass, 1989). Recently, much interest has been generated for this plant in Australia because of its frost tolerance and adaptation to heavy soils of central and southern Queensland (Jansen & Edye, n.d.); in Australia, two accessions are now in pre-release stage (L.A. Edye, 1995, personal communication).

New molecular studies (Liu & Musial, n.d.) have provided

the genetic arguments for recognizing the material belonging to this plant type as a distinct species. However, in the germplasm collections of CIAT and CSIRO, there is only a small number of accessions available. Accession points are limited to an area in the states of Bahia and Minas Gerais in eastern Brazil. The climate probability density map (Fig. 7) shows major potential collection areas in southern Brazil, eastern Paraguay and northern Argentina. As long as we do not appreciate the importance of other ecological factors for the occurrence of this species, new collection missions should focus on these areas identified to prove the validity of the generated map of distribution probability.

#### Species consist of different populations

An example of the possible generation of hypotheses about the mapped species can be seen in the natural distribution of *S. scabra*. It has a wide, but disjunct distribution in tropical South America: it occurs naturally in Colombia, Venezuela, and Brazil (Williams *et al.*, 1984). It has also been widely collected. However, if we look closely at the origin of the collection, we can see that considerable collecting has been done in Colombia, but that these collection points do not necessarily fall in high probability areas. Fig 8. However, we note that most of the points falling in high probability areas are in Central America or in Brazil. We can use this information to form a hypothesis. Are there in fact two or more populations of the species with different climatic requirements? By fitting a single multivariate normal distribution to the calibration set we may find spurious regions of high probability where no accessions exist, or we may find accession sites in areas of low probability. Figure 9 shows schematically how this could occur.

A possible procedure to investigate this would be to cluster the calibration set climates to see if they fall into clearly separated population. Jones *et al.* (1996) attempt this for wild *Phaseolus vulgaris* L. Further work on the genetic characterization of samples of these populations should help to prove or disprove this hypothesis. In a morpho-agronomic classification of a large germplasm collection of *S. scabra*, different plant types were identified. Germplasm accessions from Colombia were not only morphologically different but had also lower tannin content and relatively higher forage quality, similar to the new species *Stylosanthes* sp. aff. *scabra* (Maass, 1989). A detailed analysis of the population structure of *S. scabra* may well confirm the hypothesis generated on the basis of climate data.

## CONCLUSIONS

It would appear that we have a potentially powerful tool for explaining species distribution and forming hypotheses about genetic diversity both within and between species.

There is, however, a need to include not only climate but also soils data into potential distribution maps.

This study only used site data from germplasm collection accessions. As germplasm collectors often set out to collect a limited range of promising germplasm, their preconceived idea of the environmental niche of the species may bias the distribution data. Unlikely environments may be undercollected. Herbarium collections, on the other hand will tend to give a less biased representation of the flora of a particular region and could be used to check the potential bias in the method.

The resolution of the climate files at 10 minutes of arc (approx 18 km) leaves a lot to be desired, particularly in broken, mountainous terrain. This will be solved in the near future when we construct new interpolated climate files with a precision of 30 second of arc (about 1km). Although even then it may be difficult to "catch" the real distribution of a rather "ephemeral" species, that prefers open, disturbed environments and will be out-competed when vegetation is closed. The method should however show the envelope of climates favouring the species if other factors are taken into account. These could include; soil, vegetation type, anthropogenic influence by fire and grazing.

## REFERENCES

- BURT, R.L. Natural variation in *Stylosanthes*. In: STACE, H.M.; EDYE, L.A. eds. **The biology and agronomy of *Stylosanthes*** Academic Press, North Ryde, N.S.W., Australia. p. 103-123 1984.
- CAMERON, D.F.; MILLER, C.P.; EDYE, L.A.; MILES, J.W. Advances in research and development with stylosanthes and other tropical pasture legumes. In: BAKER, M.J. ed., **Grasslands for our world**. Wellington, New Zealand: SIR Publishing, 1993. p. 796-801.
- COSTA, N.M. de S.; SCHULTZE-KRAFT, R. Biogeografía de *Stylosanthes capitata* Vog. y de *Stylosanthes guianensis* Sw. var. *pauciflora*. **Pasturas Tropicales**, v.15, n.1, p.10-15, 1993.
- EDYE, L.A.; BURT, R.L.; NICHOLSON, C.H.L.; WILLIAMS, R.J.; WILLIAMS, W.T. Classification of the *Stylosanthes* collection, 1928-1969. CSIRO, **Div. Trop. Agron. Tech. Pap.**, v.15, p.1-28, 1974.
- EDYE, L.A.; MAASS, B.L. **Biogeography of *Stylosanthes scabra*, *S. hamata* and *Stylosanthes* sp. aff. *scabra***. Paper to be presented at an International workshop on *Stylosanthes*, Townsville, Australia, 3-4 April 1996. (In preparation). 1996.
- FERRUFINO, A.; VALLEJOS, A.; BECK, S. Recolección de leguminosas forrajeras en el trópico húmedo de

- Cochabamba y Santa Cruz, Bolivia. **Pasturas Tropicales**, v.13, n.2, p.46-48, 1991.
- JONES, P. G. Current availability and deficiencies in data relevant to agroecological studies in the geographical area covered by the IARCs. *In*: BUNTING, A. M., ed., *Agricultural Environments*. 1986.CAB International, 1987. p.69-83.
- JONES, P. G. **The CIAT climate database version 3.41**. Machine readable dataset. CIAT, 1991. Cali, Colombia.
- JONES, P. G.; GALWEY, N.W.; BEEBE, S.E.; TOHME, J. The use of Geographic Information Systems in biodiversity exploration and conservation. (in Press). 1996.
- JANSEN, P.I.; EDYE, L.A. Variation within *Stylosanthes* sp. aff. *scabra* and comparison with its closest allies, *S. scabra* and *S. hamata*. (1995, unpublished manuscript).
- LIU, C.J.; MUSIAL, J.M. *Stylosanthes* sp. aff. *scabra*: a diploid progenitor of *Stylosanthes scabra*. Genome (In preparation).
- MAASS, B.L. Die tropische Weideleguminose *Stylosanthes scabra* Vog. - Variabilität, Leistungsstand und Möglichkeiten züchterischer Verbesserung. [The tropical pasture legume *Stylosanthes scabra* Vog. - variability, performance, and possibilities for improvement]. Sonderheft 97. Landbauforschung Völkenrode, Braunschweig, Germany. 189 p. 1989.
- STACE, H.M.; CAMERON, D.F. Cytogenetic review of taxa in *Stylosanthes hamata* sensu lato. **Tropical Grasslands**, v.21, n.4, p.182-188, 1987.
- WILLIAMS, R.J.; REID, R.; SCHULTZE-KRAFT, R.; COSTA, N.M.S.; THOMAS, B.D. Natural distribution of *Stylosanthes*. *In*: STACE, H.M.; EDYE, L.A., eds., **The biology and agronomy of *Stylosanthes***. North Ryde, N.S.W., Australia: Academic Press, 1984. p.73-101.
-

# ASPECTOS FENOLÓGICOS DE SEIS ESPÉCIES VEGETAIS EM MATAS DE GALERIA DO DISTRITO FEDERAL<sup>1</sup>

NEIVA B. ANTUNES<sup>2</sup> e JOSÉ F. RIBEIRO<sup>3</sup>

## RESUMO

A fenologia de seis espécies nativas de duas Matas de galeria no Distrito Federal foi realizada de abril de 1994 a setembro de 1995. Todas as espécies apresentaram comportamento perenifólio mas, enquanto *Vochysia pyramidalis* e *Talauma ovata* produziram as folhas novas em um período relativamente curto no final da estação seca/início da chuvosa, *Tapirira guianensis*, *Tococa formicaria*, *Miconia nervosa* e *M. chamissois* mostraram produção contínua de folhas novas ao longo de todo o ano. Dois padrões de floração e frutificação foram identificados. A maioria das espécies consideradas mostrou um período de floração curto, com *V.*

*pyramidalis* e *T. guianensis* ocorrendo na época chuvosa e *M. chamissois* e *T. ovata* no final da seca/início das chuvas. Por outro lado, *T. formicaria* e *M. nervosa* apresentaram período de floração mais longo, iniciado na estação seca e finalizado na estação chuvosa. O período de frutificação foi longo apenas para *T. ovata* enquanto para as outras espécies foi curto. *Tococa formicaria*, *V. pyramidalis* e *T. guianensis* tiveram período curto de frutificação na estação chuvosa enquanto *M. nervosa* e *M. chamissois* iniciaram a frutificação na estação seca e terminaram na estação chuvosa.

**Palavras-chave:** Floração, frutificação.

## ABSTRACT

### Phenological aspects of six plant species from gallery forest in the Federal District

Phenological aspects of six plant species were taken from April 1994 to September 1995 in two Gallery Forests of Planaltina-DF. All the species were evergreen. *Vochysia pyramidalis* and *Talauma ovata* produced young leaves in a short period (late dry/early wet season), while *Tapirira guianensis*, *Tococa formicaria*, *Miconia nervosa* and *M. chamissois* had shown a continuous leaf production throughout the year. Two patterns of flowering and fruiting were identified. Most of the species had shown short flowering period. *Vochysia pyramidalis* e *T. guianensis*

flowered in the wet season and *M. chamissois* e *T. ovata* by late dry /early wet season. On the other hand, *T. formicaria* and *M. nervosa* had presented a longer flowering period, beginning in the dry season and finishing in the wet season. The fruiting period was long only for *T. ovata*. *Tococa formicaria*, *V. pyramidalis* and *T. guianensis* had short fruiting period in the wet season while *M. nervosa* and *M. chamissois* started in the dry season and finished in the wet season.

**Additional index words:** Flowering, fruiting.

## INTRODUÇÃO

A fenologia estuda a ocorrência de eventos biológicos

repetitivos e das causas de sua ocorrência, em relação a fatores bióticos e abióticos, e da interrelação entre fases caracterizadas por estes eventos numa mesma e em diferentes espé-

<sup>1</sup> Parte integrante da tese de Mestrado do primeiro autor.

<sup>2</sup> Mestranda em Ecologia, Universidade de Brasília, Bolsista CNPq.

<sup>3</sup> EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil. Email: felipe@cpac.embrapa.br

cies (Lieth, 1974). Através destes estudos torna-se possível prever a época de reprodução, descuidade e ciclo de crescimento vegetativo, parâmetros que podem ser utilizados para o manejo adequado da flora.

Em formações florestais, áreas onde a estação seca é amena, as plantas concentram a frutificação no final da estação chuvosa, e onde a estação seca é mais severa, a concentração da frutificação ocorre no início desta estação (Frankie *et al.*, 1974). Em áreas com estação seca intermediária, os picos de frutificação ocorrem em ambas as épocas (Foster, 1980). Em áreas de Cerrado, é comum: Ocorrer floração durante a seca, a abertura dos frutos coincidir com as primeiras chuvas (como no caso de espécies zoocóricas em geral), ou mesmo ocorrer frutificação de espécies com dispersão anemocórica durante a estação seca (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 1983).

As Matas de Galeria foram fenologicamente pouco investigadas. As informações disponíveis se restringem a algumas espécies de borda, outras utilizadas em cultivo e dados de observações irregulares (Oliveira & Moreira, 1992). Tais informações são insuficientes para analisar a comunidade vegetal como um todo e, responder, por exemplo, se existem padrões de floração e frutificação para plantas de Matas de Galeria do Brasil Central a exemplo do que foi postulado por Frankie *et al.* (1974) e Foster (1980) para plantas de outras florestas tropicais. Além disso, estaria a frutificação das espécies estudadas concentrada no período chuvoso onde a quantidade e atividade dos vetores animais seriam maiores como sugerem Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger (1983), ou esta concentração ocorreria na estação seca, se considerarmos que as Matas de Galeria funcionam como refúgio para alguns animais durante esse período, como questionado por Oliveira (1992). Seria a periodicidade de eventos fenológicos para as espécies em Matas de Galeria coincidente com as mudanças sazonais ocorridas Região do Cerrado?

Visando responder estas perguntas e fornecer informações adicionais sobre a fenologia de algumas espécies de Matas de Galeria da Região do Brasil Central, este estudo teve como objetivo caracterizar o comportamento fenológico de surgimento e queda de folhas, floração e frutificação de seis espécies em relação à temperatura e precipitação pluviométrica da região.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Espécies estudadas

As espécies selecionadas para o estudo foram *Miconia chamissois* Naud., *Miconia nervosa* (Smith) Triana, *Talauma ovata* ST.HIL., *Tapirira guianensis* Aubl., *Tococa formicaria* Mart. e *Vochysia pyramidalis* Mart. Exsicatas destas espécies foram coletadas e depositadas no Herbário da Universida-

de de Brasília e do Laboratório de Ecofisiologia Vegetal, Genética e Sementes do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC-EMBRAPA).

### Descrição das áreas

Duas Matas de Galeria que margeiam córregos de uma mesma bacia hidrográfica foram utilizadas para o estudo. Ambas as matas estão localizadas em Planaltina/DF, situada na Região Central do Brasil, com altitude média de 1000 m, latitude 15° 35' 30" S, longitude 47° 42' 30" W. O clima da região é do tipo Aw, de acordo com as categorias de Köppen, onde se definem nitidamente uma estação seca (geralmente, abr - set) e outra chuvosa (out - mar). A precipitação pluviométrica média anual (média de 20 anos) é 1511,2 mm e as médias de temperaturas máximas e mínimas foram de 27,4 °C e 16,3 °C, respectivamente. Os dados climáticos foram obtidos na Estação Agrometeorológica do CPAC-EMBRAPA, localizada próximo às áreas do estudo.

### Métodos

Foram selecionados aleatoriamente dez indivíduos adultos (com evidências de floração e frutificação) de cada espécie e em estado fitossanitário satisfatório. As espécies *T. formicaria*, *M. chamissois*, *M. nervosa*, *V. pyramidalis* e *T. guianensis* apresentaram médias de altura 1,55 m; 2,35 m; 2,54 m; 9,56 m e 18,00 m, respectivamente, e foram marcadas na Mata de Galeria do Córrego Sarandi (EMBRAPA/CPAC). *Talauma ovata* apresentou altura média de 15 m, e localizavam-se na mata do Córrego da Piteira (Planaltina/DF).

As observações foram semanais e realizadas com a utilização de binóculo tipo BG M - 50 (aumento 4 × 50). A presença ou ausência das características fenológicas estudadas foram anotadas no período de abril de 1994 a setembro de 1995. Os resultados de floração e frutificação obtidos foram comparados com informações obtidas nos registros do herbário da Universidade de Brasília.

## RESULTADOS

Todas as espécies apresentaram comportamento de plantas perenifólias. Quanto ao surgimento de folhas novas, apenas *V. pyramidalis* e *T. ovata* concentraram a produção de folhas em pequenos períodos do ano (jul - nov e mai - set, respectivamente), enquanto as demais espécies tiveram produção contínua de folhas durante todo o ano. Esta característica é comum nas Matas de Galeria estudadas onde as plantas, em geral, mantiveram suas copas sempre verdes o ano todo (observação de campo), enquanto nos cerrados contíguos a maior tendência é de perda das folhas em determinadas épocas do ano.

O intervalo de 18 meses escolhido para o estudo (duas estações secas e uma chuvosa) permitiu observar duas

florações para *M. nervosa*, *M. chamissois* e *T. formicaria* (Melastomataceae), enquanto a espécie *T. ovata* (Magnoliaceae) apresentou apenas uma floração. Já para *V. pyramidalis* (Vochysiaceae) e *T. guianensis* (Anacardiaceae) o período de coleta de dados não permitiu observar mais que uma floração.

Dois padrões distintos de floração foram observados (Figura 1):

1. **Floração longa**, sempre com início na estação seca alcançando os primeiros meses do período chuvoso. (*M. nervosa* e *T. formicaria*)

2. **Floração curta** a) durante o período chuvoso (*V. pyramidalis* e *T. guianensis*), b) iniciando na seca e terminando nas chuvas (*T. ovata*), c) durante a estação seca (*M. chamissois*).

Da mesma forma também foi possível distinguir dois padrões para frutificação (Figura 1):

1. **Período longo** de desenvolvimento de frutos com fase de maturação iniciando na seca e terminando no início da estação chuvosa (*T. ovata*).

2. **Período curto** de desenvolvimento dos frutos com maturação a) apenas no período chuvoso (*V. pyramidalis* e *T. guianensis*), b) do final da seca ao início das chuvas (*T. formicaria*, *M. chamissois*), c) na estação seca até o início das chuvas (*M. nervosa*).

## DISCUSSÃO

### Foliação

A concentração de perda de folhas em *T. formicaria* e *V. pyramidalis*, coincidiu com a época seca do ano, quando ocorreram índices pluviométricos mais baixos (< 30 mm) e as temperaturas registradas giraram em torno de 22 °C. Quanto ao surgimento de folhas novas, para a maioria das espécies (*T. guianensis*, *T. formicaria*, *M. nervosa* e *M. chamissois*), os picos aconteceram na época seca. Entretanto, este aspecto difere da fitofisionomia de Cerrado (ss), onde o surgimento de folhas parece ser mais comum no final da estação seca e início do período chuvoso. Com produção de folhas novas também no início da estação seca e início da estação chuvosa em diferentes espécies já havia sido observada por Barros & Caldas (1980) no Distrito Federal, Joly & Felipe (1980) em Moji-Guaçu/SP, Piccolo & Gregolim (1980) na região Sul da Bahia, Araujo *et al.* (1987) em Minas Gerais, Morellato-Fonzar (1987) na Serra do Japi/SP, Mantovani & Martins (1988) e Arrigoni (1993) no Sul de Minas Gerais.

### Floração

Apenas *M. nervosa* e *T. formicaria* apresentaram longo período de florescimento, com início na estação seca (mai-jun) e término durante as chuvas (out - nov/1994). Os picos de botões florais ocorreram no período seco (*M. nervosa* - jun, *T. formicaria* - jul).

Apresentaram floração curta as espécies *V. pyramidalis*,

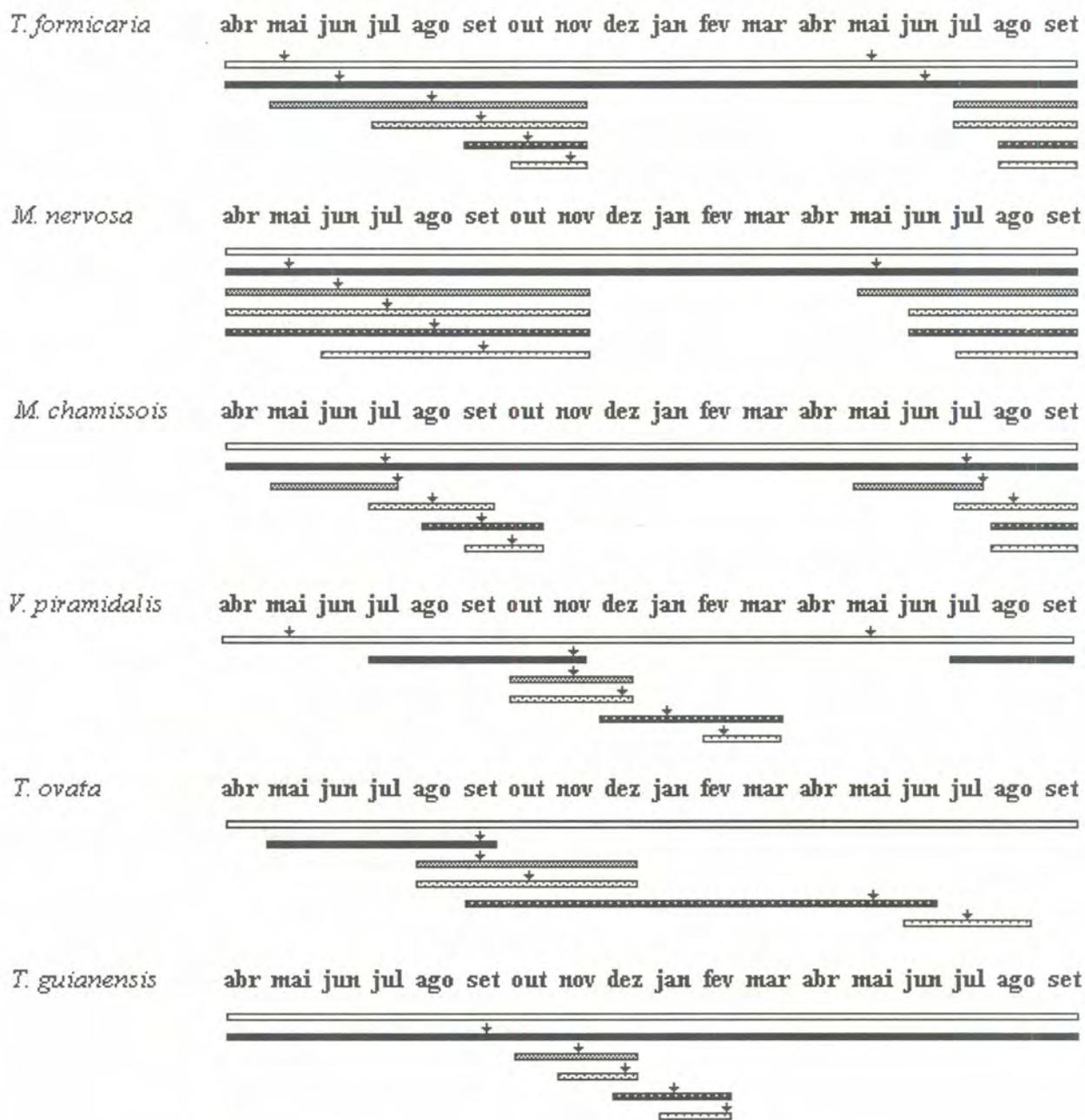
*T. guianensis*, *T. ovata* e *M. chamissois*. Este padrão ocorreu durante o período chuvoso (out - dez) em *V. pyramidalis* e *T. guianensis* e foi semelhante ao padrão geral observado por Oliveira & Gibbs (1994) para 5 espécies de *Vochysia* em áreas de Cerrado e Mata de Galeria do Jardim Botânico de Brasília. Entretanto, estes autores encontraram que *V. pyramidalis* floresceu durante a transição seca-chuva (set - out), período não coincidente com o aqui observado (out - dez).

Por sua vez, *T. ovata* iniciou a floração na estação seca e terminou durante o período chuvoso (dez). O pico de botões florais foi em setembro, época extremamente seca na região. Já *M. chamissois* apresentou floração curta concentrada na estação seca (mai - set), com um máximo de produção de botões florais no princípio de agosto (período do ano com pluviosidade zero) e temperatura média 21,4 °C. Períodos de florescimento registrados em material botânico do Herbário da Universidade de Brasília coletados nos Estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Bahia e no Distrito Federal foram confrontados com a época de floração das espécies do presente estudo e, em geral, concordaram com as observações realizadas.

### Frutificação

A espécie *T. ovata* apresentou período longo de desenvolvimento do fruto (set/1994 - ago/1995), com o máximo de produção de durante o mês de maio/1995. Desenvolvimento dos frutos na época seca sugere pouca restrição de água no solo, no entanto, a ocorrência natural de *T. ovata* se restringe às áreas inundáveis das Matas de Galeria. O tempo de permanência de frutos verdes de *T. ovata* na planta foi bastante longo (set/1994 - jun/1995) e, a maturação e a dispersão das sementes ocorreram durante a estação seca (jun - ago/1995). O lento desenvolvimento dos frutos com a maturação e dispersão das sementes por pássaros durante a seca nesta espécie foi entendida como uma estratégia reprodutiva. Esta estratégia estaria associada à umidade e temperatura do solo para a germinação das sementes na época da dispersão, já que a espécie ocorre em locais úmidos e as sementes não germinam em anaerobiose, no entanto, suas plântulas toleram o solo encharcado (Lobo, 1993) na época chuvosa.

No padrão de curto período de desenvolvimento de frutos foram incluídas *V. pyramidalis* e *T. guianensis*, com maturação no período chuvoso, e *M. nervosa* com maturação desde o período seco até as chuvas. Com isto, esta espécie expõe seus frutos aos dispersores por tempo mais prolongado. A idéia de longo tempo de exposição de frutos de *M. nervosa* aos dispersores seria reforçada pela ampla longevidade de suas sementes, que são menos sensíveis à variações de temperatura e umidade em seu ambiente natural e germinam tanto na época seca e fria como chuvosa e quente (observação de campo). Formação máxima de frutos ocorreu em a) novembro/1994 para *T. formicaria* (índice pluviométrico = 259,1 mm e temperatura média = 23,7 °C), em b) Janeiro/1995 para *V. pyramidalis* e *T. guianensis* (total



**Legenda**

- Queda de folhas
- Surgimento de folhas novas
- ..... Botões florais
- ~~~~~ Flores abertas
- Frutos verdes
- . - . - Frutos maduros
- ↓ Pico do evento fenológico

FIG. 1 - Fenofases em seis espécies de Matas de Galeria no Distrito Federal durante o período de 1994-1995.

pluviométrico = 266,1 mm e temperatura média = 22,8 °C) e c) durante a seca (ago/1994) para *M. nervosa*.

Neste padrão de frutificação curta foram enquadradas ainda as espécies *T. formicaria* e *M. chamissois*, com período curto de maturação dos frutos e dispersão das sementes ocorrendo do final da seca/início das chuvas (set - out). A produção de frutos nestas espécies foi máxima na época quente e seca (set-out/1994) com pluviosidade nula e temperatura média de 24,2°C.

Foi constatado que somente *T. ovata* dispersou no período seco, enquanto as espécies *V. pyramidalis* e *T. guianensis* realizaram a dispersão durante a estação chuvosa, e *T. formicaria*, *M. nervosa* e *M. chamissois* iniciaram a dispersão na época seca e terminaram no período chuvoso. Portanto, de maneira geral, as espécies apresentaram frutificação durante o período chuvoso, exibindo o padrão relacionado com a estação seca relativamente severa na região do Cerrado, como o proposto por Frankie *et al.* (1971) para florestas tropicais. Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger (1983) sugerem que a concentração de frutos maduros acontece na estação chuvosa, devido à maior ocorrência de vetores animais, garantindo a dispersão. Ao contrário, a frutificação concentrada na seca estaria relacionada com refúgio para os animais durante este período (Oliveira & Marie, 1992). Dentre as espécies estudadas este parece ser o caso de *T. ovata*. Suas sementes parecem ser bastante apreciadas pelos pássaros.

A época de frutificação de todas as espécies deste estudo foi praticamente coincidentes com a época de ocorrência de frutos verificadas no material botânico do Herbário da Universidade de Brasília. Entretanto, também como na floração, pareceu haver uma pequena variação em torno do período observado no presente estudo, dependendo da área de ocorrência da planta. A espécie *M. nervosa*, por exemplo, apresentou na Bahia e em dois locais diferentes do Mato Grosso, a formação e a maturação dos frutos cerca de 30 dias antes que em outras regiões de Goiás, Distrito Federal e Maranhão.

## CONCLUSÃO

De maneira geral as espécies estudadas maturaram seus frutos e dispersaram suas sementes no início ou durante a estação chuvosa. A concentração de frutos maduros neste período poderia estar associada à maior disponibilidade de umidade no solo para a germinação das sementes e também reforçaria a hipótese de Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger (1983) que sugerem que a concentração de frutos maduros na estação chuvosa é maior devido à maior ocorrência de vetores animais, garantindo a dispersão.

## LITERATURA CITADA

ARAUJO, G. M.; FRANCISCON, C. H.; NUNES, J. G.  
Fenologia de nove espécies arbóreas de um cerrado no

município de Uberlândia - MG. **R. Cient. Ci. Biomed. Univ. Fed. Uberlândia**, v.3, n.1, p.3-17, 1987.

ARRIGONI, M. F. **Fenologia e germinação da casaqueira (Campomanesia rufa (Berg) Nied.): uma fruteira dos Cerrados**. Lavras: ESAL, 1993. 58 p. Tese Mestrado.

BARROS, M. A. G.; CALDAS, L. S. Acompanhamento de eventos fenológicos apresentados por cinco gêneros nativos do cerrado (Brasília - DF). **Brasil Florestal**, v.10, n.42, p.7-14, 1980.

FOSTER, R. B. Heterogeneity and disturbance in tropical vegetation. In: SOULÉ, M.E.; WILCOX, B.A., ed., **Conservation Biology: an evolutionary -ecological perspective**. Sunderland, Mass: Sinauer, 1980. p.75-92.

FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G.; OPLER, P. A. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forest in the lowlands of Costa Rica. **J. Ecol.**, v.62, p.881-919. 1974.

GOTTSBERGER, G.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. Dispersal and distribution in the cerrado vegetation of Brazil. **Sonderbänd des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg**, v.7, p.315-352, 1983.

JOLY, C. A.; FELIPPE, G. M. Fenologia de *Magonia pubescens* St. Hil. **Ciência e Cultura**, v.32, p.936 - 941. 1980.

LIETH, H. **Phenology and seasonality modelling**. New York: Springer-Verlag, 1974. p.444.

LOBO, P. C. **Tolerância à inundação de plantas de *Talauma ovata* ST. HIL. e aspectos do seu comportamento em uma mata ciliar da bacia do Rio Jacaré Pepira, Brotas, SP**. Campinas, Universidade Estadual de Campinas. 1993. Tese de Mestrado.

MANTOVANI, V.; MARTINS, F. R. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji-Guaçu, Estado de São Paulo. **Rev. Bras. Bot.**, v.11, p.101-112. 1988.

MORELLATO-FONZAR, L. P. C. **Estudo comparativo de fenologia e dinâmica de duas formações florestais na Serra do Japi, Jundiá, SP**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1987. 232p. Tese Mestrado.

OLIVEIRA, P. E. **Fenologia e reprodução de espécies de Mata de Galeria**. In: Reunião sobre Matas de Galeria da Região do Cerrado, 1. Brasília/DF. 1992.

OLIVEIRA, P.; GIBBS, P. Pollination biology and breeding systems of six *Vochysia* species (Vochysiaceae) in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.10, p.509-522, 1994.

OLIVEIRA, P.E.; MOREIRA, A. G. Anemocoria em espécies de cerrado e mata de galeria de Brasília, DF. **Revta. Brasil. Bot.**: no prelo. 1992.

PICCOLO, A. L. G.; GREGOLIM, M. I. Fenologia de *Melia azedarach* L. no sul do Brasil. **Turrialba**, Costa Rica, v.30, n.1, p.107-109, 1980.

# CONSERVAÇÃO *EX-SITU* DE RECURSOS GENÉTICOS DO CERRADO: PLANTAS MEDICINAIS, ORNAMENTAIS E MELIPONÍNEOS<sup>1</sup>

TEREZINHA A.B. DIAS<sup>2</sup>, ROBERTO F. VIEIRA<sup>2</sup>, MARCUS V.M. MARTINS<sup>3</sup>,  
CLAÚDIA M.C. MELLO<sup>4</sup>, MARCELINO C. BOAVENTURA<sup>4</sup>, ALBA E. RAMOS<sup>4</sup>, MARTA  
C. ASSIS<sup>2</sup>, FREDERICO A. RAMOS<sup>4</sup>, PEDRO P. MONTEIRO<sup>4</sup> e GERMANA M.C.L. REIS<sup>4</sup>

---

## RESUMO

Com uma flora e fauna extremamente rica, o bioma Cerrado vem historicamente sofrendo com o acelerado processo de expansão urbana e agropecuária. Diversos grupos de espécies vêm sendo alvo de forte erosão genética, destacando-se aquelas utilizadas regionalmente como medicinais e ornamentais, normalmente alvo de intensa exploração predatória. A mesma ação predativa sofrem as abelhas nativas,

importantes agentes na manutenção do equilíbrio dinâmico deste bioma. O Centro Nacional de Pesquisa em Recursos Genéticos e Biotecnologia - CENARGEN/EMBRAPA e o Jardim Botânico de Brasília - JBB/GDF, vem implementando atividades de coleta e conservação "ex-situ" destas espécies.

**Palavras-chave:** Medicinal, abelhas.

## ABSTRACT

### Conservation *ex-situ* of the "Cerrados" genetic resources: medicinal, ornamental and melliferous plants

The Brazilian Savanna biome has extremely rich flora. Historically it has been destroyed as a consequence of the urban development in addition to the increase of agriculture and grazing areas. Many of the native species are suffering a strong genetic erosion, especially the medicinal, ornamental and insects such as is bees, which are very important for the equilibrium of that biome. The National Center

for Genetic Resources Research and Biotechnology - CENARGEN/EMBRAPA and the Brasília Botanic Garden - JBB/GDF, are now developing activities of collection and "ex-situ" conservation of these endangered species.

**Additional index words:** Medicinal plants, bees, Brazilian Savanna.

---

<sup>1</sup> Trabalho financiado pela Fundação de Apóio a Pesquisa do Distrito Federal, Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia e Jardim Botânico de Brasília.

<sup>2</sup> EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia, SAIN - Parque Rural, Brasília, DF 70770-900, Brasil. E-mail: dias@cenargen.embrapa.br

<sup>3</sup> Bolsista CAPES, SAIN - Parque Rural, Brasília, DF 70770-900, Brasil. e-mail: marcus@cenargen.embrapa.br

<sup>4</sup> Jardim Botânico de Brasília, SMDB, Conjunto 12, Brasília, DF 71680-120, Brasil.

## INTRODUÇÃO

Considerado um bioma com grande diversidade de espécies, a vegetação do Cerrado domina a região do Brasil-Central, ocorrendo nos estados de Goiás, Tocantins, parte de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, sul de Mato Grosso e do Piauí, oeste da Bahia, uma parte do estado de São Paulo e no Distrito Federal, ocupando segundo Ratter (1991), cerca de 2 milhões de km<sup>2</sup>.

Infelizmente o Cerrado é atualmente um dos biomas brasileiros mais ameaçados, pois constitui a principal fronteira agropecuária do país. Grandes empreendimentos continuamente se instalam nesta região, favorecendo sobremaneira a imigração e o conseqüente aumento da pressão antrópica sobre seus recursos naturais. Esta situação concorre para um brutal processo de extinção de espécies e perda da variabilidade genética das populações vegetais e animais. Dias (1990) afirma que, se o processo atual não se reverter, a utilização sustentada de seus recursos bióticos não mais será possível, e o que restar do Cerrado será tão pouco e fragmentado, que sua biota certamente não sobreviverá.

Um grupo importante de insetos, as abelhas nativas sem ferrão, são fortes colaboradoras na manutenção do equilíbrio dinâmico de diversos habitats deste Bioma, devido, principalmente, à ação polinizadora de várias espécies nativas. Elas também estão bastante ameaçadas, considerando o contexto acima.

As plantas medicinais do Cerrado têm importância inquestionável pelo alto potencial de produção e armazenamento de metabólitos secundários, resultantes das reações das plantas ao "stress" ambiental. Apesar deste potencial, pouco se conhece sobre a constituição química da maioria das espécies. Segundo dados de Gomes & Gottlieb (1977), até fins de 1977 menos 1% das plantas brasileiras tinham sido estudadas quimicamente. Paradoxalmente, além da perda da diversidade genética pelos fatores já mencionados, as informações sobre seus usos também estão se perdendo no processo de aculturação. Então, as ações no sentido de conhecer e preservar sua diversidade e variabilidade tem caráter emergencial.

O Cerrado também é riquíssimo em plantas ornamentais de elevado potencial econômico, que vêm sofrendo uma intensa exploração predatória.

Cientes desta problemática e urgência, o Centro Nacional de Pesquisa em Recursos Genéticos e Biotecnologia - CENARGEN-EMBRAPA e o Jardim Botânico de Brasília (JBB-GDF) vêm somando esforços para estabelecer coleções e bancos de germoplasma "ex-situ" de espécies nativas medicinais, ornamentais e abelhas sem ferrões do Cerrado, o que possibilitaria intercâmbio, desenvolvimento de pesquisas e a conservação de seu germoplasma. Desde então estas instituições vêm envidando esforços no sentido de implantar o primeiro banco de germoplasma "ex-situ" de plantas orna-

mentais, medicinais e de abelhas nativas (meliponíneos) do Cerrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para implantação dos bancos de germoplasmas de plantas medicinais e ornamentais, a metodologia básica adotada foi a seguinte:

- **Coleta de germoplasma** - No caso das plantas medicinais do Cerrado, foram selecionadas dez espécies nativas mais utilizadas pela população da região, por levantamentos etnobotânicos e bibliográficos. As áreas de ocorrência foram obtidas por levantamentos nos herbários regionais. Quanto às plantas ornamentais, selecionaram-se as espécies pertencentes à família *Alstroemeriaceae*, *Amaryllidaceae*, *Araceae*, *Bromeliaceae* e *Orchidaceae*, pela exuberância, ampla distribuição nos Cerrados e potencial comercial.

As coletas de germoplasma destas plantas vêm sendo realizadas por expedições específicas. Localizada uma população, coleta-se o germoplasma (sementes, frutos e mudas) e também material botânico (exsicatas). Adota-se coletar o maior número de acessos de cada espécie em diferentes localidades. Dados sobre o germoplasma coletado é devidamente anotado em cadernetas de campo. O material botânico, após a coleta, recebe o devido tratamento e é incorporado ao acervo do herbário (CEN), sendo as duplicatas enviadas ao herbário (HEPH). O germoplasma coletado é enviado para plantio nos bancos de germoplasma do Jardim Botânico de Brasília - JBB.

- **Implantação das coleções** - O banco de germoplasma de plantas medicinais foi implantado no ano de 1995 em área específica do JBB. Possui sistema de irrigação por aspersão e um pequeno curso d'água para o plantio de espécies adaptadas a solos mais úmidos. As mudas das plantas medicinais são diretamente plantadas na coleção. As sementes são plantadas em canteiros no viveiro, onde posteriormente são produzidas mudas que são incorporadas fisicamente à coleção.

O Banco de germoplasma de plantas ornamentais foi instalado em viveiro próprio, também no ano de 1995. Rotineiramente são feitos nesta coleção acompanhamento sanitário e avaliação paisagística (fenologia no viveiro, época de floração, número de floração, aspecto ornamental, tamanho da planta e longevidade da planta).

Os dados anotados na caderneta de campo e aqueles específicos observados nos Bancos de Germoplasma são anotados, constituindo importantes informações para o banco de dados das espécies mantidas nestas coleções.

**Estudos de metodologia de conservação das espécies** - Após a coleta de germoplasma semente, uma parte é enviada ao Laboratório de Análise de Sementes CENARGEN/EMBRAPA, para realização de estudos que indiquem a melhor metodologia para sua conservação a longo prazo.

Para o trabalho com abelhas nativas sem ferrão, priorizou-se a espécie *Tetragonisca angustula* (Jataí) pela importância como fornecedora de mel. O trabalho vem sendo assim desenvolvido:

- **Obtenção de enxames** - Os enxames vêm sendo obtidos por expedições de coleta e captura através da colocação de caixas-isca.

- **Instalação do meliponário** - Os enxames capturados estão sendo instalados em área própria no JBB, devendo superar o número mínimo de 40 colméias, divididas em grupos de 10. Segundo Kerr e Vencovsky (1982), este é o número mínimo de colônia para evitar a endogamia. Estes enxames são colocados em colméias do tipo "Nogueira Neto", sobre suporte de ferro e cobertas com telhas. O manejo adotado segue os procedimentos propostos por Nogueira Neto (1970).

- **Identificação das espécies da flora nativa utilizadas pelos meliponíneos** - Coletas de abelhas e material florístico visitados por elas vêm sendo realizadas rotineiramente no JBB, em diversas fitofisionomias. As abelhas coletadas são depositadas em coleções de referência no JBB. Exsicatas do material florístico visitado pelas abelhas estão sendo montadas e incorporadas ao herbário (HEPH).

## RESULTADOS

Com as atividades de enriquecimento, o Banco de germoplasma de Plantas Medicinais do JBB conta hoje com 161 acessos. Já o Banco de germoplasma de Plantas Ornamentais tem cerca de 07 acessos de Alstroemeriaceae, 27 acessos de Amaryllidaceae, 32 acessos de Araceae, 47 acessos de Bromeliaceae e 178 acessos de Orchidaceae.

Foram registrados pelo trabalho de identificação de meliponíneos cerca de 12 espécies na área do Jardim Botânico de Brasília, e 30 espécies de plantas nativas visitadas por estas abelhas.

Todos os dados sobre esses acessos, mantidos nos Bancos de Germoplasma e relacionados à pesquisa com abelhas nativas estão atualmente disponíveis em listagens. Mas poderão ser mais facilmente acessados com a implementação do banco de dados que conterà, além das informações do local de coleta, dados das observações fenológicas, que vêm sendo anotados, das plantas visitadas (no caso das abelhas) e de utilização medicinal da flora regional, entre outros.

## CONCLUSÃO

A implementação dos Bancos de Germoplasma "ex-situ" de espécies do Cerrado é absolutamente prioritária para a conservação das espécies, dado o grande risco de perda, conforme comentado acima. Os acessos coletados estão disponíveis no JBB a toda comunidade científica.

## LITERATURA CITADA

- DIAS, B.F.S. Conservação de recursos nativos do Cerrado. In: PINTO, M. N., (org), **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília: Ed. UnB, 1990 p 583-640.
- GOMES, C.M.R. ; GOTTLIEB O.R. **Cadastro fitoquímico brasileiro**. Universidade de São Paulo, 1977.
- KERR, W.E.; VENCOVSKY, R. Melhoramento genético em abelhas I. Efeito do número de colônias sobre o melhoramento. **Rev. Bras. de Genética**, v.5, n.2, p.279-285, 1982.
- NOGUEIRA-NETO, P. **A criação de abelhas indígenas sem ferrão (MELIPONINAE)** 2. ed. São Paulo: Tecnapis, Chácaras e Quintas, 1970. 365 p.
- RATTER, J.A. **The conservation situation of the Brazilian Cerrado vegetation**. Report for World Wildlife Found (WWF). Edinburgh Royal Botanical Garden, 1991. 19p.

# TESTE DE TETRAZÓLIO EM SEMENTES DE *Cyrtopodium* sp., ORQUÍDEA DO CERRADO

CLÁUDIA M.C. MELLO<sup>1</sup>, RUI A. MENDES<sup>2</sup>, MARISA de GOES<sup>2</sup> e LUCIENE D. CARDOSO<sup>2</sup>

## RESUMO

Utilizando dois lotes de sementes de *Cyrtopodium* sp., um morto por imersão em álcool etílico e outro na forma em que foi coletado, foi possível avaliar a eficiência do teste

de tetrazólio na viabilidade das sementes dessa orquídea.

**Palavras-chave:** Viabilidade de sementes, germinação.

## ABSTRACT

### Tetrazolium test applied to the seeds of the "Cerrado" orchid *Cyrtopodium* sp.

Two *Cyrtopodium* sp. seed samples, one killed by immersion into ethyl alcohol and other alive, were used to evaluate the efficiency of triphenyl tetrazolium chloride test

on the seeds viability.

**Additional index words:** Savanna, triphenyl tetrazolium chloride, germination, seed viability.

## INTRODUÇÃO

A região dos Cerrados compreende cerca de 25% do território nacional. Nela é encontrada uma flora bastante diversificada, com potencialidade de exploração madeireira, medicinal, alimentar e ornamental.

Com o avanço da fronteira agrícola e conseqüente devastação ambiental, é urgente o desenvolvimento de estudos dessas espécies, para uma melhor conservação da sua biodiversidade.

A família *Orchidaceae* é bem distribuída no bioma Cerrado, com a ocorrência de cerca de 162 espécies dentro do Distrito Federal (Filgueiras & Pereira, 1990). Apesar do seu grande valor ornamental, a sua exploração racional esbarra na dificuldade de propagação, devido ao fato de suas semen-

tes necessitarem de uma associação simbiótica com micorrizas, e possuírem os embriões não completamente desenvolvidos. Por isso, levam um tempo relativamente longo para germinarem.

O teste de tetrazólio foi realizado por necessidade de se obter informações rápidas sobre a viabilidade das sementes de orquídeas do Cerrado, antes de colocá-las para germinar em meio asséptico e assimbiótico, evitando-se assim o desperdício de tempo e substrato.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas sementes de frutos maduros e já abertos de uma única planta da orquídea *Cyrtopodium* sp.,

<sup>1</sup> Jardim Botânico de Brasília, SMDB, Conjunto 12, Brasília, DF 71680-120, Brasil.

<sup>2</sup> EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF 70770-900, Brasil. e-mail: rmendes@cenargen.embrapa.br, mgoes@cenargen.embrapa.br e luciene@cenargen.embrapa.br

identificada como Mello 033, coletada em junho de 1995, em campo rupestre no município de Alto Paraíso, em Goiás, na latitude de 13° 50' S, longitude de 47° 24' W e a uma altitude de 1490 m. A planta coletada está vegetando no Jardim Botânico de Brasília, aguardando o seu florescimento para identificação da espécie. Logo após a deiscência dos frutos, as sementes foram divididas em dois lotes. Um lote de sementes foi morto por imersão em álcool etílico 96° GL por seis horas e o outro foi mantido vivo, na forma em que foi coletado.

Os dois lotes sofreram uma pré-embebição em câmara com 100% de UR, por um período de 16 horas e a 25°C de temperatura, para facilitar a absorção do tetrazólio (Jordão, Lopes & Takaki, 1988; Singh, 1981).

Cada lote de semente foi subdividido em quatro subamostras de 100 sementes cada uma, as quais foram imersas em solução contendo 1% (p/v) de sal de tetrazólio (cloreto de 2,3,5 trifênil tetrazólio), sob temperatura de 30°C por quatro horas. A solução de tetrazólio com as sementes foi distribuída em placas de petri envoltas por papel alumínio para ficarem na ausência de luz (Popinigis, 1977).

A contagem e as observações das sementes foram realizadas com a utilização de um microscópio estereoscópico marca Carl Zeiss, com aumentos que variaram de 10 a 16 vezes.

## RESULTADOS

Nas quatro repetições de sementes que foram mortas por imersão em álcool etílico 96° GL, todas as sementes permaneceram com a mesma cor do início do tratamento com tetrazólio, apresentando embriões esféricos com a coloração branca, indicando a total ausência de atividade metabólica. Nas quatro repetições das sementes que não sofreram tratamento com álcool etílico, 100% das sementes tomaram uma coloração rosada, indicando uma atividade metabólica do tecido embriônico. A coloração foi mais intensa em um ponto do embrião, provavelmente o eixo embrionário, pois coincidiu com o ponto de início da germinação das sementes

quando foram colocadas para germinar em meio de cultura MS (Murashige & Skoog, 1962), na metade de sua concentração. Este estudo ainda se encontra em andamento, ficando os resultados a serem divulgados posteriormente.

## CONCLUSÕES

A utilização do teste de tetrazólio em sementes de *Cyrtopodium* sp. se mostrou eficiente. Esta é uma técnica prática e rápida para a determinação da viabilidade das sementes, pois dados preliminares de teste de germinação *in vitro* coincidiram com os resultados do teste de tetrazólio. É um teste que pode ser usado tanto antes da propagação assimbiótica e asséptica de sementes de orquídeas, como em experimentos de conservação das sementes em nitrogênio líquido, para conhecer rapidamente a viabilidade das sementes depois de armazenadas a -196°C, sem a necessidade de fazer a sua germinação asséptica.

## LITERATURA CITADA

- FILGUEIRAS, T.S.; PEREIRA, B.A. da S. Flora do Distrito Federal. In: PINTO, M.N. **Cerrado**: caracterização, ocupação e perspectivas. Brasília: SEMATEC/UNB, 1990. p.330-388.
- JORDÃO, L.R.; LOPES, V.B.; TAKAKI, M. Selection of viable seeds *In Hormidium coriaceum* Ldl. (*Orchidaceae*) by density separation. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.16, p.515-519, 1988.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.15, p.473-497, 1962.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, Ministério da Agricultura, 1977. 289p.
- SINGH, F. Differential staining of orchid seeds for viability testing. **American Orchid Society Bulletin**, Cambridge, v.50, n.4, p.416-418, 1981.

# REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES NA BACIA ARAGUAIA-TOCANTINS: PRIMEIROS RESULTADOS

GERARD COCHONNEAU<sup>1</sup>

## RESUMO

A partir do acervo de dados pluviométricos e fluviométricos mantido pelo DNAEE, foi realizada uma regionalização da chuva anual e da vazão média anual na bacia do rio Tocantins. O método do vetor regional foi utilizado para criticar a pluviometria mensal e completar as falhas, a fim de obter isoietas anuais. Os primeiros resultados

obtidos na regionalização dos parâmetros hidrológicos relacionam a vazão média anual com a pluviometria média da bacia e a área drenada.

**Palavras-chave:** Chuva anual, vazão média anual, regionalização, Brasil.

## ABSTRACT

### Regional analysis of rainfall and discharges in the Araguaia-Tocantins basin: first approach

Based on rainfall and water level data supplied by the DNAEE, a regional analysis of annual rainfall data and mean yearly discharge was made in Tocantins river basin. The regional vector method was used for critical examination and homogenization of monthly rainfall

totals to obtain the annual isohyets. First results for the regional analysis correlate mean yearly discharge with annual rainfall and drainage area.

**Additional index words:** Annual rainfall total, mean yearly discharge, Brazil, Tocantins state.

## INTRODUÇÃO

Com a ocupação agrícola dos Cerrados e particularmente com a grande expansão da agricultura irrigada, aparecem em certas áreas tensões crescentes, causadas pela disputa de água, entre agricultores e outros usuários. Para prevenir e evitar esses conflitos, é imprescindível adquirir conhecimento básico dos recursos hídricos da região e avaliar o seu potencial de aproveitamento para a agricultura. O projeto "Estudo dos Recursos Hídricos dos Cerrados", que está sendo reali-

zado através do convênio CPAC/ORSTOM, tem esta meta. Os recursos hídricos apresentam uma grande variabilidade, no tempo e no espaço, que a densidade das redes hidropluviométricas não permite conhecer por completo. Torna-se, então, necessário regionalizar os parâmetros hidrológicos para gerar resultados a serem usados como entrada dos modelos de gerenciamento e de simulação. Este trabalho descreve parte da metodologia de regionalização utilizada no projeto e apresenta os primeiros resultados parciais em termos de regionalização de vazões na alta bacia do rio Tocantins.

<sup>1</sup> CPAC, Convênio EMBRAPA/ORSTOM, Caixa Postal 09747, Brasília, DF 70001-970, Brasil. Email: gerard@sede.embrapa.br

## MATERIAL E MÉTODOS

### Dados pluviométricos

A caracterização das precipitações na área da bacia Araguaia-Tocantins foi feita com os dados de pluviometria diária cedidos pelo DNAEE (Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica), relativos a 516 postos de observação, sendo 225 situados dentro da bacia e os demais nas regiões adjacentes. Este acervo foi gerenciado pelo *software* HYDROM e os dados sofreram um tratamento prévio de homogeneização, visando a eliminar os postos com dados insuficientes e/ou duvidosos, e completar as falhas de informações dos postos de melhor qualidade para obter maior número de anos completos.

O "Método do Vetor Regional" utilizado baseia-se na hipótese da existência, numa região, de uma tendência pluviométrica única na escala de tempo estudada (no caso mensal). Portanto, na medida em que a densidade de postos é suficiente, a matriz de dados (uma linha para cada ano, uma coluna para cada posto da região) pode ser sintetizada no produto de um vetor coluna de índices pluviométricos por um vetor linha dos coeficientes de cada posto. Esses vetores são extraídos da matriz original mediante um processo iterativo de busca dos valores modais, aplicado sucessivamente às linhas e às colunas. A comparação de cada posto com o vetor regional permite então identificar os períodos durante os quais as observações do posto são desviadas em relação ao vetor. Os valores correspondentes, bem como as falhas de observação, podem então ser ou não corrigidos.

Antes de tudo, examinou-se os dados diários de todos os postos para recuperar alguns totais mensais: os meses com falhas de até 3 dias foram considerados completos para os estudos posteriores. A seguir, fez-se uma primeira aplicação do método do vetor a grandes regiões para eliminar os postos ou os períodos mais duvidosos (totais anuais muito fortes ou muito fracos).

Em seguida, consultou-se os dados diários para retificar eventuais erros de digitação. Numa segunda fase, foram identificadas 29 regiões homogêneas na bacia Araguaia-Tocantins (cerca de 700 mil km<sup>2</sup>) e seus arredores. Fez-se também uma crítica dos dados originais de cada posto, baseada no comportamento das observações em relação ao vetor da região a que ele pertence e, privilegiando-se os postos com maior período de funcionamento, foram selecionados 159 postos para o período 1969-1994.

### Dados hidrométricos

As cotas diárias observadas e as medições de descargas líquidas foram fornecidas pelo DNAEE para todos os postos hidrométricos da rede nacional de observação situados na bacia Araguaia-Tocantins. O *software* HYDROM foi utilizado para gerenciar os dados hidrométricos dos 235 postos do acervo e realizar todos os tratamentos. Fez-se também

uma crítica com ajuda de representação gráfica para eliminar os erros mais grosseiros de digitação antes de estabelecer as curvas-chave em 92 postos que possuem medições de descargas suficientes, o que permitiu calcular as vazões diárias, mensais e anuais.

### Regionalização

Utilizaram-se os dados pluviométricos dos 159 postos com uma série de duração superior a 20 anos completos (observados ou com falhas completadas), no período 1969/1994, para gerar as isoietas anuais em toda a bacia Araguaia-Tocantins. O processo de interpolação foi feito usando-se o método de *kriging* com variograma linear da média do total anual em ano hidrológico (início em setembro).

Por causa do alto custo de manutenção de uma rede hidrométrica, a escassez de dados é sempre um obstáculo para estudos em hidrologia e recursos hídricos. A regionalização visa estimar os valores de parâmetros hidrológicos em áreas sem observação a partir de variáveis que podem ser medidas facilmente ou obtidas a partir de mapas. Com este objetivo, foi tentado relacionar a vazão média anual  $Q$  das 37 sub-bacias com a pluviometria anual e com a área drenada  $A$ . A pluviometria média  $P$  do ano hidrológico foi calculada pelo método de Thiessen a partir dos pluviômetros selecionados anteriormente, fazendo uso de um sistema de informação geográfica (IDRISI). Uma equação da forma  $Q = aP^b A^c$  foi ajustada para as médias interanuais e para os valores anuais de cada sub-bacia. A Figura 1 mostra a situação dos pluviômetros e dos postos hidrométricos utilizados.

## RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os primeiros resultados dizem respeito apenas às regiões do alto e médio Tocantins (situadas ao sul do paralelo 12). Na Figura 2, foram traçadas as curvas isoietas anuais com intervalo de 200 mm e foram situados os pluviômetros considerados, após homogeneização, para o estabelecimento das mesmas.

Para relacionar a vazão com a chuva e a área drenada, a seguinte equação foi obtida para a amostra de 362 anos completos das 37 sub-bacias estudadas:

$$\log(Q) = 1.642 \log(P) + 0.95 \log(A) - 15.76$$

com um coeficiente de correlação  $r^2$  de 0,95.

O ajuste das médias interanuais, portanto, para uma amostra de 37 variáveis, forneceu uma equação com parâmetros muito parecidos (menos de 2% de discrepância), mas acrescentou pouco em termos de qualidade do ajuste ( $r^2 = 0,97$ ). Pode-se verificar na Figura 3 a correlação entre as médias interanuais das vazões observadas e as vazões calculadas.

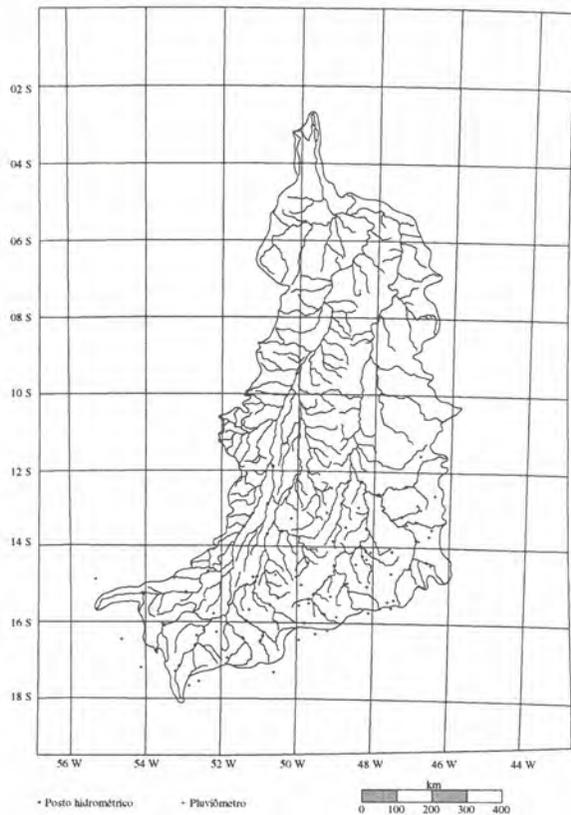


FIG. 1 - Situação geográfica dos postos de observação utilizados para regionalização.

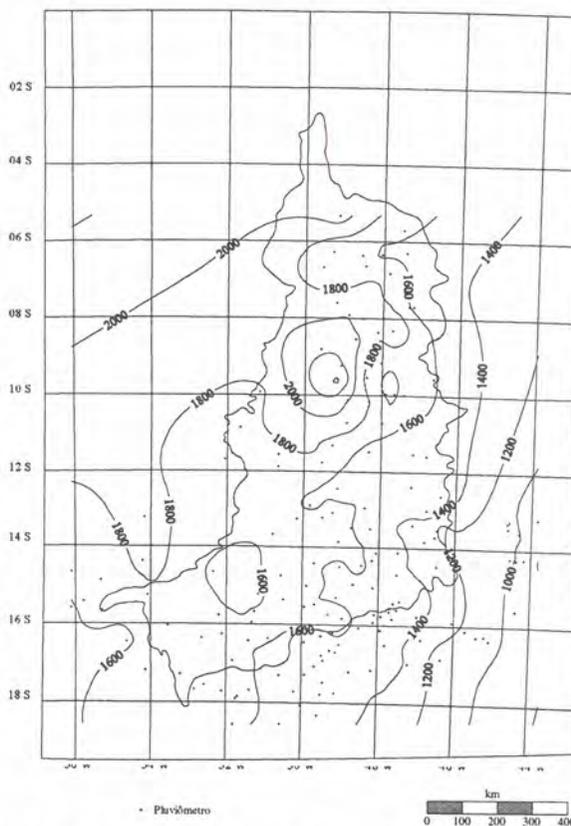


FIG. 2 - Isoietas (período 1969/94) e situação dos pluviômetros utilizados.

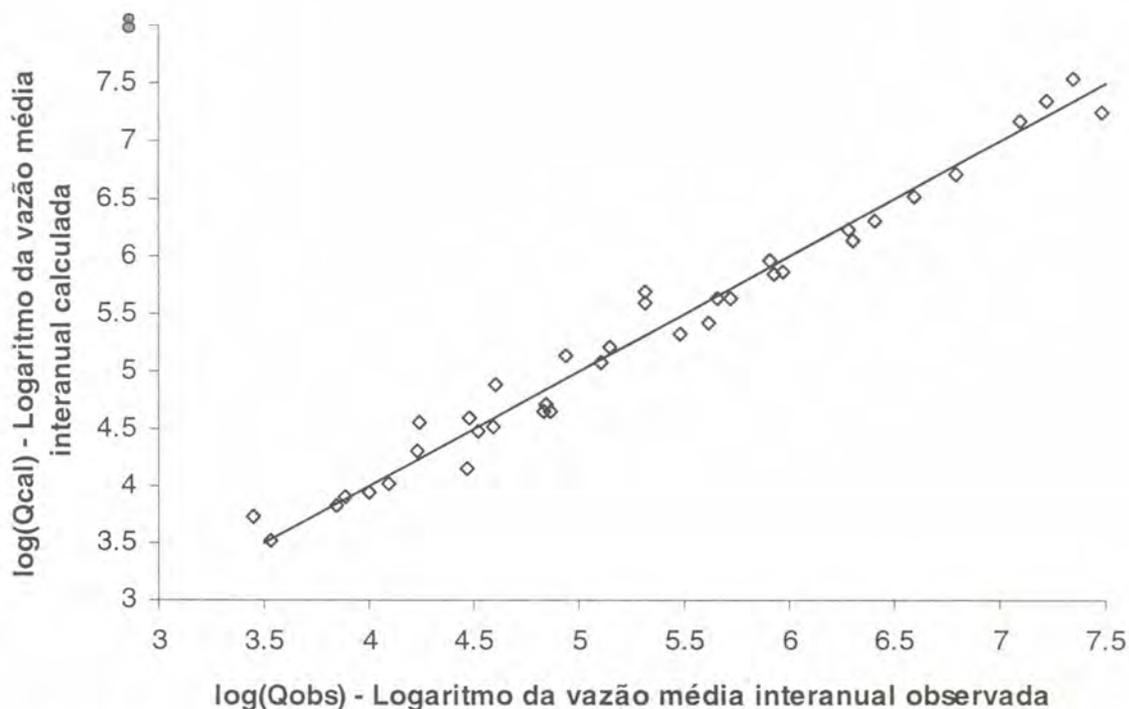


FIG. 3 - Correlação da vazão interanual calculada com a observada.

A validade destas equações se estende para bacias entre 2 mil e 130 mil km<sup>2</sup>, que é a faixa de variação das sub-bacias utilizadas no ajuste. Isto representa uma limitação na medida em que os resultados desta regionalização seriam interessantes para bacias menores, mas traduz a falta de observações pluviométricas em bacias de pequeno porte na região estudada. Com esta restrição, a equação pode ser utilizada para estimar a vazão anual de bacias não observadas da região.

O nosso objetivo imediato é ampliar este trabalho ao resto da bacia Araguaia-Tocantins e regionalizar outros parâmetros (vazão específica, vazão mínima, etc.) em intervalos de tempo anual e mensal. Futuramente o mesmo estudo deverá ser realizado em outras áreas da região dos Cerrados.

#### LITERATURA CITADA

- MOLINIER, M.; MAIA, A.C. da S.; SANTOS, D.F. dos. **Balanco hídrico da bacia amazônica** - Metodologia e primeiros resultados. IX Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos. Rio de Janeiro, v.1, p.158-167. 1991.
- COCHONNEAU, G.; HIEZ, G.; SECHET, P. MVR, **Logiciel pour la critique, l'homogénéisation et la synthèse d'observations pluviométriques**. Coll. LogOrstom, 1 vol. + 3 disq. 1991.
- TUCCI, C.E.M. Regionalização de vazões. *In: Hidrologia: ciência e aplicação*. Porto Alegre: Editora da Universidade, ABRH, EDUSP. cap. 15. p.573-620. 1993.

# MORTALIDADE DE PLANTAS LENHOSAS DO CERRADO APÓS DUAS QUEIMADAS PRESCRITAS

MARGARETE N. SATO<sup>1</sup> e HELOISA S. MIRANDA<sup>1</sup>

## RESUMO

A mortalidade de plantas lenhosas do estrato arbóreo-arbustivo da vegetação do Cerrado foi determinada após a realização de duas queimadas prescritas. A primeira foi realizada em agosto de 1992, quando a área estava protegida de queima por 18 anos, resultando na morte de 13,0% dos indivíduos e reduções de 10,0% no volume cilíndrico e 16,6% na área basal. Em 1994 foi realizada, no mesmo local, a segunda

queimada que resultou na morte de 6,4% dos indivíduos e redução de 5,9% no volume cilíndrico e 4,0% na área basal. As taxas de mortalidade são significativamente diferentes ( $P=0,001$ ), sugerindo um impacto reducional do regime de queima na estrutura da vegetação.

**Palavras-chave:** Savana, cerrado, fogo, taxa de mortalidade.

## ABSTRACT

### Death of vascular plants of the "Cerrado" after two prescribed burnings

The mortality of woody plants in "cerrado" vegetation (savanna), after two prescribed burnings, was determined. The first burning was in August 1992, in an area protected from fire for the previous 18 years. The mortality rate was 13.0% with a reductions of 10.0% in tree cylindrical volume and 16.6% in tree basal area. The second burning was in August 1994, in the same area,

and resulted in a death rate of 6.4% and a reduction of 5.9% in the cylindrical volume and 4.0% in the basal area. Mortality rates were statistically different ( $P = 0.001$ ) showing that fire regime has an impact on the cerrado vegetation structure.

**Additional index words:** Savanna, "cerrado", burning, mortality rate.

## INTRODUÇÃO

O fogo é um dos agentes causadores de distúrbios e resulta na redução súbita da fitomassa, mudanças nas composições florística, fitossociológica e estrutural da vegetação. A ocorrência de fogo, de origem natural e antrópica, é um fenômeno antigo na maioria dos ecossistemas terrestres, em especial, na zona tropical com estação seca bem definida (Sarmiento 1984). Nessa região predominam as savanas, formações não florestais abertas, com plantas lenhosas, herbá-

ceas e graminosas, que são mantidas por condições especiais de clima (sazonalidade), solo e queima periódica.

Na América Latina as savanas cobrem 2,5 milhões de km<sup>2</sup>, dos quais 2,0 milhões de km<sup>2</sup> constituem o Cerrado que ocupa, aproximadamente, 20 % do território nacional e exhibe muitas formas fisionômicas: cerradão, uma floresta com o dossel mais ou menos fechado; cerrado *stricto sensu*, com fisionomia densa de arbustos e árvores; campo-cerrado, de fisionomia mais aberta, e campo-sujo, áreas de gramíneas com arbustos esparsos (Goodland 1971).

<sup>1</sup>Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia, Brasília, DF 70910-900, Brasil.

Dentre os estudos já realizados sobre os efeitos do fogo no Cerrado, Coutinho (1990) propõe que o fogo é o agente mantenedor de certas fisionomias e que muitas das espécies da flora possuem adaptações pirofíticas. Ramos (1991) sugere que a mortalidade de plantas do Cerrado, como consequência de queimadas, é um fenômeno raro e Sambuichi (1991) conclui que o fogo periódico, a longo prazo, modifica a fisionomia e a composição florística. Todavia, poucos são os estudos que apresentam as características da vegetação antes da ocorrência do fogo, tornando difícil a comparação dos resultados existentes na literatura sobre o efeito do fogo na estrutura da vegetação lenhosa do Cerrado.

Este trabalho teve como objetivo determinar o impacto de duas queimadas prescritas consecutivas na taxa de mortalidade e na alteração da estrutura da vegetação lenhosa, de uma área de cerrado *stricto sensu*, protegido do fogo por 18 anos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Reserva Ecológica do IBGE (RECOR), localizada a 35 km ao sul de Brasília. A RECOR está situada a 1 100 m de altitude, ocupando uma área de 1 360 ha. A fitofisionomia que cobre maior parte da área da reserva é o cerrado *lato sensu*, apresentando-se sob as formas de campo-sujo, campo-cerrado, cerrado *stricto sensu* e cerradão.

Este projeto utilizou uma área de 10 ha de cerrado *stricto sensu* protegida do fogo há 18 anos. A área experimental (500 m x 200 m) foi dividida em parcelas de 100 m x 100 m. No centro de cinco parcelas alternadas foram demarcadas subparcelas de 50 m x 20 m para a realização do inventário da vegetação do estrato arbóreo-arbustivo.

Em junho de 1992 foram inventariadas todas as plantas com diâmetro maior que cinco cm, a 30 cm do nível do solo. As plantas foram amostradas quanto a espécie, a altura e o diâmetro (a 30 cm do solo).

As queimadas prescritas foram realizadas em agosto de 1992, 18 anos sem queima, e em agosto de 1994, com dois anos sem queima.

Os inventários para determinar o impacto do fogo na vegetação do estrato arbóreo-arbustivo foram realizados em junho de 1994 e junho de 1995, nas mesmas parcelas e indivíduos do inventário realizado em 1992.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área de estudo foram inventariados 1 146 indivíduos vivos distribuídos em 60 espécies. *Ouratea hexasperma* (St. Hil.) Bail. foi a espécie que apresentou maior número de indivíduos (170), e cinco espécies estavam presentes com ape-

nas um indivíduo nas subparcelas amostradas.

Após a primeira queimada foram inventariados 997 indivíduos vivos e 57 espécies. Estes números foram reduzidos para 933 indivíduos e 56 espécies após a segunda queimada prescrita. As espécies que apresentaram 100% de mortalidade, após a queimada de 1992, foram *Baccharis intermixta* Gardn., *Mimosa claussenii* Benth. e *Pouteria torta* (Mart.) Radlk. e, apenas *Erythroxylum tortuosum* Mart. apresentou 100% de mortalidade após a queimada de 1994. Estas espécies estavam representadas com apenas um indivíduo.

As taxas de mortalidade determinadas na primeira e segunda queimadas prescritas foram de 13,0% e 6,4%, respectivamente. Estas taxas são significativamente diferentes ( $P = 0,001$ ), sugerindo um impacto do regime de queima na estrutura da vegetação do estrato arbóreo-arbustivo do Cerrado. Quando comparadas à taxa de mortalidade de 1,3% ao ano, determinada por Henriques<sup>2</sup> (comunicação pessoal) para cerrado *stricto sensu* protegido contra queima, estas taxas são consideradas altas e contrariam a observação feita por Ramos (1991) de que a mortalidade causada por fogo é um evento raro no Cerrado. Trapnell (1959) determinou, para as savanas africanas, diferentes taxas de mortalidade para queimadas realizadas no início (0,64%) e final (1,58%) da estação seca; um aumento de 2,5 vezes na mortalidade causada pela alteração do regime de queima.

A mortalidade de 13,0% dos indivíduos após a primeira queimada prescrita pode ser consequência do comportamento do fogo causado pelo grande acúmulo de combustível nos 18 anos de proteção. Nessas condições, o fogo se propaga de uma forma mais lenta, resultando em uma exposição da vegetação por um tempo mais prolongado às altas temperaturas (Miranda *et al.*, 1993).

Nas duas queimadas, os indivíduos com diâmetro a 30 cm do solo entre 5,0 e 6,0 cm e altura inferior a 2,0 m apresentaram a maior taxa de mortalidade (Figura 1). De forma geral, os indivíduos com essa característica possuem cascas mais finas e estão, portanto, sujeitas a maior exposição a altas temperaturas durante a passagem do fogo (Guedes 1993, Miranda *et al.*, 1993). O aumento na mortalidade de indivíduos com diâmetro entre 5,0 e 6,0 cm na segunda queimada reflete a mortalidade de rebrotas ocorridas após a queimada de 1992.

Como consequência da mortalidade de alguns indivíduos, bem como do consumo da casca e de ramos durante a passagem do fogo, o volume cilíndrico foi reduzido de 19 m<sup>3</sup> para 17 m<sup>3</sup> e para 16 m<sup>3</sup> após a primeira e segunda queimada, respectivamente. A área basal também sofreu diminuição de 6,0 m<sup>2</sup> para 5,0 m<sup>2</sup> e para 4,8 m<sup>2</sup> após a primeira e segunda queimada, respectivamente.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que é necessário estabelecer um regime de queimadas adequado para a vegetação do Cerrado, de tal forma que seja possível remover o acúmulo de combustível sem alterar de forma significativa a

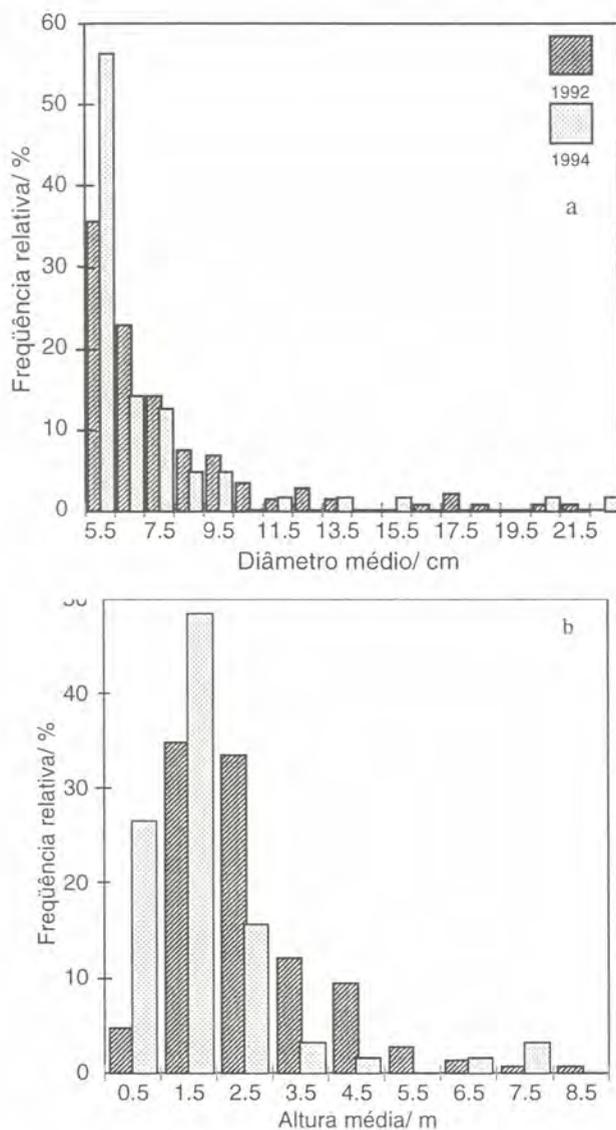


FIG. 1 - Mortalidade de indivíduos do estrato arbóreo-arbustivo de uma área de cerrado stricto sensu submetida a duas queimadas prescritas (em 1992, 18 anos protegida de queima e em 1994, 2 anos protegida de queima): a) mortalidade em relação ao diâmetro a 30 cm do solo e b) mortalidade em relação à altura.

estrutura e composição da vegetação. Só assim, as queimadas prescritas poderão ser utilizadas com segurança como instrumento de manejo em áreas de conservação.

## CONCLUSÕES

Duas queimadas prescritas foram realizadas em uma área de cerrado *stricto sensu*. A primeira em 1992 (18 anos sem queima) e a segunda em 1994.

1) As taxas de mortalidade determinadas após as queimadas de 1992 e 1994 foram 13,0% e 6,4%, respectivamente. As taxas são significativamente diferentes ( $P = 0,001$ ).

2) Os indivíduos com diâmetro, a 30 cm do solo, entre 5,0 cm e 6,0 cm e altura inferior a 2,0 m apresentaram as maiores taxas de mortalidade.

3) *Baccharis intermixta* Gardn., *Mimosa clausenii* Benth. e *Pouteria torta* (Mart.) Radlk. apresentaram 100% de mortalidade após a queimada de 1992. Após a queimada de 1994 apenas *Erythroxylum tortuosum* Mart. apresentou 100% de mortalidade. Cada espécie estava presente com apenas um indivíduo na área de estudo.

4) Os resultados demonstram que é necessário estabelecer um regime de queima adequado para a vegetação do Cerrado, de tal forma que seja possível remover o acúmulo de combustível sem alterar de forma significativa a estrutura e composição da vegetação.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio da Brigada de Combate a Incêndios do IBGE pela realização das queimadas prescritas; ao Serviço Florestal do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA/FS); ao CNPq (Proc. n° 53042193-3) pelo apoio financeiro, e à CAPES pela bolsa de Mestrado concedida a Margarete Naomi Sato.

## LITERATURA CITADA

- COUTINHO, L.M. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. *In: GOLDAMER, J.G., ed., Fire in the tropical biota - ecosystem process and global changes.* Ecological studies, v. 8A., Berlin: Springer-Verlag, 1990. p.82-105.
- GOODLAND, R. A physiognomic analysis of the cerrado vegetation of Central Brazil. *Journal of Ecology*, v.59, p.411-419, 1971.
- GUEDES, D.M. **Resistência das árvores do cerrado ao fogo: papel da casca como isolante térmico.** Brasília: Universidade de Brasília, 1993. 99p. Tese de Mestrado.
- MIRANDA, A.C.; MIRANDA, H.S.; DIAS, I.F.O.; DIAS, B.F.S. Soil and air temperatures during prescribed cerrado fires in Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v.9, p.313-320, 1993.
- RAMOS, A.E. **Efeitos da queima sobre a vegetação lenhosa do cerrado.** Brasília: Universidade de Brasília, 1991. 142p. Tese de Mestrado.
- SAMBUICHI, R. **Efeitos a longo prazo do fogo periódico sobre a fitossociologia da camada lenhosa de um cerrado em Brasília, DF.** Brasília: Universidade de Brasília, 1991. 130p. Tese de Mestrado.
- SARMIENTO, G. **The ecology of neotropical savannas.** Cambridge: Harvard University Press, 1984. 235p.
- TRAPNELL, C. G. Ecological results of woodland burning experiments in Northern Rhodesia. *Journal of Ecology*, v.50, p.815-822, 1959.
-

# MORTALIDADE DE PLANTAS LENHOSAS EM CAMPO-SUJO SUBMETIDO A QUEIMADAS PRESCRITAS

GABRIELA T. da SILVA<sup>1</sup>, MARGARETE N. SATO<sup>1</sup>, HELOISA S. MIRANDA<sup>1</sup>  
e DANILO A. FURTADO<sup>1</sup>

## RESUMO

O impacto do regime de queima na vegetação do estrato arbóreo-arbustivo de duas áreas de campo-sujo foi determinado após a realização de duas queimadas prescritas. As primeiras queimadas foram realizadas em junho e setembro de 1992, em vegetação protegida de queima por 18 anos, resultando em taxas de mortalidade de 2,1 e 7,0%, respectivamente.

As queimadas realizadas, no mesmo local, em junho e agosto de 1994 resultaram em taxas de mortalidade de 11,2 e 13,7%, respectivamente. Não houve diferença significativa ( $P = 0,001$ ) entre as taxas determinadas em 1992 e as de 1994.

**Palavras-chave:** Savana, campo-sujo, fogo, taxa de mortalidade

## ABSTRACT

### The mortality of perennial plants in a "Cerrado" area under prescribed fire

The impact of fire regime on the woody vegetation was determined after prescribed burnings in two experimental areas of "campo-sujo". The first burnings take place in June and September 1992, when the areas were protected from fire for the previous 18 years, resulting in mortality rates of 2.1 and 7.0%. For the burnings of June and September

1994, in the same area, the mortality rates were 11.2 and 13.7%, respectively. Mortality rates were not statistically different ( $P = 0.001$ ) for the 1992 fires neither for the 1994 ones.

**Additional index words:** Savanna, "campo-sujo", fire, mortality rate

## INTRODUÇÃO

As savanas são um dos maiores componentes da vegetação do mundo, cobrindo uma superfície de 15 milhões de km<sup>2</sup> e contribuem com aproximadamente 30% da produção primária do planeta (IPCC, 1990). Na América do Sul, as formações savânicas ocupam 2,5 milhões de km<sup>2</sup>, sendo que 80% dessa área é ocupada pelo cerrado. No Brasil, o cerrado é o segundo tipo de vegetação mais importante, sendo supe-

rado apenas pela floresta tropical, que ocupa uma área de 3,5 milhões de km<sup>2</sup>.

A maior parte do cerrado apresenta clima tropical com temperaturas médias acima de 18 °C. A precipitação é de 600 mm/ano em algumas áreas e 2 200 mm/ano em outras. Geralmente mais de 85% da precipitação ocorre de outubro a abril.

O cerrado apresenta várias formas fisionômicas, sendo as mais comuns: o cerradão, uma floresta com dossel mais

<sup>1</sup> Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia, Brasília, DF 70910-900, Brasil.

ou menos fechado; cerrado *stricto sensu*, um escrube denso de arbustos e árvores; campo-cerrado, um escrube aberto e campo-sujo, área de gramíneas com arbustos esparsos (Goodland, 1971). A vegetação do cerrado apresenta fenologia marcadamente sazonal, e a ocorrência de queimadas é comum em todas as formas de cerrado, especialmente naquelas em que o estrato de gramíneas é mais abundante (Coutinho, 1990).

Vários aspectos do efeito do fogo na vegetação do cerrado foram investigados (ver Coutinho, 1990, para uma revisão completa). Todavia, esses trabalhos não relacionam os impactos do fogo na vegetação com o regime de queima. Este trabalho teve como objetivo investigar o impacto de diferentes regimes de queima na vegetação do estrato arbóreo-arbustivo de uma área de campo-sujo protegido de queima por 18 anos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Reserva Ecológica do IBGE, localizada a 35 km ao sul de Brasília. A Reserva ocupa uma área de 1360 ha, sendo o cerradão, cerrado *stricto sensu*, campo cerrado e campo-sujo as fitofisionomias dominantes na área.

Para este estudo foram utilizadas duas áreas de campo-sujo, com 4 ha cada, protegidas contra o fogo por 18 anos. As áreas experimentais (200 m x 200 m) estavam separadas por um aceiro de 4 m de largura. Cada uma das áreas foi dividida em quatro parcelas de 1 ha. No centro de cada parcela foi demarcada uma subparcela de 50 m x 20 m, para a realização do inventário da vegetação do estrato arbóreo-arbustivo, antes e após as queimadas prescritas.

Para o inventário anterior às queimadas, junho de 1992,

**TABELA 1 - Lista de espécies para os indivíduos presentes em uma área de campo-sujo, e a mortalidade causada por queimadas prescritas realizadas em Junho de 1992 e 1994 na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF.**

Espécie	Indivíduos 1992	Mortes 1992	Mortes 1994
<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vog.) Yakovl.	1	0	0
<i>Butia leiospatha</i> (Mart.) Becc.	4	1	0
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth.	3	0	0
<i>Caryocar brasiliensis</i> Camb.	1	0	1
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	1	0	1
<i>Davilla elliptica</i> St. Hil.	22	1	1
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	1	0	0
<i>Diospyros burchelli</i> Hiern.	4	0	0
<i>Enterolobium ellipticum</i> Benth.	1	0	0
<i>Eremanthus glomerulatus</i> Less.	1	0	0
<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.	1	0	0
<i>Erythroxylum deciduum</i> St. Hil.	1	0	0
<i>Erythroxylum suberosum</i> St. Hil.	44	1	3
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart.	1	0	0
<i>Lafoensia pacari</i> St. Hil.	1	0	0
<i>Ouratea hexasperma</i> (St. Hil.) Bail.	9	0	2
<i>Palicourea rigida</i> H.B.K.	1	0	0
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	2	0	0
<i>Psidium</i> sp.	1	0	0
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	5	0	0
<i>Roupala montana</i> Aubl.	12	0	4
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	5	0	1
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	48	1	13
<i>Syagrus comosa</i> (Mart.) Becc.	1	0	0
<i>Syagrus flexuosa</i> (Mart.) Becc.	1	0	0
<i>Symplocos ramiflora</i>	1	0	0
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	1	0	0
<i>Vellozia squamata</i> Mart. ex Schult.	15	0	0
<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl.	1	0	0
<b>Total</b>	<b>190</b>	<b>4</b>	<b>21</b>

TABELA 2 - Lista de espécies para os indivíduos presentes em uma área de campo-sujo, e a mortalidade causada por queimadas prescritas realizadas em Setembro de 1992 e 1994 na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF.

Espécie	Indivíduos 1992	Mortes 1992	Mortes 1994
<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vog.) Yakovl.	1	0	0
<i>Baccharis intermixta</i> Gardn.	1	1	0
<i>Banisteriopsis stellaris</i> (Gr.) Gates	1	0	0
<i>Butia leiospatha</i> (Mart.) Becc.	7	0	0
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth.	1	0	0
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	1	0	0
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	17	5	0
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	1	0	0
<i>Davilla elliptica</i> St. Hil.	10	0	1
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	1	0	0
<i>Eremanthus goyazensis</i> Sch. Bip.	1	0	0
<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.	1	0	0
<i>Erythroxylum deciduum</i> St. Hil.	2	0	0
<i>Erythroxylum suberosum</i> St. Hil.	47	4	5
<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	2	0	0
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart.	2	0	0
<i>Ouratea hexasperma</i> (St. Hil.) Bail	4	0	1
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker.	1	0	0
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	1	0	0
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	1	0	0
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	1	0	0
<i>Roupala montana</i> Aubl.	18	0	8
<i>Rourea induta</i> Planch.	2	0	1
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	7	0	2
<i>Syagrus flexuosa</i> (Mart.) Becc.	4	0	0
<i>Vellozia squamata</i> Mart. ex Schult.	5	0	0
<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl.	1	0	0
<b>Total</b>	<b>141</b>	<b>10</b>	<b>18</b>

todas as plantas com diâmetro maior que 5 cm a 30 cm do nível do solo foram amostradas quanto à espécie, à altura e ao diâmetro (a 30 cm do solo).

As queimadas prescritas foram realizadas em junho (precoce) e setembro (tardia) de 1992, estando a vegetação protegida contra o fogo por 18 anos, e em junho e setembro de 1994, protegida por apenas dois anos.

Os inventários para determinar o impacto do fogo na vegetação lenhosa nas áreas de campo-sujo submetidas à queimada precoce e tardia foram realizados em junho de 1994 e em junho de 1995.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área de campo-sujo submetida à queima precoce (junho) foram inventariados 190 indivíduos distribuídos em 29 espécies, sendo *Styrax ferrugineus* Nees. & Mart., *Erythroxylum suberosum* St. Hil., *Davilla elliptica* St. Hil.,

*Vellozia squamata* Mart. ex Schult. e *Roupala montana* Aubl. as espécies que apresentaram maior número de indivíduos: 48, 44, 22, 15 e 12, respectivamente. Na área submetida à queima tardia (setembro) o número de indivíduos inventariados foi de 141, distribuídos em 27 espécies. *Erythroxylum suberosum* St. Hil., *Roupala montana* Aubl., *Connarus suberosus* Planch. e *Davilla elliptica* St. Hil. apresentaram o maior número de indivíduos: 47, 18, 17 e 10, respectivamente. Dezoito espécies foram comuns às duas áreas (Tabelas 1 e 2).

Na área submetida à queimada precoce, o número de indivíduos vivos inventariados após a queimada de 1992 foi 186, número este reduzido para 165 após a segunda queimada. Apenas duas espécies apresentaram 100 % de mortalidade na área, *Caryocar brasiliense* Camb. e *Connarus suberosus* Planch., presentes com um indivíduo cada nas quatro subparcelas. As taxas de mortalidade calculadas em 1992 e 1994 foram de 2,1 e 11,2%, e são significativamente diferentes ( $P = 0,001$ ). A diferença entre as duas taxas de mortalidade pode ser explicada com base no comportamen-

to do fogo. Queimadas em áreas de campo são geralmente rápidas em função da característica do combustível (Luke & McArthur, 1978). Na queimada precoce de 1992 havia um grande acúmulo de combustível como consequência da proteção contra o fogo (18 anos) e foi realizada 61 dias após a última chuva (1,6 mm). Todavia, em junho de 1994 a queimada foi realizada 3 dias após a última chuva (19,4 mm), o que pode ter resultado em uma queimada com baixa taxa de propagação da frente de fogo e, conseqüentemente, maior tempo de permanência, resultando em maior dano para a vegetação (Miranda *et al.*, 1993).

Na área submetida à queimada tardia, o número de indivíduos vivos inventariados após a primeira queimada foi de 131, tendo sido reduzido para 113 após a queimada de setembro de 1994. Apenas *Baccharis intermixta* Gardn. apresentou 100 % de mortalidade (Tabela 2). As taxas de mortalidade na primeira e segunda queimadas tardias foram 7,0 e 13,7%, não sendo significativamente diferentes ( $P = 0,001$ ).

Não foi encontrada diferença significativa ( $P = 0,001$ ) entre as taxas de mortalidade nas queimadas de 1992 e nem entre as realizadas em 1994. Estes resultados contrastam com os apresentados por Trapnell (1959) que determinou haver diferença entre a taxa de mortalidade para a vegetação de savanas africanas, submetidas a diferentes regimes de queima, isto é, 0,64 e 1,58 % em queimada precoce e tardia, respectivamente. Todavia, as taxas de mortalidade determinadas neste estudo são superiores à taxa de 1,3 % ao ano, determinada em mortalidade natural da vegetação lenhosa do cerrado (Henriques -comunicação pessoal) e de savanas africanas, (0,38% ao ano) determinada por Trapnell (1959).

Nas queimadas realizadas em 1992, os indivíduos com diâmetro, a 30 cm do solo, entre 5,0 e 6,0 cm foram os que apresentaram maior mortalidade: 100 e 80% na queimada precoce e tardia, respectivamente. Em 1994, cerca de 98% dos indivíduos mortos foram aqueles que haviam sofrido danos severos em 1992 (morte da parte aérea, mas com rebrota subterrânea entre 1992 e 1994). Estes dados estão de acordo com as observações feitas por Hopkins (1965) na vegetação de savanas africanas, submetida à queima anual, de que a mortalidade é alta entre indivíduos com diâmetro pequeno e entre rebrotas, impedindo a regeneração da vegetação. Sambuichi (1991), em um estudo sobre os efeitos da queima sobre a vegetação lenhosa do cerrado, conclui que queimadas periódicas modificam a fisionomia e composição florística, tornando o cerrado mais aberto pela redução acentuada do número de indivíduos e pela inibição do recrutamento.

As altas taxas de mortalidade determinadas na vegetação

de campo-sujo submetida aos dois regimes de queima, bem como a elevada mortalidade de indivíduos de diâmetros pequenos e rebrotas indicam a necessidade de se estabelecer um regime de queima que resulte em menor impacto na estrutura da vegetação.

## CONCLUSÕES

O impacto do regime de queima na vegetação do estrato arbóreo-arbustivo de duas áreas de campo-sujo foi determinado após a realização de duas queimadas prescritas. As primeiras queimadas foram realizadas em junho e setembro de 1992 (18 anos sem queima) e as segundas em junho e setembro de 1994.

1) As queimadas realizadas em junho e setembro de 1992 resultaram em taxas de mortalidade de 2,1 e 7,0%. As realizadas, no mesmo local, em junho e setembro de 1994 resultaram em taxas de mortalidade de 11,2 e 13,7%. Não houve diferença significativa entre as taxas determinadas em 1992 e 1994.

2) Os indivíduos com diâmetro, a 30 cm do solo, entre 5,0 e 6,0 cm foram os que apresentaram maior mortalidade após as queimadas de 1992. Em 1994, cerca de 98% dos indivíduos mortos foram os que sofreram danos severos em 1992 (morte total da parte aérea, mas com rebrota subterrânea entre 1992 e 1994).

3) *Caryocar brasiliense* Camb. e *Connarus suberosus* Planch. apresentaram 100% de mortalidade após as queimadas de 1992. Apenas *Baccharis intermixta* Gardn. apresentou 100% de mortalidade após a queimada de 1994. Cada espécie estava presente com apenas um indivíduo cada na área de estudo.

4) As altas taxas de mortalidade, bem como a elevada mortalidade de indivíduos com diâmetro pequeno e rebrotas, indicam a necessidade de se estabelecer um regime de queima que resulte em menor impacto na estrutura e composição da vegetação.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Brigada de Combate a Incêndios do IBGE pela realização das queimadas prescritas; ao Serviço Florestal do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA/FS) e ao CNPq (Proc. nº 53042193-3) pelo apoio financeiro; à CAPES pela bolsa de Mestrado concedida a Margarete Naomi Sato.

<sup>1</sup> Dr. Raimundo P. B. Henriques. Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF 70910-900, Brasil.

## LITERATURA CITADA

- COUTINHO, L. M. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. In: GOLDAMER, J. G., ed., **Fire in the tropical biota - ecosystem processes and global challenges**. Berlin: Springer-Verlag, 1990. p.82-105.
- GOODLAND, R. A. Physiognomic analysis of the cerrado vegetation in Central Brazil. **Journal of Ecology**, v.59, p.411-419, 1971.
- HOPKINS, B. Observations on savanna burning in the Olokemeji Forest Reserve, Nigeria. **Journal of Applied Ecology**, v.2, p.367-381, 1965.
- IPCC. **Climate change: the IPCC scientific assessment**. London: Cambridge Press, 1990. 395p.
- LUKE, R. H.; McARTHUR, A. G. **Bushfires in Australia**. Victoria: Wilke and Company Limited, 1978. 359p.
- MIRANDA, A.C; MIRANDA, H. S.; DIAS, I. F. O.; DIAS, B. F. S. Soil and air temperatures during prescribed cerrado fires in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.9, p.313-320, 1993.
- SAMBUICHI, R. H. R. **Efeitos de longo prazo do fogo periódico sobre a fitossociologia da camada lenhosa de um cerrado em Brasília, DF**. Brasília: Universidade de Brasília, 1991. 130p. Tese de Mestrado.
- TRAPNELL, C. G. Ecological results of woodland burning experiments in Northern Rhodesia. **Journal of Ecology**, v.47, p.129-168, 1959.
-

# AVALIAÇÃO DA PATOGENICIDADE DE *Cylindrocladium clavatum* EM PLÂNTULAS DE BARU (*Dipteryx alata*)

MARIA de F. SANTOS<sup>1</sup>, MARTA G. R. FAIAD<sup>2</sup> e WILMA R. C. RIBEIRO<sup>1</sup>

## RESUMO

Na região do Distrito Federal foram constatados sintomas de tombamento em plântulas de *Dipteryx alata*. Em ambiente úmido, observaram-se sobre as lesões, massas de coloração esbranquiçada, constituídas pela frutificação do fungo. Dos tecidos infectados isolou-se *Cylindrocladium clavatum*, que foi inoculado no colo de plântulas saudáveis, na emissão da terceira e quarta folhas. As plantas inoculadas foram mantidas em câmara com umidade saturada à 25°C.

Adotou-se quatro tratamentos: plântulas inoculadas e não inoculadas, 24 h após o transplante, e plântulas inoculadas e não inoculadas, sem transplante prévio. Nas plântulas inoculadas com e sem transplante verificaram-se 59,4% e 100% de tombamento, respectivamente, após oitavo dia da inoculação.

**Palavras-chave:** Tombamento, espécie nativa do Cerrado.

## ABSTRACT

### Pathogenicity evaluation of *Cylindrocladium clavatum* in "baru" (*Dipteryx alata*) seedlings

Seedlings of *Dipteryx alata* with damping-off symptoms were found in the Distrito Federal region. It was observed a whitish mass with fungus structures over the lesions, in a humid environment. From the infected tissue it was isolated *Cylindrocladium clavatum*, which was inoculated at the colon of healthy plants, after the formation of the third and fourth leaves. Inoculated plants were kept in a humid chamber, at 25°C. Four treatments were performed: inoculated and non

inoculated seedlings 24 hours after the seedling transplant; and inoculated and non inoculated seedlings, without previous seedling transplant. Inoculated seedlings transplant with or without transplant presented 59,4% and 100% of damping-off, respectively, eight days after the fungus inoculation.

**Additional index words:** Damping-off, native specie of the Cerrado region.

## INTRODUÇÃO

O baru (*Dipteryx alata* Vog.) é uma planta nativa do Cerrado com grande potencial para utilização alimentar, paisagística e na recuperação de áreas degradadas (Lorenzi,

1992). A polpa e a semente do baru são altamente energéticas, nutritivas e ricas em minerais, principalmente do elemento potássio. Cruas ou torradas, as amêndoas (sementes), com sabor semelhante ao do amendoim, são bastante apreciadas pela população regional. O teor proteico do baru

<sup>1</sup> Universidade de Brasília, Departamento de Fitopatologia, Brasília, DF 70910-900, Brasil.

<sup>2</sup> EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia, Caixa Postal 02372, Brasília, DF 70602-000, Brasil.

(cerca de 10%) é superior ao do coco-da-bahia (Almeida, 1987).

Na época seca, a polpa adocicada dos frutos, de sabor e aroma característicos, é consumida pelos bovinos e suínos em pastagens nativas do Cerrado e por aves silvestres. Os frutos maduros caem da árvore nessa época, período em que as espécies componentes da pastagem apresentam baixo teor nutritivo. O baru é plantado em praças e na arborização urbana. No Mato Grosso, é considerada excelente espécie para plantio em calçadas, alamedas de praças e grandes áreas de lazer.

No Estado de São Paulo, o baru está na lista das espécies que correm perigo de extinção, sendo sua conservação genética feita por populações base *ex situ* (Siqueira *et al.*, 1992).

Na obtenção das plantas em viveiro, além da qualidade da semente, determinada pela somatória de atributos físicos, genéticos, fisiológicos e sanitários (Vieira, 1988), as mudas de baru requerem uma exigência especial: a sua manutenção em pleno sol para evitar o ataque de fungos, pois locais sombreados favorecem o desenvolvimento do fungo *Cylindrocladium* sp. (Carvalho, 1994). Os frutos geralmente são coletados no solo, o que favorece a sua colonização por fungos. Santos (1995) relata nas sementes coletadas de matrizes provenientes da região do Cerrado os seguintes fungos: *Phomopsis* spp., *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Chaetomium* spp., *Rhizopus* spp., *Pestalotia* spp. e *Trichoderma* spp.

Em condições de viveiro, na região do Distrito Federal, foram observadas plântulas de baru com tombamento causado por *Cylindrocladium* sp.. As mudas exibiam sintomas de murcha e morte, em consequência das lesões que anelam suas hastes. A doença não tem ocasionado prejuízos significativo porém, com o aumento na produção de mudas, poderá atingir níveis economicamente consideráveis. Os objetivos do presente trabalho foram determinar a espécie e o potencial patogênico deste fungo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O fungo presente nas plântulas com tombamento, oriundas da região do Distrito Federal, foram isolados em meio batata-dextrose-ágar (BDA). Para multiplicação do inóculo, discos do meio contendo o fungo foram transferidos para placas de Petri esterilizadas, contendo meio de cultura MLA (extrato de malte 3 g; extrato de levedura 2 g;  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  0.5 g; ágar 20 g; água destilada 1 l). As placas foram mantidas em câmara de incubação a uma temperatura de  $25 \pm 2$  °C, sob regime de alternância luminosa (12 horas luz negra/12 horas escuro), durante 7 dias.

O inóculo foi preparado com 20 ml de água destilada esterilizada em cada placa, sendo os conídios colocados em suspensão através da raspagem com auxílio de um pincel

isento de impurezas. Em seguida, foi feita a filtração da suspensão obtida da raspagem, em dupla camada de gaze esterilizada. Através da câmara de contagem de Neubauer realizou-se a avaliação da concentração de conídios na suspensão, a qual foi ajustada para  $2 \times 10^6$  conídios/ml.

As plântulas a serem inoculadas foram obtidas de sementes selecionadas a partir da análise de sanidade. Sementes com ausência de estruturas fúngicas foram colocadas para germinar em copos plásticos contendo solo autoclavado por uma hora a 120°C. A inoculação foi realizada no surgimento da terceira e quarta folhas, depositando-se 2 ml da suspensão no colo da planta. No experimento foram utilizadas 128 plântulas e quatro tratamentos assim dispostos: sendo: inoculadas e não inoculadas, 24 h após o transplante e plântulas inoculadas e não inoculadas, sem transplante. A incubação das mudas pós-inoculação, foi efetuada em incubadoras a 25°C com fotoperíodo de 12 horas.

As avaliações foram realizadas aos 4, 6, 8 e 10 dias após a inoculação. Os resultados foram obtidos considerando-se a porcentagem de plantas com tombamento. A identificação do patógeno foi procedida de acordo com as características morfológicas mais importantes como: número de septos, dimensão dos conídios e formato das vesículas.

## RESULTADOS

No meio de cultura e nas plântulas doentes, as características morfológicas da cultura revelaram a presença de conídios cilíndricos, hialinos, com um septo transversal, cujas dimensões variaram de 35 - 50 x 2.9 - 3.5  $\mu m$ . As vesículas apresentaram-se de forma clavata. Baseando-se na chave taxonômica proposta por Alfenas (1986) e Crous & Wingfield (1994), identificou-se a espécie como *Cylindrocladium clavatum* Hodges & May.

Segundo Ferreira (1989), muitas vezes o tombamento verificado em viveiros e atribuído a *Cylindrocladium scoparium* Morgan pode ser causado por *C. clavatum*. Almeida & Bolkan (1981) verificaram maior ocorrência de *C. clavatum* no solo do Cerrado, podendo ocorrer também em hospedeiras nativas. No viveiro, logo depois da germinação já se tem condições muito favoráveis à ocorrência do tombamento de mudas, dadas pela elevada suscetibilidade do material vegetal em elevado número por área e elevada umidade. É preciso lembrar que, quanto mais novas as mudas, mais suscetíveis são ao ataque deste fungo, além de serem também muito sensíveis à dessecação, exigindo freqüentes irrigações que acarretam manutenção de elevada umidade no leito, condição muito favorável à doença.

A reprodução dos sintomas observados em campo, lesões necróticas, escuras com massas de coloração esbranquiçada, constituídas pela esporulação do fungo, foi

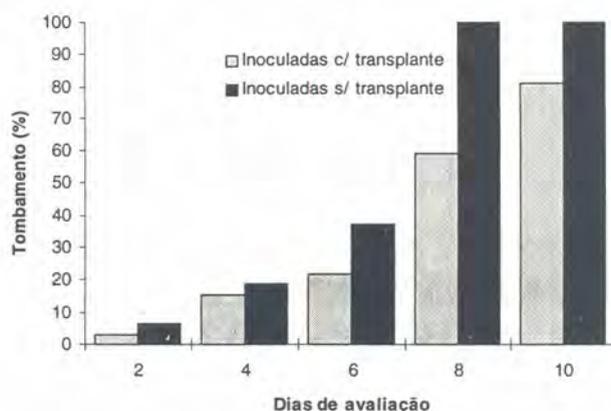


FIG. 1 - Porcentagem de tombamento em plântulas de baru, inoculadas com o fungo *Cylindrocladium clavatum*.

verificada a partir de 48 horas após a inoculação. O patógeno foi reisolado dos tecidos infectados, comprovando sua patogenicidade. Entre as duas técnicas testadas para inoculação, a deposição do inóculo sem transplante foi mais prática, rápida e menos trabalhosa.

Pelos dados da Figura 1, verifica-se a diferença percentual de tombamento entre os dois métodos. Esperava-se que, devido ao "stress" e à perda ou retirada dos cotilédones, as plântulas transplantadas apresentassem uma porcentagem de tombamento maior em relação ao outro método, comportamento este não constatado. A permanência dos cotilédones nas plântulas não transplantadas provavelmente funcionou como substrato para o fungo, potencializando sua capacidade de colonizar e provocar tombamento. As plântulas inoculadas e sem transplante apresentaram uma taxa de tombamento superior em todas as avaliações realizadas, quando comparadas às plântulas transplantadas, atingindo 100% de tombamento no oitavo dia. As testemunhas utilizadas não apresentaram sintomas de tombamento.

## CONCLUSÕES

O fungo identificado como *Cylindrocladium clavatum* comportou-se como patogênico em plântulas de *Dipteryx alata* Vog.

O método de inoculação sem o transplante das plântulas foi mais eficiente para indução de tombamento.

A permanência dos cotilédones nas plântulas não transplantadas provavelmente potencializou o desenvolvimento do fungo e sua capacidade de provocar tombamento.

## LITERATURA CITADA

ALFENAS, A.C. Fungos do gênero *Cylindrocladium* como patógenos florestais no Brasil. *Fitopatol. Bras.*, v.11, p.275-277. 1986.

ALMEIDA, O.C.; BOLKAN, H.A. Ocorrência e distribuição do gênero *Cylindrocladium* no Distrito Federal. *Fitopatol. Bras.* v.6, p.223-228. 1981.

ALMEIDA, S.P. de.; SILVA, J.A. da.; RIBEIRO, J.F. **Aproveitamento alimentar de espécies nativas dos Cerrados: araticum, baru, cagaita e jatobá.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1987. 83p. (EMBRAPA-CPAC, Documentos, 26).

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília: SPI, 1994. 640 p.

CROUS, P.W.; WINGFIELD, M.J. A monograph of *Cylindrocladium*, including anamorphs of *Calonectria*. *Mycotaxon*, v.51, p.341-435. 1994.

FERREIRA, F.A. **Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Investigações Florestais, 1989. 570p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** São Paulo: Ed. Plantarum, 1992. 368p.

SANTOS, M.F.; RIBEIRO, W.C.R.; FAIAD, M.G.R.; SANO, S.M. Fungos associados às sementes de *Dipteryx alata* Vog. *Fitopatol. Bras.*, v.20, (suplemento), 1995.

SIQUEIRA, A.C.M.F.; NOGUEIRA, J.C.B. Essências brasileiras e sua conservação genética no Instituto Florestal de São Paulo. *In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2.*, São Paulo. 1992. *Anais.* São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.1187. Publicado na Revista do Instituto Florestal, v.4, parte 4, edição especial 1992.

VIEIRA, M.G.G.C. Aspectos de integração, tecnologia e sanidade em estudos de sementes. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 3,* Lavras, 1988. *Anais.* Campinas: Fundação Cargil, 1988.

# GEOPEDOLOGY AND SUSTAINABILITY OF SODIUM-AFFECTED SOILS UNDER SAVANNA FROM RORAIMA, NORTHERN AMAZONIA

CARLOS E. SCHAEFER<sup>1</sup>

## ABSTRACT

The geopedology of soils with columnar structure under savanna from Roraima, Amazonia, was studied. These soils occur in the driest area in Amazonia, and occupy the lowest part of the landscape, being Mg- as well as Na- saturated. On the top of the toposequence, the soil is Ca-saturated, associated with dry forest, whilst on the bottom they are sodic/magnesian, under savanna. The toposequence is currently being acidified and leached, to a maximum in the bottom of the landscape. The exchangeable levels of Na and K are not as high as the columnar structure suggests, and despite of high amounts of total Na and K. It seems that the high

exchangeable Mg level may account for this structural pattern.

With reference to the agrosystems sustainability, all systems present serious constraints, with varying degree; hence, a sustainable management is unlikely to be attained. In view of the high cost/benefit involved in any land use system considered, allied to the urgent need of preserving this unique ecosystem in Amazonia - the xerophytic savannas - indicate the demarcation of the Indigenous Reserve Raposa-Serra do Sol as a desirable alternative.

**Additional index words:** Land-use, soil erosion, Amazon state, Brasil.

## RESUMO

**Geopedologia e sustentabilidade em solos afetados por sódio, nos Cerrados de Roraima, nordeste da Amazônia**

Foi realizado estudo geopedológico de solos com estrutura colunar sob cerrado, no Nordeste de Roraima, Amazônia. Os solos que ocorrem na parte mais baixa da paisagem, dentro da parte mais seca da Amazônia, são saturados com magnésio, além de sódio. A parte superior da toposequência apresentou um solo saturado com cálcio, associado com vegetação de floresta Caducifólia. A toposequência está sendo progressivamente acidificada e lixiviada, das posições mais altas até atingir um máximo nas partes depressionais. Os níveis de Na e K trocáveis não são tão elevados, apesar da grande reserva em plagioclásios sódicos e feldspatos. A estrutura colunar pare-

ce, assim, depender mais dos teores de Mg trocáveis do que de Na.

Em termos de sustentabilidade dos agrossistemas considerados, todos apresentaram limitações com graus variados de severidade, impondo sérias restrições ao seu manejo sustentável. A elevada relação custo-benefício do estabelecimento dos agrossistemas, aliada à necessidade de se preservar este ambiente único na Amazônia - o Cerrado acaatingado - tornam indicados os esforços para o estabelecimento da reserva indígena Raposa-Serra do Sol nessa parte do Estado de Roraima.

**Palavras-chave:** Uso da terra, erosão do solo, Brasil.

<sup>1</sup> Professor Adjunto, PhD, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos, Viçosa, MG 36571-000, Brazil.

## INTRODUCTION

One of the most important obstacles to the promotion and management of feasible and sustainable agriculture in Amazonia is the patchy and, in general, lack of knowledge of the soils in those areas where indigenous as well as introduced colonization of the land has taken place. As a consequence, policy makers are often tempted to set up development programmes for homogeneous settled environments that are based on generalization from what few existing surveys are available, whereas, in fact, a complex pattern of variability of both soils and land-uses exists.

The state of Roraima, with an area over 230,000 sq. km is the most environmental complex and diverse in the Brazilian Amazonia. In Roraima, the area comprising the Surumu/Parime catchment, covering approximately 255,000 ha, has been recommended by two different surveys as the most suitable for the development of both intensive agriculture and improved pasture in Roraima. These technical surveys were based mainly on chemical data, which showed apparent high fertility (Brazil, 1975; Brazil, 1980). Due to the relative flatness of the local relief, specific emphasis was placed on intensive, irrigated rice production with differing levels of management. This development programme was proposed prior to, and regardless of, more detailed studies in this area, and the known domination of sodic soils (planosols, solodic planosols and solodized solonetz; (Brazil, 1975; Schaefer, 1994).

In the human context, this catchment forms part of a larger, non-demarcated indigenous reserve (Raposa-Serra do Sol), where sparsely settled colonos (settlers) live alongside Macuxis and Uapixana people and, as Roraima currently has one of the fastest growing economies in Amazonia, domestic public concern is raised with reference to all planning issues and proposed development programmes. As a consequence, Brazilian researchers are urged to identify alternative land uses and devise policies and research programmes that require a multidisciplinary approach to provide a comprehensive view. In addition, the government seeks precise and detailed information concerning the region's natural resources. It is in this context that this geopedological study on sodium-affected soils and potential land-use scenarios have been made in the Roraima's savanna.

The presence of semiarid like soils, normally sodium-affected, in north Amazonia was first noted by Brazil (1975). It describes their occurrence under savanna and, rarely, under tropical forest, but it provided no detailed characterization of their properties nor discussion as to the likely environmental and ecological processes involved in their genesis. More recent studies have described such soils in more detail and illustrated their widespread, spatial importance in the north Amazonia landscape (Schaefer *et al.*, 1993;

Schaefer, 1994). As very little information is at present available with reference to such soils in Roraima, the purpose of the present work is twofold: (a) a geopedological and ecological study of a selected toposequence across a savanna boundary, and, against this background (b) to discuss the implications to the land use and regional policies, based upon the assessment of different land use scenarios.

## MATERIALS AND METHODS

### The field work

In the Surumu/Parime basin (Figure 1), the Paricarana catchment is both the central and the largest area of sodic soils in northeastern Roraima State occurring under tropical conditions with a rainfall higher than 1,200 mm/year and strong seasonality. The associated vegetation is "Xerophytic Savanna" and Savanna Woodland, dominated by Lixeira (*Curatella americana*) and Muricis (*Byrsonima* spp.) trees with a grass cover of *Trachypogon* spp. and *Andropogon* spp. Many inselbergs occur in association with rock outcrops and boulders, and they are covered by a dry forest vegetation with species adapted to withstand seasonal drought, like xeromorphic Orchids and Cactaceae (Schaefer & Dalrymple, 1994). The contact between the two vegetation is usually abrupt.

The field work was undertaken during the dry season, 1991. Three pedons, comprising a toposequence and ranging from 125-118-105 m in altitude, were identified, described and sampled in Paricarana catchment (part of the Surumu/Parimé basin). The detailed morphological description and horizon identification of these soils in the field (Schaefer, 1994; Schaefer & Dalrymple, 1994) show that columnar structural peds are only present at pedons B and C, where they have developed under savanna from rhyo-dacite volcanic rocks. The parent material at pedon A, under dry forest, is a granite/adamelite which, though chemically similar, has a different pattern of structure formation and weathering resistance. The total major elements were analysed by HF-HCl digestion of 0.1 g soil. All the elements were analysed using atomic absorption spectrometry. The % of CaO, MgO, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O and TiO<sub>2</sub> were corrected to 100% by taking the weight loss value between 105-1000°C. All routine analytical chemical and physical measurements were obtained using standard procedures (EMBRAPA, 1979).

Whenever possible, the land-use scenarios approach followed the recommendations of Dalal-Clayton & Dent (1993). The integrated assessment of financial input and social relevance were based mainly on information abstracted from Roraima's censuses; whilst the grades of social relevance were partially based on the work of Fearnside (1983) on the ecological evaluation of development alternatives in Amazonia.

**TABLE 1 - Exchangeable cations, available phosphorus, pH in H<sub>2</sub>O, organic carbon and micronutrients for different soil profile depths, at pedons A, B and C on the toposequence. Data represent an average of three replicates, except for organic carbon.**

		Exchangeable cations (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )						%		pH	%Org.Carb.
		Ca	Mg	K	Na	S	Al	Na/S+Al	Mg/S+Al		
A	A <sub>1</sub>	1.2	0.1	0.26	0.15	1.71	0	-	-	5.5	1.3
	Bt <sub>1</sub>	4.9	1.7	0.15	0.13	6.88	0.05	-	-	5.0	0.2
	2A <sub>b</sub>	4.0	2.1	0.20	0.21	6.51	0.05	-	-	4.5	0.4
	2Bt <sub>21</sub>	4.5	0.1	0.13	0.26	4.99	0	5.2	2.0	4.8	0.1
	2Bt <sub>22</sub>	4.6	0.3	0.17	0.54	5.61	0	9.6	5.3	6.0	0.1
B	A <sub>1</sub>	0.4	0.2	0.18	0.12	0.90	0.25	-	-	4.5	0.9
	E	0.4	0.2	0.11	0.20	0.91	0.18	-	-	4.5	0.1
	E/B	2.0	3.8	0.15	0.38	6.33	0.2	6.0	60.0	4.8	0.03
	Bt <sub>n21</sub>	2.9	6.5	0.12	1.11	10.63	0	10.4	61.1	6.0	0.03
C	A <sub>1</sub>	0.6	0.3	0.10	0.14	1.14	0	-	-	5.4	0.7
	E	0.5	0.3	0.08	0.14	1.02	0	-	-	4.9	0.15
	2A <sub>b</sub>	0.4	0.2	0.06	0.12	0.78	0.18	-	-	4.6	0.08
	2C	0.4	0.1	0.08	0.16	0.74	0.38	21.6	13.5	3.7	0.12
	3Bt <sub>n21</sub>	0.5	0.3	0.10	0.12	1.02	0.24	11.8	29.4	3.7	0.10
	3Bt <sub>n22</sub>	4.2	7.6	0.28	0.36	12.44	0	2.9	61.0	5.5	0.03

**TABLE 2 - Mechanical analysis and chemical composition for different soil profile depths, at pedons A, B and C on the toposequence.**

		Color (Munsell)	Structure	clay composition (%)			texture(%)			
				SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C.S	F.S	Silt	Clay
A	A <sub>1</sub>	10YR 6/2	-	47.6	26.6	18.4	3	17	74	6
	Bt <sub>1</sub>	10YR 6/1	WM SB	47.6	25.8	15.6	4	20	66	10
	2A <sub>b</sub>	10YR 6/3	-	39.8	31.1	21.6	14	15	63	8
	2Bt <sub>21</sub>	10YR 6/2	WM SB	49.9	29.4	14.5	1	14	74	11
	2Bt <sub>22</sub>	10YR 7/2	WM SB	47.0	31.9	16.4	2	8	59	31
B	A <sub>1</sub>	10YR 7/2	-	66.1	23.6	7.1	2	44	51	3
	E	10YR 8/2	-	63.5	23.5	12.4	1	35	62	4
	E/B	10YR 8/2	VW CO	59.3	31.1	7.5	2	38	44	16
	Bt <sub>n21</sub>	10YR 8/1	WM CO	56.2	31.2	10.0	3	27	46	24
C	A <sub>1</sub>	10YR 6/3	-	47.8	31.5	11.3	51	33	13	3
	E	10YR 7/3	-	67.6	21.9	8.0	41	40	13	6
	2A <sub>b</sub>	10YR 6/2	-	44.4	23.1	28.9	65	27	6	2
	2C	10YR 8/2	VW CO	47.4	39.0	8.4	25	31	39	5
	3Bt <sub>n21</sub>	10YR 8/1	VW CO	51.1	36.3	9.9	1	5	85	9
	3Bt <sub>n22</sub>	10YR 8/1	WM CO	50.0	40.5	8.7	41	20	16	23

symbols: WM SB = weak/moderate sub-angular blocky  
 VW CO = very weak columnar  
 WM CO = weak/moderate columnar  
 CS = coarse sand (2-0.2 mm); FS = fine sand (0.2 - 0.05 mm)

**TABLE 3** - Total chemical analysis for CaO, MgO, Na<sub>2</sub>O and K<sub>2</sub>O for the pedons A, B and C.

		Depth (cm)	dag/kg (oxide)			
			CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
A	A <sub>1</sub>	0-15	0.90	0.47	2.39	3.70
	Bt <sub>1</sub>	15-40	0.48	0.30	2.19	3.00
	2A <sub>b</sub>	40-60	0.48	0.62	1.77	3.20
	2Bt <sub>21</sub>	60-100	0.37	0.25	1.56	2.70
	2Bt <sub>22</sub>	100-150	0.47	0.42	2.24	2.30
	bedrock		1.32	0.81	3.17	5.48
B	A <sub>1</sub>	0-10	0.86	0.04	1.52	3.70
	E	10-20	0.07	0.05	0.84	3.20
	E/B	20-65	0.06	0.10	1.17	3.40
	Bt <sub>n21</sub>	65-150	0.05	0.10	1.09	3.80
	bedrock		1.21	0.56	4.87	4.68
C	A <sub>1</sub>	0-10	0.68	0.10	1.82	3.60
	E	10-30	0.73	0.21	1.85	3.60
	2A <sub>h</sub>	30-50	0.06	0.05	1.28	3.40
	2C	50-100	0.17	0.06	1.13	3.50
	3Bt <sub>n21</sub>	100-150	0.20	0.06	1.24	3.60
	3Bt <sub>n22</sub>	150-180	0.49	0.35	1.70	3.80

**TABLE 4** - Assessment of pedo-ecological and economic factors under different land-use scenarios for the sodium-affected soils in Roraima (solodic planosols, planosols and solodized solonetz).

land-use scenarios	Financial input	Constraints			Use of fire	Erosion hazard	Social relevance	Ecological impacts
		exchangeable bases	micronutrients	structural (physical)				
indians extensive cattle grazing	negligible	moderate	high	severe	frequent	very high	desirable	long-term high
improved pastures	moderate	high	very high	very severe	rare	high	intermediate	moderate
rice (irrigated farming)	very high	very high	very high	very severe	none	moderate	unknown	very high
annual crops	high	very high	very high	very severe	rare	very high	intermediate	very high
perennial (citrus and cashew)	moderate/high	moderate	moderate	moderate	none	moderate	unknown	moderate

## DISCUSSION

### Nutrient status and general characterization

The values in Tables 1 and 2 correspond to the exchangeable complex extracted from soil horizons, as well as other chemical and physical analysis. The following Table 3 presents the total amount of elements, expressed as percentage of oxides, corrected to 100%. In general, it is clear that the sodium saturation values that exist in the horizons identified in the field as Bt<sub>n21</sub>, 3Bt<sub>n21</sub> and 3Bt<sub>n22</sub> are not as high as the very well formed columnar structures would suggest (Tables 1 and 2).

At pedon A, the exchange complex is dominated by

calcium throughout the soil profile. The sodium saturation of the diagnostic horizons range from 5.2% to 9.6% of the total CEC, thus showing a solodic rather than sodic character. Even using the sum of exchangeable Na plus Mg (an additional criteria to be considered in the Brazilian Classification System; EMPRAPA, 1988), this soil clearly shows values of % saturation lower than 20% (the limit to be classified as solonetz), for the relative low values of Mg saturation. It should be emphasized here that the columnar structure, so well expressed in the lower topographical positions (pedons B and C), did not occur at pedon A. The presence of an argillic horizon (not a natric type), the eutrophic character of the whole soil and the virtual absence

of any E albic horizon suggest that this higher lying soil under deciduous forest has a different genesis, that is probably more related to its position in the landscape than its contrasting parent material. Even the relative availability of Na and Mg, together, was not capable of deteriorating the soils' structural pattern and the formation of columnar peds.

The pattern of distribution of total  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$  and  $\text{MgO}$  down the profile, however, suggests a richness in Na-bearing minerals (Table 3). The potassium content is very high, ranging from 3.7% in the  $A_1$  to 2.3% in the  $2Bt_{21}$  horizon. In comparison with the total values, the amounts of exchangeable potassium tend to be rather low, with a mean value of 0.18 c.mol/kg (range: 0.125 to 0.256 c.mol/kg). This pedon A, therefore, has a very large potassium and sodium reserve, indicating its richness in K-feldspar and illite/mica, which has been confirmed by XRD of the whole soil. Based on XRD the soil also contains both Na-plagioclase and K-feldspar.

The total amount of sodium is high, reflecting a Na's source in the parent material (Table 3) and the soil's limited degree of weathering. The values ranged from 1.56 to 2.39% Na, and its release from primary minerals like Na-plagioclase is capable of providing large amount of sodium inputs into the soil solution. Due to its high (upper slope) position in the landscape, the soil in pedon A is well drained, and thus, at least a partial leaching away of Na in solution can be

predicted, with the consequent further accumulation of Na in the lower positions by throughflow.

In contrast, there are marked differences in the soil at pedon B in the toposequence. Here, the exchange complex is dominated by  $\text{Mg}^{++}$  in the diagnostic  $Bt_{n21}$  horizon, and the sum of  $\text{Mg}^{++}$  plus  $\text{Na}^+$  reaches 66% in the E/B and 71.5% in the  $Bt_{n21}$  horizon. The exchangeable Na, itself, sums up to 10.4% of the total CEC. Thus, the soil at pedon B can be classified as sododic (taking only  $\text{Na}^+$ ) or natric (taking  $\text{Na}^+$  plus  $\text{Mg}^{++}$ ). The soil mineralogy indicates the dominance of quartz and K-feldspar primarily, and Na-plagioclase, smectite, kaolinite and illite secondarily, as major soil constituents.

In the lower pedon C in the toposequence, the ill-drainage condition can explain the relative concentration of Mg and Na, although the main source of sodium is also related to the parent material, which is Na-plagioclase rich. This is illustrated by the total amount of sodium through the soil profile, which ranges from 0.84 to 1.52% of  $\text{Na}_2\text{O}$  (Table 3).

At pedon C, the soil profile characteristically has very low pH values, and the intensity of superficial leaching seems to be greater than in the upper positions on the toposequence. However, at this lower slope position, the sum of bases in subsurface has the highest values for the whole sequence, probably reflecting the accumulation of easily leached elements down the profile.

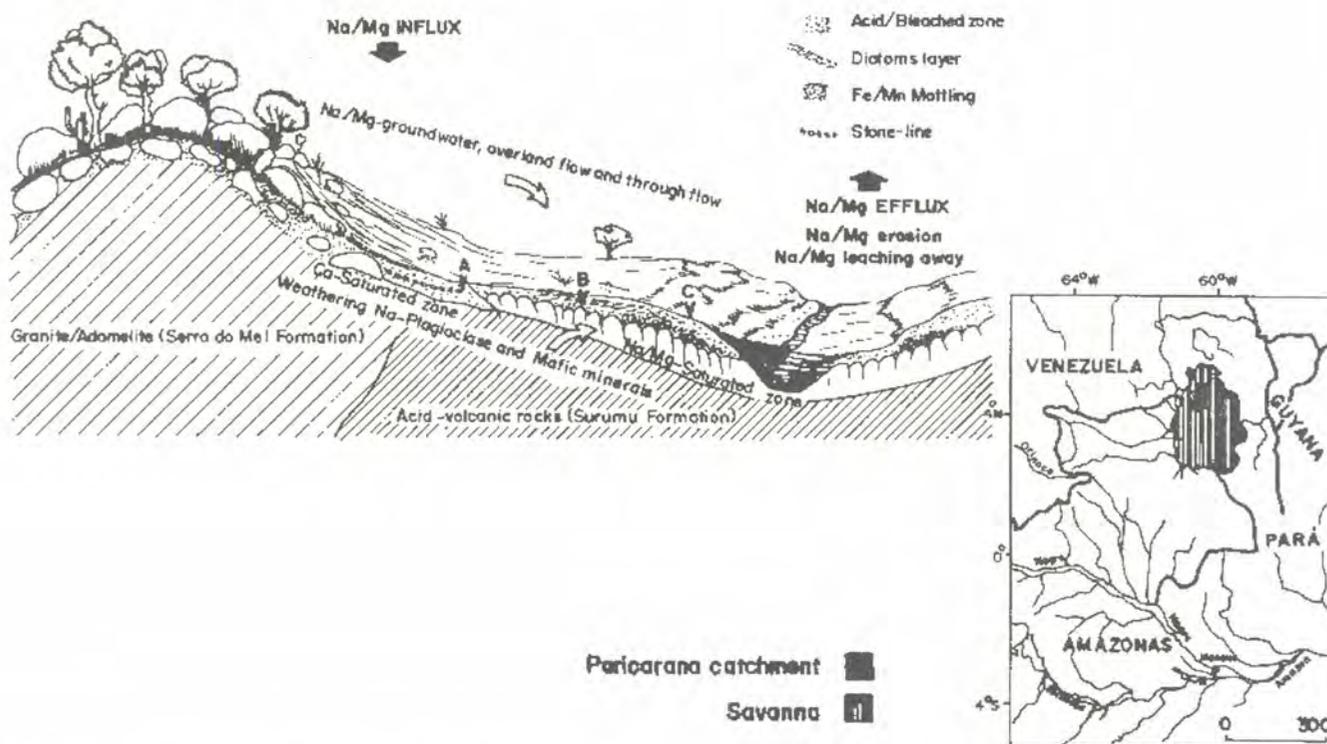


FIG. 1 - Toposequence of sodic soils from Roraima and its location.

## CONCLUSIONS

The presence of Mg/Na affected soils in the lower positions coincide with and mark the abrupt ecologic boundary: the Ca-saturated zone with well-aggregated soils is covered by dry forest, whilst the Mg/Na affected soils with columnar structure are associated with xerophytic savanna.

The whole soil toposequence is currently becoming progressively leached and acidified, from upper slope, pedon A to a maximum at pedon C, at the bottom of the toposequence. In spite of the high amounts of Na<sub>2</sub>O in all three soils on the toposequence, the exchange level of Na is concentrated in the lower slope positions, and, particularly, in their subsurface Bt<sub>n</sub> horizons, thus creating sharp and abrupt changes between horizons with respect both to their levels of Na or Na+Mg-saturation and the domination of 2:1 clay minerals.

Little variability in total amounts combined with large variability in the exchange levels suggest that differential redistribution of soluble products of weathering, particularly by overland-flow and through-flow, and, less significantly, by groundwater fluctuations is responsible for such relative Na-accumulation in the lower part of the landscape in this catchment.

The maintenance of Na-levels as well as Ca, Mg and K in such climatic conditions can be explained by the Tropustic conditions (high seasonality, with up to 5 months of evapotranspiration excess) and the presence of a broadly distributed flat surface - the Rio Branco Pediplain. Thus the present climatic regime ought not to favour the presence of sodium affected soils.

## LAND-USE SCENARIOS AND SUSTAINABILITY

In the following Table 4, the options of land-use for the sodic soils in Roraima is illustrated. It can be observed here that, contrary to the recommendations in previous soil and land evaluation surveys (Brazil, 1975; Brazil, 1980), suitable alternatives for intensive land use are very limited. Severe constraints for most land use scenarios exist and inter alia indicate the extreme unsuitability of these soils for agricultural purposes.

The worst possible scenario is irrigated rice, because it requires a very high financial input in association with very high to severe soil constraints. Resulting from controlled flooding between April and September, the stability of aggregates would greatly decrease, favouring further physical and chemical degradation of the soil structure and changing morphological patterns in the columnar peds in association with the promotion of higher sodium and magnesium accumulations with higher levels of groundwater.

In respect to other land-use scenarios, the soils constraints are generally very high. The main exception is perennial citrus and cashew which are well adapted to the particular set of physical and chemical features which characterize these soils, particularly for cashew which is a native fruit of this part of Amazonia. However cashews as a cash crop are unlikely to generate a significant economic return, given the great distance from the markets in the southern Brazil, a problem commonly associated with cash-crops in Roraima. In addition, the social relevance of the establishment of this cash crop cannot be easily estimated and depends on the kind of agricultural system adopted. Two possibilities exist: small-holdings organized in co-operatives, with a more equitable income distribution, or rely on large landownership or agricultural companies, usually directed at distant and international markets, with unlikely equitability.

Although only moderate financial input would be required for establishing improved pastures, the constraints to overcome soil deficiencies on a long-term sustainable basis is expected to be to high. The prospects of reducing use of fire could lead to reducing erosion, yet it is unlikely to have a significant effect in controlling the degradation process of soils and land in this catchment, as everywhere in Roraima persisting gullies and sheetwash erosion are common displays on improved pastures of Colonião (*Panicum maximum*) and especially, Quicuiu da Amazônia (*Brachiaria humidicola*). Furthermore, these introduced species are less resistant to recurrent fire than the indigenous *Trachypogon* from the savannas of Roraima. In the long-term, the cost of weed control could be too high, although in many adjacent areas the ranchers do invest in herbicides, whilst older pastures are normally annually burned to renew the grass cover. The social relevance of such improvement in pastures would certainly be considerable, in view of the steady decline in income experienced by many small and medium size ranchers, which has been associated with the degradation of older pastures caused by accelerated erosion with high intensity of grazing.

The erosion hazard associated with these soils under indigenous/colonos cattle grazing requires attention, as natural gullies are, today, widespread in the plains, especially near the inselbergs, which is a feature that has been reported elsewhere in the Roraima's savannas. The resulting, newly exposed, natric Bt horizon renders the eroded surface a hard cemented medium in which the establishment of natural vegetation is almost impossible, and may result in desertification. The present land-use in the indigenous reserve is chiefly extensive cattle ranching and small cultivations of cassava, promoted by Macuxis and Uapixanas indians and pioneer settlers (Schaefer *et al.*, 1993). Thus, it is clear that any agriculture improvement based on an entrepreneurship model is a challenging undertaking. The indigenous adaptation to this adverse environmental setting

seems to be, ultimately, a reasonable appraisal of the cost/benefit involved.

In view of the severe soil and land constraints, in this social context the permanent demarcation of the Raposa-Serra do Sol indigenous reserve would be ecologically as well as socially desirable. Any trial of modern agricultural settlement in this unique environment would eventually lead to its rapid deterioration, thus wasting one of the least known environment in Amazonia: the xerophytic savannas of the Surumu/Parimé catchment.

## REFERENCES

- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radambrasil**. Folha NA 20 Boa Vista e parte das folhas NA 21 Tumucumaque, NB 20 Roraima e NB 21. Rio de Janeiro, 1975. 428p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Aptidão agrícola das terras de Roraima** (v. 15), Brasília, 1980.
- DALAL-CLAYTON, B.; DENT, D. A review of land resources information and its use in developing countries. **Environmental Planning Issues**. n.2. Environment Planning Group, London: IIED, 1993.
- EMBRAPA. **Critérios para distinção de classes de solos e de fases das unidades de mapeamento.**, 1988. (EMBRAPA-SNLCS, Documentos, 11).
- FEARNSIDE, P.M. Development alternatives in the Brazilian Amazon: an ecological evaluation. **Interciência**, v.8, n.2, p.65-76, 1983.
- SCHAEFER, C.E.G.R. Landscape ecology and land use patterns in Roraima, north Amazonia. **Cedar Research Papers**, London.v.11, p.1-28. 1994.
- SCHAEFER, C.E.G.R. **Soils and paleosols from northeastern Roraima, Amazonia**: geomorphology, genesis and landscape evolution. Reading: University of Reading, 1994. Tese de Doutorado.
- SCHAEFER, C.E.G.R.; REZENDE, S.B.; CORREA, G.F.; LANI, J.L. Chemical characteristics and pedogenesis of sodium-affected soils from Roraima, north Amazonia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.17, n.3, p.471-478, 1993.
- SCHAEFER, C.E.G.R.; DALRYMPLE, J.B. Landscape evolution in Roraima (northern Amazonia): planation, paleosols and paleoclimates. **Zeitschrift für Geomorphologie**, v.39, n.1, p.1-24, 1994.
-

# AREIAS RIVER (GOIÁS, BRAZIL): ASSESSMENT TO THE WATER WITH VIEW TO USE IN SUPPLYING THE FEDERAL DISTRICT

MARLOS J.M. de SOUZA<sup>1</sup> and ANTONIO J.A. ROCHA<sup>2</sup>

## ABSTRACT

There is a great concern in relation to the water supply of the future of the Federal District. After considerable research, the Areias River has demonstrated capacity as a viable alternative to this problem. The anthropogenic aspects of

this hydrographic basin were also considered in this paper.

**Additional index words:** Public supply, hydrographic basin.

## RESUMO

### Rio Areias (Goiás, Brasil): Avaliação da água com vistas ao uso no suprimento do Distrito Federal

Dada a grande preocupação com o suprimento de água no Distrito Federal, foram realizadas pesquisas no rio Areia, que se demonstrou uma boa alternativa para a solução do proble-

ma, tendo os aspectos antropogênicos desta bacia hidrográfica sido igualmente considerados no presente trabalho.

**Palavras-chave:** Suprimento d'água, bacia hidrográfica.

## INTRODUCTION

Idealized to be the new Capital of Brazil, the Federal District was projected in order not to suffer from the problems that reach other large Brazilian and world cities, such as disorganized growth and the lack of basic infra-structure. In order for this to happen many characteristics were defined as priorities to determine the new urban area, like, for example, availability of water for public use. The area determined in 1892 by the Explorations Commission of the Central Plain included the springs of three big Brazilian basins: the Paraná, São Francisco and the Tocantins rivers.

Belcher (1954) confirmed the initial predictions referring to the potential of the water resources that are available for the public supply of the new Capital. His report to the Brazilian Government emphasized that the new Capital could

be supplied with a greater volume of water than Paris (290 l/inhabitant) without the necessity of expensive public construction. However, the expectations weren't confirmed after the construction of the city. Initially projected for 500 000 inhabitants by the year 2 000 the Federal District already has approximately 1 600 inhabitants in 1994. This accelerated growth brought many problems to the city such as unemployment, invasion of public property and the need of new locations of water for public supply.

Today the problem of having water to serve the population of the Federal District is as great as in other big cities of the country. Due to this, the Water and Sewage Company of Brasília (CAESB) prepared a Director Plan to determine the new areas that could serve as water captivation locations for public supply. Among the ten alternatives presented one is located outside of the Federal District — the Areias river — which is the object of study of this paper.

<sup>1</sup> Ecology Institute, Federal District Environmental Agency (IEMA), SRTVS, Qd. 701, Lote 1, Bloco A, 6º andar, Brasília, DF 70340-000, Brazil.

<sup>2</sup> University of Brasília, Department of Ecology, Brasília, DF 70910-000, Brazil.

## MATERIAL AND METHODS

For the collection of samples, three points in the area of study were demarcated. The first point is located near the spring of the Areias river. The second point corresponds to the Macacos river, located before the intersection with the Areias river. The third point was demarcated after the union of both rivers.

The samples were collected during four consecutive weeks in the month of August 1992, during the dry season and in four other weeks during the months of January and February 1993, during the rainy season.

The following variables were analyzed: conductivity, pH level, total phosphorous, total filtered phosphorous, total reactive phosphorous, ammonia, nitrate, nitrite, dissolved oxygen, alkalinity, suspense solids and totals, turbidity, colour and temperature. With the exception of temperature and dissolved oxygen (Winckler method) all the analyses were done by CAESB laboratory as described in the standard methods (APHA, AWWA & WPCS, 1985). For a survey of the use of the land in the area near the rivers banks, helicopter flights were made.

The area of study is located in the state of Goiás, west from the Federal District. The Areias river is a typical course of the Brazilian Central Plains. Its waters are rapid and well oxygenated, so that it cuts an old crystal shield that is very resistant and geological stable. It is characterized as an

originally oligotrophic environment that is common in this region (Rocha, 1994). Its draining basin includes approximately 1.600 Km<sup>2</sup>, having as a main tributary the Macacos river that crosses agricultural and cattle raising areas before flowing into the left bank of the Areias river.

The pluviometric regime is southern tropical with two well-distinguished seasons: the rainy summer, between October and March, and the dry winter, between April and September. Due to the inclination in the direction of the valley of the Paraná river, the transportation of intemperistic material is done with great efficiency from the crystalline rocks to agricultural and cattle raising areas. The characteristic vegetation of the region is the Cerrado with all its physiognomic categories. By the banks of the river and its tributaries is located the Gallery Forest.

## RESULTS

Table 1 presents the data related to the collection during the dry and rainy periods, respectively. The alkalinity, turbidity, colour and temperature presented the highest values in the rainy period: 9.2 mg/l, 55 UT, 100 UH e 22.6 °C, respectively. The measured pH was near neutrality varying between 6.1 and 7.7. The conductivity and dissolved oxygen had their highest values during the dry period (32.6 mS/cm and 10.8 mg/l, respectively). For the suspense solids the

TABLE 1 - Results for the analysis in the dry and rainy seasons, respectively.

	04/08/92			11/08/92			19/08/92			27/08/92			19/01/93			26/01/93			09/02/93			16/02/93		
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 1	Point 2	Point 3	Point 1	Point 2	Point 3	Point 1	Point 2	Point 3	Point 1	Point 2	Point 3	Point 1	Point 2	Point 3	Point 1	Point 2	Point 3	Point 1	Point 2	Point 3
Dissolved Oxygen (mg/l)	10.8	8.4	9.0	8.9	9.2	9.0	7.8	8.3	8.4	8.4	8.0	8.4	7.4	6.9	7.8	7.2	7.5	7.4	7.6	7.5	7.4	8.2	8.2	8.3
pH	7.1	7.7	7.1	7.0	7.0	7.1	7.3	7.3	7.4	7.2	7.1	7.2	7.5	7.0	6.7	6.4	6.5	6.1	7.3	6.9	6.7	7.7	7.4	7.2
Turbidity UT	5.0	4.0	3.5	3.0	6.5	4.8	5.6	10.0	3.5	5.5	9.5	5.0	3.1	6.2	4.5	2.8	18	21	6.6	26	22	14	55	44
Conductivity (mS/cm)	18.3	17.5	23.3	19.4	26.0	29.8	2.5	28.1	32.7	20.1	23.0	32.0	12.4	19.7	21.9	10.3	19.4	20.1	10.8	22.5	20.1	11.5	13.9	12.4
Colour UH	20	15	15	15	30	30	30	30	40	30	25	25	30	40	30	25	40	40	40	40	40	40	>100	>100
Alkalinity (mg/l)	0.9	1.2	1.4	0.8	1.1	1.2	0.8	1.1	1.2	0.8	1.0	1.3	4.9	8.8	8.2	5.2	8.7	8.1	6.1	9.2	9.1	4.6	6.2	5.9
Ammonia (mg/l)	N.D	N.D	N.D	60.9	56.4	56.4	162.5	118.0	98.3	48.9	34.0	39.0	83.5	73.6	158	261	128	88.4	34.1	153	144	233	583	518
Nitrite (mg/l)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	2.2	N.D	2.8	2.8	3.3	N.D	2.0	N.D	N.D	6.7	5.4	4.5	9.9	8.9	5.7	8.6	10.0
Nitrate (mg/l)	64.4	240.8	207.2	81.5	96.8	70.1	123.4	148.2	121.5	56.8	131	62.5	269	242	317	423	473	623	74.9	153	144	162	153	118
Total Phosphorous (mg/l)	20.5	10.9	7.7	44.9	40.3	26.5	12.2	34.5	18.6	19.2	37.4	15.0	8.7	17.6	28.5	30.7	28.5	32.6	15.4	18.8	33.9	85.9	198	102
P-Filtered (mg/l)	14.4	4.2	3.2	N.D	N.D	N.D	3.9	6.4	4.2	3.9	7.1	5.5	5.5	3.9	6.7	18.6	19.2	17.9	6.11	15.4	25.3	16.6	23.0	24.6
P-Reactive (mg/l)	6.7	2.9	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	2.0	2.6	2.3	2.8	3.9	3.2	12.1	9.3	14.7	9.29	13.4	8.6	69.3	175	77.4
Suspense Solids (mg/l)	7.2	6.4	4.8	9.2	20.8	13.2	5.6	10.8	2.4	9.2	8.0	21.2	9.6	17.6	24.1	6.4	10.0	17.2	5.6	40.0	55.2	20.4	275	86.8
Totals Solids (mg/l)	40.0	54.0	45.0	41.5	32.0	34.0	25.0	33.0	30.0	29.0	73.0	39.0	26	39	35	11.0	18.0	26.0	15.0	67.0	77.0	51.0	340	105
Temperature (°C)	18.8	19.2	19.9	19.0	19.6	20.1	19.2	19.7	20.4	19.5	20.2	20.8	19	21	22.2	20.5	21.5	22	21	21.5	22.6	20	20.7	21.0

N.D: No detection for the analysis' method.

highest value was 275 ug/l in the rainy period when also the highest value of suspense solids (340 ug/l) was measured. The derived composites of nitrogen presented their highest values in the rainy period: nitrate with 623 ug/l, nitrite with 9.7 ug/l and ammonia with 518 ug/l. The variation of phosphorous in the rainy period presented the highest values, as follows: total phosphorous 198 ug/l, filtered phosphorous 25.3 ug/l and reactive filtered phosphorous 175 ug/l.

## DISCUSSION

The results of the physical-chemical analysis classified the Areias river in the first class of the Resolution no. 020/1986 of the Brazilian National Council of Environment (CONAMA), that is, the class of water destined for domestic supply after simplified treatment.

The data obtained characterized an oligotrophic environment with low conductivity, acid pH, high concentration of dissolved oxygen and low concentration of nutrients, presenting a very low primary productivity. The Macacos river presented more expressive results in relation to the degradation of the quality of water when compared to the Areias river.

The dissolved oxygen presented its highest concentration during the dry season, since the volume of water was lower and the structure of the rocks that make up the water bed were exposed to direct contact with water, increasing the turbidity, resulting in a higher oxygenation of the water.

The highest values of phosphorous, nitrogen, total and suspense solids, colour, and turbidity, were detected during the rainy season due to the high concentration of material deposited in the areas near the banks of the rivers that were taken into the river bed by the superficial water flow. This organic and inorganic material contributed to the elevation of the values registered during the dry season.

Agricultural and cattle raising activities done without the proper conservation and management technics also contributed to the exportation of nutrients and sediments into the flow of the rivers during the rainy season. Another economical activity that has contributed to the alteration of

the characteristics of the water of the Areias river is the dredging of the sand to use for construction in Federal District. This exploration increases turbidity, colour and the amount of solids in the water. Due to the circulation of the river bed, and also because of deformations in the original trail of the river, creating backwater, deterioration of margins, and removal of the humid tropical forest, degradation of the physical-chemical quality of the waters has increased.

## CONCLUSIONS

The analysis showed that the Areias river can be an alternative for the public supply of the Federal District due to the present qualities of its waters. However, several decisions have to be made by the Government to restrain, discipline, and monitor the potential degradation activities, so that the hydrographical basin is preserved.

The increment of rural extension becomes necessary in the region so that soil preservation and management technics are made known, in order to preserve the quality of water by using multiple soil in the hydrographic basin of Areias river. It is necessary that a plan of hydrographical resources be conducted nationally, and in the different states, so that the use and exploration of such resources in the Central Plains of Brazil be duly organized.

## REFERENCES

- APHA, AWWA & WPCS. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington: APHA/AWWA/WPCS, 1985. 1268p.
- BELCHER, D. J. Relatório técnico sobre a nova capital da Republica. Rio de Janeiro: Departamento de Imprensa Nacional, 1954. 385p.
- ROCHA, A.J.A. Caracterização limnológica. In: PINTO, M.N. Org. **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília-DF: EDUNB-SEMATEC, 1994. p.469-492.

# RELAÇÃO INTENSIDADE/DURAÇÃO/PERÍODO DE RETORNO DE CHUVA EM GOIÁS: APORÉ, CAIAPÔNIA E ISRAELÂNDIA

ALFREDO R. da COSTA<sup>1</sup>, JEFFERSON P. de LEMOS<sup>1</sup> e LUIZ GÉA JÚNIOR<sup>1</sup>

## RESUMO

As equações de chuva aqui apresentadas são uma importante contribuição na área de recursos hídricos para as regiões de Aporé, Caiapônia e Israelândia, situadas no Estado de Goiás. Trata-se de um trabalho que servirá de referência às aplicações práticas de engenharia em: projetos de canalização, bueiros, projetos de drenagem urbana, terraceamento, drenagem agrícola, dentre outros. As relações intensidade/

duração/período de retorno foram determinadas com excelentes coeficientes de correlação. O método de Sherman foi utilizado. Os resultados abrangem durações desde 5 min até 24 horas e períodos de retorno de 2 a 18 anos.

**Palavras-chave:** Equações de chuva, relação intensidade/duração/frequência, curvas intensidade/duração/frequência, intensidades de chuva.

## ABSTRACT

### Intensity/duration/return period equations of rainfall in Goiás: Aporé, Caiapônia, and Israelândia

The set of eight equations presented is an important contribution of frequency analysis of point rainfall values for Aporé, Caiapônia, and Israelândia in the state of Goiás. This work is designed as a reference work for the practicing engineer. It can be used for several purposes: open-channel design, culvert, design of storm sewers in urban developments, terraces, agricultural drainage, and others.

Intensity - duration - return period equations were determined with excellent correlation coefficients. Sherman method is used. The results cover durations from 5 min to 24 hr and return period from 2 to 18 yr.

**Additional index words:** Rainfall frequency, intensity/duration/frequency, point rainfall values, point rate - duration - frequency curve.

## INTRODUÇÃO

Este trabalho representa uma contribuição inédita, sob o ponto de vista dos recursos hídricos, para três regiões de cerrado do Estado de Goiás: Aporé, Caiapônia e Israelândia.

As equações intensidade/duração/período de retorno (IDPR) são fundamentais em obras de drenagem de maneira geral, sobretudo em projetos que envolvem canalizações e dimensionamentos de vertedores de reservatórios.

## MÉTODO

A principal referência bibliográfica foi o livro "Engenharia de Drenagem Superficial" de Wilken [1]. Durante a fase de coleta de dados, houve todo apoio do DNAEE e CPRM/GO, quando foram definidas as seguintes estações pluviográficas para os estudos: Aporé (01852000), Caiapônia (01651000) e Israelândia (01650002).

<sup>1</sup> Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Praça Universitária, s/nº, Goiânia, GO 74605-220, Brasil.

No início, a meta foi a determinação de uma equação do tipo:  $BT^d$   
 $i = \frac{BT^d}{(t+c)^b}$  (Equação 1)

onde:

“i” é intensidade da chuva (mm/min)

“t” é duração (min)

“T” é período de retorno (ano)

“B”, “d”, “c”, “b” são parâmetros da equação

A Equação 1 é a preferida por diversos autores que são referências na literatura sobre o assunto, como Ulisses M. A. Alcântara (1960) “apud” Wilken [1] para o Rio de Janeiro, Pedro Viriato Parigot de SOUZA (1959) “apud” Wilken [1] para Curitiba e Wilken [1] para a cidade de São Paulo. Entretanto, constatou-se a conveniência de se acrescentar mais um parâmetro “s”, a fim de descrever a anamorfose junto ao período de retorno “T”, o que conduziu à seguinte expressão:

$$i = \frac{B(T+s)^d}{(t+c)^b} \quad \text{(Equação 2)}$$

A análise dos pluviogramas envolveu uma primeira etapa de seleção dos maiores eventos, cujas quantidades, por estação, podem ser verificadas na Tabela 1. Onde não há número, como em Aporé no ano hidrológico que inicia em 10/90, significa que houve problema com os registros pluviográficos e aquele ano ficou de fora. Essa etapa de seleção de eventos é fundamental, uma vez que se deve ter certeza de que as maiores intensidades de chuva, de cada duração estarão de fato incluídas. Havendo a menor dúvida sobre a inclusão ou não de alguma chuva, o bom-senso manda incluí-la sem qualquer receio de aumentar o volume de interpretações de pluviogramas.

As leituras dos pluviogramas foram realizadas a intervalos de 5 min, ou seja, utilizou-se toda precisão possível. Aplicou-se o método de Sherman, em que se considera as “N” maiores intensidades “i”, relativas a cada duração “t” (t = 5, 10, 15, ... 235, 240, 260, 280, ... 1440 min).

Nos primeiros anos da década de 30, Sherman “apud” Wilken [1] estudou as chuvas de Boston, nos Estados Uni-

dos. Vem daquela época o método utilizado por Sherman, em que ele trabalhou com um espaço amostral de “N” anos de registros de chuva. Na hora de determinar os parâmetros “b” e “c” da Equação 2, Sherman considerou que chuvas com períodos de retorno superiores a “N” anos poderiam aleatoriamente ter sido incluídas na amostra estudada. Da mesma forma, chuvas de baixa intensidade poderiam estar participando da amostra. Assim, Sherman evitou trabalhar com as chuvas “i \* t” extremas, preferindo uma intermediária que melhor representasse a família de curvas “i \* t” para fixar os parâmetros “b” e “c”. Ele utilizou a curva relativa à terceira grandeza, isto é, relativa a N/3. Por exemplo, no presente trabalho verifica-se na Tabela 1 que em Aporé houve 17 anos de registros. De acordo com o método de Sherman, adotou-se a terceira grandeza, N/3 = 17/3 ≅ 6 anos. A curva “i \* t” correspondente foi aquela relativa ao período de retorno T = 6 anos.

Por meio de programa computacional montaram-se os arquivos e executaram-se os cálculos, de tal maneira que as maiores intensidades de chuva foram relacionadas em ordem decrescente com cada duração. O estudo abrangeu durações até 1440 min (24 horas), satisfazendo à grande maioria das necessidades dos projetos de drenagem. O Princípio das Durações Prolongadas foi incorporado ao programa computacional.

## RESULTADOS

A Figura 1 Relação i \* t para a região de Caiapônia mostra a boa qualidade da relação intensidade versus duração com coeficiente de correlação R = 99,940%. A mesma qualidade encontrada em Aporé com R = 99,965% e em Israelândia com R = 99,953%. Através da relação “i \* t” e com emprego do método dos mínimos quadrados, determinaram-se os parâmetros “b” e “c”. Os demais parâmetros da equação de chuva “B”, “s” e “d” foram obtidos por meio da relação “A \* T”, conforme pode ser visualizado na Figura 2. A cada período de retorno “T”, faz-se corresponder um valor de “A”, que é determinado a partir dos pares de valores

**Tabela 1. Efeito por estação.**

Estação	Ano Hidrológico																		Total
	10/75	10/76	10/77	10/78	10/79	10/80	10/81	10/82	10/83	10/84	10/85	10/86	10/87	10/88	10/89	10/90	10/91	10/92	
	09/76	09/77	09/78	09/79	09/80	09/81	09/82	09/83	09/84	09/85	09/86	09/87	09/88	09/89	09/90	09/91	09/92	09/93	
Aporé	6	1	2	8	3	2	4	6	8	4	5	2	9	2	2	-	6	2	72
Caiapônia	5	3	1	6	6	7	7	6	5	8	4	-	11	7	-	3	-	-	79
Israelândia	4	2	8	3	10	11	7	10	2	8	3	-	7	2	5	3	10	-	95

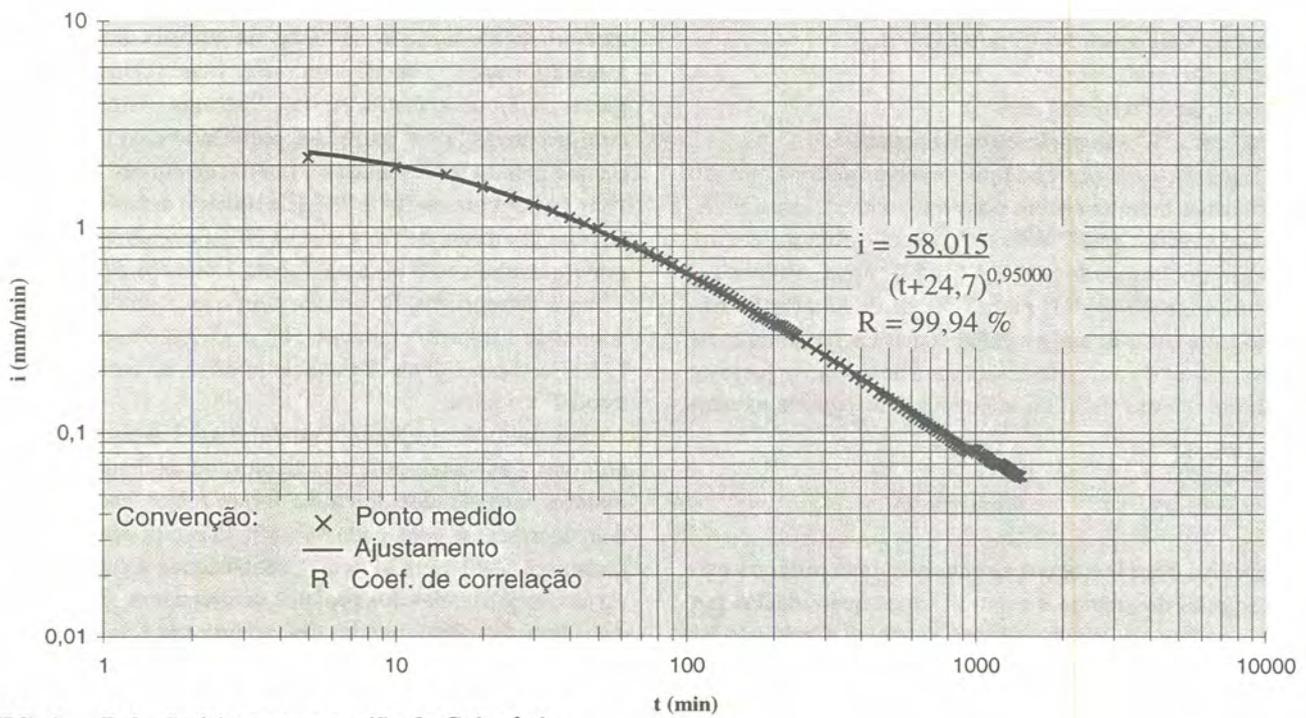


FIG. 1 - Relação  $i * t$  para a região de Caiapônia.

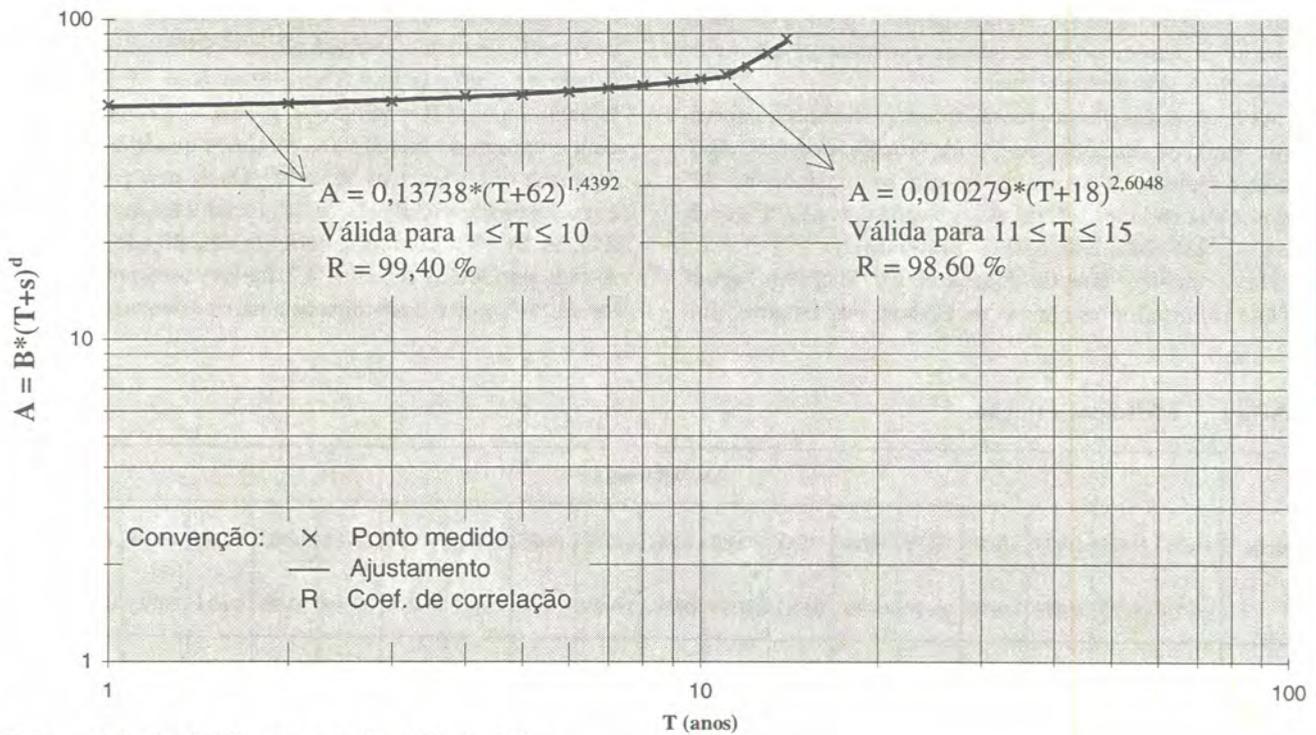


FIG. 2- Relação  $A * T$  para a região de Caiapônia.

"i \* t", seguindo sistemática descrita por Wilken [1]. Outra vez pode-se constatar a excelência dos novos ajustamentos traduzidos por coeficientes de correlação da ordem de 99%.

#### Equação de chuva para Aporé

$$i = \frac{0,10043(T + 85)^{1,34018}}{(t + 17,8)^{0,92463}}, \text{ para } 1 \leq T \leq 9 \text{ anos}$$

R = 99,36% no ajustamento A \* T

$$i = \frac{7,0059(T + 7)^{0,66669}}{(t + 17,8)^{0,92463}}, \text{ para } 10 \leq T \leq 12 \text{ anos}$$

R = 99,32% no ajustamento A \* T

$$i = \frac{0,13095(T + 3)^{2,1632}}{(t + 17,8)^{0,92463}}, \text{ para } 13 \leq T \leq 18 \text{ anos}$$

R = 98,95% no ajustamento A \* T

#### Equação de chuva para Caiapônia

$$i = \frac{0,13738(T + 62)^{1,4392}}{(t + 24,7)^{0,95000}}, \text{ para } 1 \leq T \leq 10 \text{ anos}$$

R = 99,40% no ajustamento A \* T

$$i = \frac{0,010279(T + 18)^{2,6048}}{(t + 24,7)^{0,95000}}, \text{ para } 11 \leq T \leq 15 \text{ anos}$$

R = 98,60% no ajustamento A \* T

#### Equação de chuva para Israelândia

$$i = \frac{0,14619(T + 60)^{1,2847}}{(t + 14,6)^{0,85348}}, \text{ para } 1 \leq T \leq 8 \text{ anos}$$

R = 99,01% no ajustamento A \* T

$$i = \frac{1,0305(T + 15)^{1,1001}}{(t + 14,6)^{0,85348}}, \text{ para } 9 \leq T \leq 12 \text{ anos}$$

R = 99,82% no ajustamento A \* T

$$i = \frac{0,31623T^{1,8876}}{(t + 14,6)^{0,85348}}, \text{ para } 13 \leq T \leq 16 \text{ anos}$$

R = 99,44% no ajustamento A \* T

Nas equações acima,

i = intensidade de chuva (mm/min)

t = duração (min)

T = período de retorno (ano)

R = coeficiente de correlação

## CONCLUSÃO

As relações intensidade/duração/período de retorno em Aporé, Caiapônia e Israelândia podem ser utilizadas, desde já, em projetos de drenagem, em geral, devendo apenas observar o período de retorno "T" válido a cada equação. Dada a grande importância dessas equações, cabe recomendar sua determinação para outras regiões, já que o alcance delas fica restrito ao entorno do local em que os pluviogramas foram obtidos.

## LITERATURA CITADA

WILKEN, P. S. *Engenharia de drenagem superficial*. CETESB, 1978.492 pp.

# ASPECTOS AMBIENTAIS DA OCUPAÇÃO DOS CERRADOS NA REGIÃO DE IRAÍ DE MINAS, ÁREA DO PRODECER - I

SAMUEL do C. LIMA<sup>2</sup>, ANTÔNIO G. RIBEIRO<sup>2</sup>, MARIA A. dos SANTOS<sup>1</sup> e DEOCLECIANO B. ROSA<sup>2</sup>

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma avaliação ambiental da área do entorno de Iraí de Minas, uma das primeiras áreas do PRODECER - I, para conhecer a intensidade da degradação dos recursos naturais e sugerir medidas que promovam uma adequação da estrutura produtiva ora implantada, para redu-

zir os impactos ambientais sobre os ecossistemas naturais e buscar a sustentabilidade ambiental dos agrossistemas no Bioma dos Cerrados.

**Palavras-chave:** Agrossistemas, sustentabilidade.

## ABSTRACT

### Environmental aspects of the "Cerrados" occupation in the Iraí de Minas region, PRODECER - I area

This paper presents an environmental evaluation of the first PRODECER - I areas, to understand the intensity of natural resource degradation and to suggest proposal to promote the adequateness of present productive structure to

reduce the environmental impacts of the agrosystems in "cerrados" ecosystem.

**Additional index words:** Agrosystems, sustainable, Savanna.

## INTRODUÇÃO

A ocupação mais intensiva dos cerrados começou no início dos anos 80, trazendo a modernização do processo produtivo, com a agroindústria. Ao mesmo tempo que esse novo padrão tecnológico (Revolução Verde) trouxe para os cerrados um aumento da produtividade agro-pastoril e muita riqueza, trouxe também a degradação social e econômica dos produtores locais e, sobretudo, degradação ambiental dos solos, da água, dos processos de reciclagem de nutrientes e da biodiversidade. Os impactos mecânicos sobre os solos, devido à intensa mecanização se traduzem sob a forma de adensamento de suas camadas mais superficiais, decaimento dos níveis de matéria orgânica, da biodiversidade microbiana

e da mesofauna, ressecamento do solo, erosão laminar e em sulcos.

Essa expansão da fronteira agrícola sobre os cerrados também tem exercido uma crescente pressão sobre os recursos hídricos, gerando situações conflituosas em algumas áreas, com o incremento do uso da água para múltiplas atividades como a geração de energia, abastecimento público, atividades de garimpo e mineração e, principalmente, a irrigação (Shiki 1994). A simples substituição da cobertura vegetal natural pelos cultivos provoca uma redução dos componentes bióticos, em sua abundância e atividade. O equilíbrio da fauna entomológica fica rompido e a eliminação de diversos agentes polinizadores podem empobrecer a flora da região. A degradação da biodiversidade é irreversível.

<sup>1</sup> Professora, Doutora, Universidade Federal de Uberlândia, Departamento de Agronomia, Av. Universitária S/N, Campus Santa Mônica, Uberlândia, MG 38400-902, Brasil.

<sup>2</sup> Professor, Doutor, Universidade Federal de Uberlândia, Departamento de Geografia, Av. Universitária S/N, Campus Santa Mônica, Uberlândia, MG 38400-902, Brasil.

O objetivo desse trabalho é conhecer a intensidade da degradação dos recursos naturais e o seu grau de reversibilidade, para sugerir medidas que possam promover uma adequação dessa estrutura produtiva, para reduzir os impactos ambientais sobre os ecossistemas naturais e buscar a sustentabilidade ambiental dos agrossistemas no Bioma dos Cerrados. Apresentamos aqui algumas informações acerca da ocupação e uso do solo obtidas em trabalhos de campo realizados nos Municípios de Iraí de Minas, Monte Carmelo, Nova Ponte e Romaria, situados no setor Sudoeste do Estado de Minas Gerais, mais precisamente na região do Alto Paranaíba, nos entornos de uma das primeiras área do Programa de Desenvolvimento dos Cerrados, PRODECER - I, implantado a partir de 1980, com 36 famílias de "gauchos", que ocuparam as chapadas, com uma agricultura intensiva e mecanizada (PES-SOA 1988). Os agricultores locais, com sistemas produtivos tradicionais, foram espulsos para as vertentes.

## MATERIAL E MÉTODOS

Um levantamento inicial dos aspectos físicos-bióticos para a caracterização fitofisionômica da área foi realizado baseado sobre fotografias aéreas verticais pancromáticas do IBC-GERCA, sobrevôo de 1979, escala 1:25.000, e Imagens TM/Landsat colorida falsa cor 3B4G5R de outubro de 1993, escala 1:100 000. Realizamos, também, uma delimitação da área de estudos e uma mapa base contendo drenagens, rodovias e principais toponímias à partir das cartas topográficas da DSG, escala 1:100 000, de 1983. Com base nesses estudos, complementados por diversos trabalhos de campo, realizamos essa análise dos aspectos ambientais, com intuito de conhecer ainda de maneira preliminar, a intensidade da degradação dos recursos naturais e o seu grau de reversibilidade, para sugerir medidas que possam promover uma adequação da estrutura produtiva que permitam a redução dos impactos ambientais sobre os ecossistemas naturais e buscar a sustentabilidade ambiental dos agrossistemas no Bioma dos Cerrados.

## RESULTADOS

A região estudada apresenta dois padrões bem distintos de ocupação e uso do solo, numa compartimentação topográfica de áreas de chapada e áreas de relevo dissecado. A área de **chapada** possui uma topografia que varia de plana a suave-ondulada, com latossolos profundos e bem drenados, ora mais argilosos, ora mais arenosos, que sustentam uma agricultura e uma pecuária intensivas, em grandes e médias propriedades, com intenso uso de insumos e máquinas. A área de **relevo dissecado** possui uma topografia que varia de ondulada a montanhosa, com declividades que chegam a

75%, principalmente em alguns setores de borda de chapada. Os latossolos profundos ocorrem nos estreitos topos, que são planos ou suavemente convexos, e nas vertentes mais suaves. Nas vertentes mais inclinadas aparecem os podzólicos e nas áreas montanhosas os litólicos. Geologicamente essas áreas estão representadas por rochas pertencentes ao Grupo Araxá (Proterozóico Médio), compreendendo gnaisses, xistos e quartzitos; Formação Botucatu (Triássico Superior/Jurássico Inferior), com arenitos finos a muito finos; Formação Serra Geral (Jurássico Superior/Cretáceo Inferior), basaltos e diques de diabásio; Grupo Bauru (Formações Uberaba, Adamantina e Marília/Cretáceo Médio ao Superior), com arenitos finos a grossos e níveis cascalhentos; Corpos Kimberlíticos (Cretáceo Superior), recobertas por latossolos profundos que alguns autores denominam de Coberturas Detrito-Lateríticas Tercio-Quaternárias, e Aluviões recentes (Svisero *et al.*, 1979, Ianhez *et al.*, 1993, Schobbenhaus *et al.*, 1984 e Nishiyama, 1989).

### Áreas de Chapada

Três culturas dominam na chapada: Soja, Milho e Café. Em Monte Carmelo há um amplo predomínio do café em relação a soja e ao milho, sobretudo, com uma expressiva expansão da área plantada a partir de 1985. Esse incremento da incorporação de novas áreas para o plantio do café continua ocorrendo, pois observamos cafeeiros novos de 1 e 2 anos, que em breve já estarão produzindo. Nos outros Municípios, Iraí de Minas, Romaria e Nova Ponte, o soja e o milho são amplamente dominantes, mas ainda, o café aparece com destaque, principalmente em Romaria. A relação histórica entre as áreas cultivadas com soja e milho na região é uma proporção de 4:1 e, o que observamos foi uma relação de quase igualdade de áreas plantadas de soja e milho, proporção 1:1. Uma hipótese para essa surpreendente mudança de uso do solo é a realidade fitopatológica que vem atingindo a cultura do soja, com as doenças do Cancro da aste e, principalmente, o Nematóide do cisto, que obriga o sojicultor a realizar rotação de cultura, substituindo a soja pelo milho, por um período mínimo de 3 anos, nas áreas infestadas por essa doença.

Das culturas irrigadas com pivô-central, o feijão é o que predomina, principalmente, em Iraí de Minas e Romaria, tendo ainda, importância considerável a ervilha. Com relação a pecuária, percebemos uma coexistência de propriedades bem estruturadas, com rebanho apurado e em bom estado, pastos bem formados, e com implementação de tecnologias (silagem, inseminação artificial, ordenha mecânica, etc.) com propriedades "primitivas", com pastos degradados, ordenha manual e baixa produtividade.

Outra atividade de destaque nas chapadas relaciona-se com a silvicultura que ocupou estas áreas na década de 70, sob a égide dos incentivos fiscais, buscando terras baratas de cerrado, mas que, atualmente, têm suas plantações de *Pinus* spp., paulatinamente, substituídas pelas lavouras acima citadas.

### Áreas de Relevo Dissecado

A pecuária extensiva é a ocupação econômica mais expressiva nas áreas de relevo dissecado (quebradas), principalmente com a pecuária de leite. De modo geral, o rebanho é pouco apurado e de baixa produtividade leiteira. Não há utilização de tecnologias como silagem e ordenha mecânica, e os pastos são de baixa qualidade, ou estão em franco estágio de degradação. Pode-se subdividir as áreas dissecadas em dois setores:

a) *Bacia dos Rios Araguari/Quebra-anzol* - há uma forte influência das rochas basálticas na definição de patamares estruturais que se sucedem do topo até o fundo dos vales, atualmente afogados pelo lago artificial da barragem de Nova Ponte. Ao longo destas vertentes estruturadas em patamares observa-se uma sucessão de solos rasos, nas áreas de maior declividade que alternam-se com aqueles mais profundos localizados nos degraus embutidos, onde as atividades agrícolas buscam um melhor desenvolvimento. São as "terras de cultura", originalmente recobertas pelas florestas tropicais subperenifólias (mata seca), e que hoje estão ocupadas por pastagens de baixo rendimento. A ausência da cobertura florestal têm propiciado condições para o aparecimento de erosões em sulcos e ravinas.

b) *Bacia do Rio Dourado* - O Rio Dourado é afluente e formador do Rio Paranaíba, pela margem esquerda. A qualidade dos terrenos dissecados neste setor está em estreita dependência com as rochas do embasamento, que dominam a maior parte destas áreas. Na parte superior da bacia, ainda no município de Romaria e partes de Iraí de Minas, onde verifica-se a influência dos basaltos, a cultura do café se faz presente, mas no médio e baixo curso do rio Dourado e seus afluentes, as rochas do embasamento fornecem elementos para o aparecimento de solos arenosos e muito friáveis, extremamente susceptíveis aos processos erosivos. Esta situação predomina no setor norte do Município de Monte Carmelo, em direção a Douradoquara e Abadia dos Dourados, onde é franco o predomínio de pastagens de baixo rendimento associadas à vegetação de Cerrado. Neste setor, onde os solos são argilosos, os processos erosivos são menos intensos. É aí que se encontram os "barreiros", que fornecem argila para as cerâmicas da região, principalmente de Monte Carmelo.

## CONCLUSÕES

Apesar do conhecimento científico estar avançando a passos largos em todas as áreas do conhecimento humano, há uma carência de conhecimento, no que se refere aos ambientes naturais, num nível de detalhe suficiente que possa embasar as decisões de uso e exploração dos seus recursos. Agricultores, empresas agropecuárias, empresas mineradoras, órgãos governamentais responsáveis pela política agrícola,

mineral, florestal e do meio ambiente, estão sempre tomando decisões ao usar e explorar os recursos naturais, e quase sempre, baseados num conhecimento precário da estrutura e funcionamento dos ambientes naturais, não conhecendo os limites de sua vulnerabilidade.

Ainda temos muito para aprender sobre os ambientes naturais e sua dinâmica. Esta verdade pode ser vislumbrada no nível de degradação que temos percebido em quase todos os ecossistemas. Temos visto grandes agressões ao meio ambiente. Onde quer que a civilização humana ocupe, aí teremos a utilização do espaço e dos recursos ambientais de uma forma que se confronta com a ordem natural dos processos ambientais, que ficam desregulados, tanto na direção como na velocidade.

É necessário repensar, urgentemente, o modelo de desenvolvimento agrícola que se está implantando nos Cerrados. A degradação ambiental que temos visto nas áreas de ocupação intensiva, com um padrão tecnológico agressivo, já é uma resposta da natureza. Não há sustentabilidade econômica e social de sistemas agrícolas sem a sustentabilidade ambiental. A fragilidade dos sistemas pedológicos exige manejos muito cuidadosos, baseados no conhecimento da morfologia dos solos, sem o que, depois de 4 ou 5 anos veremos esgotada a sua fertilidade natural, que já é baixa, além de problemas de compactação e vossorocamentos. Somente com o conhecimento da estrutura e da dinâmica dos sistemas ambientais e dos limites de sua vulnerabilidade, poder-se-á oferecer os instrumentos eficazes para uma ocupação ordenada, com uso racional dos recursos naturais e sustentabilidade.

Precisamos de um sistema produtivo que minimize os impactos ambientais sobre os solos, sobre as águas e sobre os elementos bióticos. É necessário criar um grande Sistema de Unidades de Conservação, com áreas de proteção permanente (APAs), com estações e reservas ecológicas com o propósito de preservar a biodiversidade dos Cerrados. É preciso manter áreas de vegetação natural, sempre que possível margeando as áreas cultivadas, de modo a constituírem-se corredores ecológicos entre as áreas de preservação permanentes, que possam servir como reservatório para os inimigos naturais das pragas da agricultura e alimentação e refúgio para as espécies da fauna, que poderão ajudar na conservação do patrimônio genético da biodiversidade dos Cerrados.

## LITERATURA CITADA

IANHEZ, A.C.; PITTHAN, J.H.L.; SIMÕES, M.A.; DEL'ARCO, J.O.; TRINDADE, C.A.H.; LUZ, D.S. da.; FERNANDES, C.A.C.; TASSINARI, C.C.G. *Geologia*, folha SE-22, Goiânia. M.M.E.; Projeto RADAMBRASIL, v.31, p.23-248 (Levantamento de Recursos Naturais), 1983.

- NISHIYAMA, L. Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia. Departamento de Geografia/UFU, n.1, p.9-16. 1989.
- PESSOA, V.L.S. **Ação do Estado e as transformações agrárias no cerrado das zonas de Paracatu e Alto Paranaíba**. Rio Claro: IGCE/UNESP, p. 132-137, 1988. Tese de Doutorado.
- SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. de. A.; DERZE, G.R. & ASMUS, H.E. **Geologia do Brasil**. Texto Explicativo do Mapa Geológico do Brasil e da Área Oceânica Adjacente Incluindo Depósitos Minerais. Brasília: M.M.E. /DNPM, 1984, 501 p.
- SHIKI, S. Sustentabilidade do sistema agroalimentar nos cerrados - em busca de uma abordagem inclusiva. **Agricultura Sustentável**, Jaguariuna, SP, a. 1, n.2, p.17-30, 1995.
- SVISERO, D. P.; HASUY, K.; DRUMOND, D. Geologia dos kimberlitos do Alto Paranaíba, Minas Gerais. **Mineração Metalurgia**, a.42, n.406, p.34-38, 1979.
-

# HABITAT PREFERENCE OF *Trachypogon* (GRAMINEAE) IN SOUTH AMERICAN SAVANNAS

ANTONIO C. ALLEM<sup>1</sup> and JOSÉ F.M. VALLS<sup>1</sup>

---

## ABSTRACT

The grass genus *Trachypogon* is of prime importance in the diet of beef cattle in areas of pastures from flooded savannas and, principally, in non-flooded savannas. The genus occurs in high frequency and density in non-flooded savannas from the highland Colombian and Venezuelan Lhanos and also in the Brazilian Cerrado, places where it forms large grasslands. The frequency of the genus

lowers considerably in seasonally flooded savannas and, in places, it may vanish altogether. The peculiar ecological distribution of the genus is debated and a view is put forwarded that the distributive pattern is determined by the soil chemistry.

**Additional index words:** Ecological preference, forage grass.

## RESUMO

### Preferência ecológica de *Trachypogon* (Gramineae) nas savanas sul americanas

O gênero *Trachypogon* é de grande importância na nutrição do rebanho bovino em áreas de pastagem de savanas inundáveis e, principalmente, de savanas não-inundáveis. O gênero ocorre com alta frequência e alta densidade nas savanas não inundáveis dos Lhanos colombianos e venezuelanos e também no Cerrado brasileiro, locais onde forma pastagens nativas de grande

extensão. Nas savanas inundáveis a frequência do gênero diminui consideravelmente e, em algumas áreas o mesmo está completamente ausente. A peculiar distribuição ecológica do gênero é debatida, acreditando-se que seu padrão distributivo esteja direcionado pela química do solo.

**Palavras-chave:** Cerrado, distribuição ecológica.

---

## INTRODUCTION

The grass genus *Trachypogon* is a major component of the diet of beef cattle in the Cerrado (Allem & Valls, 1987). The same holds true of the huge non-flooded Venezuelan and Colombian high Lhanos (Blydenstein, 1962; Rubio & López, 1968). *Trachypogon* makes up to 65% of the forage composition of the high Venezuelan Lhanos (Cunha *et al.*, 1971) and in the case of Guyana this figure climbs up to 90% (Myers, 1936). In contrast, the genus is noticeably absent

from large areas of the South American flooded savannas (e.g. the Chaco) or in others its presence is confined to particular sites of the formation (e.g. the Pantanal mato-grossense).

The aim of this contribution is to discuss the factors that take *Trachypogon* to prosper in some savanna areas and be absent from places with similar latitudes, physiognomies, and ecologies. More specifically, we want to question Ramia's (1959) view that forage grasses from inundated American savannas disperse according to the relief of the area and to the degree of efficiency of the underground drainage. It is in

---

<sup>1</sup> EMBRAPA-CENARGEN, Caixa Postal 02372, Brasília, DF 70849-970, Brazil.

connection with this point of view that we studied the distribution of *Trachypogon*.

## MATERIAL AND METHODS

The distribution of *Trachypogon* was checked for all significant areas of animal production in the S.A. savannas. The geographical information was plotted against the ecology of the area and the data crossed with information regarding the type of local soil. Theory build up was thus associative and inferential.

## RESULTS AND CONCLUSIONS

A first finding was that *Trachypogon* occurs both in flooded and non-flooded American savannas. The genus forms pastures in Brazil (islands of Marajó and Bananal, state of Roraima, Pantanal, Cerrado), the Guyanas, and in the Colombian-Venezuelan Llanos. The genus thrives indistinctly in clay and sandy soils of the orders oxisols, ultisols, and entisols. The commonly presumed incompatibility of *Trachypogon* to waterlogging (e.g. Blydenstein, 1962) does not hold true. The genus resists well to a 30 cm water cover for up to four months in the grasslands of the Bananal island (Pires, 1979). It is also common to associate the occurrence of *Trachypogon* in flooded savannas to infertile sandy soils. However, the genus occurs both in sandy and clay infertile soils of the Marajó island (0° - 52°W) although it vanishes from more fertile local clay soils (Miranda, 1907). In the large Brazilian Pantanal, *Trachypogon* is virtually restricted to the area known as Nhecolândia which is in the main composed of infertile quartzose hydromorphic sands and quartzose dystrophic sands (entisols). In the continuous and large "pantanal" of Paiaguás, *Trachypogon* thins out noticeably but, significantly, large tracts of this area are covered by solonchak solonchak, highly saline soils.

*Trachypogon* is remarkably absent from the huge flooded Argentinian - Paraguayan Chaco but it is dominant in other equally flooded environments like the Bananal island in Central Brazil. Of significance, the Chaco is virtually free of oxisols and ultisols while the latter are conspicuously present in the island. These poorly-drained acid soils show values of saturation of interchangeable  $Al^{+++}$  close to 60% and are chemically very similar to the well-drained oxisols typical of non-flooded areas. Entisols are likewise rich in interchangeable  $Al^{+++}$ .

The Pantanal, like most of the seasonally flooded savannas, is poor in oxisols and ultisols. This huge basin presents multiple soil orders and, in particular, alfisols, a number of them fertile and others rich in soluble salts. By

not prospering in these sites *Trachypogon* ranks as an acid-loving plant which does better in low pH substrata.

A comparative analysis of the Pantanal and the grand Chaco (Argentina, Paraguay, and Bolivia) shows that soils from both formations are principally hydromorphic and that those areas composed of alfisols, vertisols, and inceptisols are saline or saline-alkaline. Sizeable tracts of these soils are rich in  $P^+$ ,  $Ca^{++}$ , and  $K^+$ , and their pH values range from 6 to 8. These factors work against the establishment of *Trachypogon*.

The absence of *Trachypogon* from the Chaco and from clay areas of the Pantanal is associated to chemical properties of the soil and to aspects of salinity. The area which today houses the Chaco has once been under strong marine influence. If we heed to this marine influence all the evidence points towards the edaphic salinity as the limiting factor for the entrance of *Trachypogon* in large parts of the Chaco. The existence of "solonchak" soils (one type of sodic alfisols) in areas of the grand Chaco (Ragonese & Covas, 1947) suggests a marine origin for the same. These soils are extremely saline, sandy, with poor internal and external drainage, values of pH ranging from 8,5 to 9 and, noticeably, rich in chlorides ( $NaCl$ ) and sulphates ( $Na_2SO_4$ ). The solonchak also occur in some areas of the Pantanal.

Summing up, it is thought that the occurrence and distribution of the grass genus *Trachypogon* in the pastures of American savannas is conditioned to a sum of factors from which the following are mandatory. 1. Soils with low natural fertility. Rubio & López (1968) report that attempts to fertilize natural grasslands dominated by *Trachypogon* resulted in its exclusion by the more competitive grass *Axonopus purpusii* in the same environment. 2. Soils with minimal levels of soluble sodium salts. *Trachypogon* is sensitive to salinity. Sizeable areas of the Pantanal are covered by sodic alfisols. By way of comparison, Brazil's north-eastern region, including the caatinga, is composed in large scale of alfisols (Sánchez & Isbell, 1979). Significantly, there is no record of natural pastures of *Trachypogon* in that huge region. The genus, however, shows up in force in areas of transition between the caatinga and the Cerrado, westwards, when the alfisols give way to oxisols. *Trachypogon* has yet to be reported from places with alfisols or vertisols. 3. Low osmotic pressures in the soils. The absence of *Trachypogon* in large areas of the Pantanal and completely from the Chaco is well fundamented with this hypothesis. The phenomenon of capilarity turns available soluble salts in the surface which leads to high osmotic pressures. *Trachypogon* does not seem to resist to external solutions with high osmotic pressure. 4. Presence of acid soils, with pH values generally below 5,0. Neutral or alkaline soils prevent the establishment of the genus. 5. Presence of high values of interchangeable  $Al^{+++}$  in the soils. Seemingly, the percentage of saturation of this element should top 50% and higher. In contrast, the values

of interchangeable bases should be low, particularly the concentrations of P<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, and K<sup>+</sup>.

The genus *Trachypogon* does not have its dispersion obligatorily tied to the presence of any of the following factors. 1. Soils from the orders oxisols and ultisols; 2. Clay or sandy substratum, both in the surface and in the underground; 3. Efficient external evaporation and efficient internal drainage.

## REFERENCES

- ALLEM, A.C.; J.F.M. VALLS. **Recursos forrageiros nativos do pantanal mato-grossense**. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1987. 339p. (EMBRAPA-CENARGEN. Documentos, 8).
- BLYDENSTEIN, J. La sabana de *Trachypogon* del alto Lhano. **B. Soc. Ven. Ci. Nat.**, v.102, p.139-216, 1962.
- CUNHA, E.; CABELLO, P.; CHICCO, C.F. Composición química y digestibilidad *in vitro* del *Trachypogon* sp. **Agron. Trop.**, v.21, p.183-193, 1971.
- MIRANDA, V.C. Os campos de Marajó e a flora, considerados sob o ponto de vista pastoril. **B. Mus. Paraen. Emílio Goeldi**, v.5, p.95-151, 1907.
- MYERS, J.G. Savannah and forest vegetation of the interior Guiana plateau. **J. Ecol.**, v.24, p.162-184, 1936.
- PIRES, J.M. Notas sobre a vegetação da Ilha do Bananal (GO). s.l., s.d., 13p. 1979. Datilografado.
- RAGONESE, A.E.; COVAS, G. La flora halófila del sur de la Provincia de Santa Fe. **Darwiniana**, v.7, n.3, p.401-496, 1947.
- RAMIA, M. **Las sabanas de Apure**. Caracas: Ministério de Agricultura y Cria, 1959. 134p.
- RUBIO, E.; LÓPEZ, U.A. La explotación ganadera en los Lhanos orientales. **Agric. Trop.**, v.24, n.1, p.616-640, 1968.
- SÁNCHEZ, P.A.; ISBELL, R.F. **Comparación entre los suelos de los trópicos de América Latina y Australia**. In: Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali. Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos: trabajos presentados durante un Seminario celebrado en el CIAT, 17-21 Abril, 1978. Cali, p. 29-58. 1979. (CIAT. Ser 03SG-5).
-

# COMPLEXOS GÊNICOS E COLEÇÕES NUCLEARES: ESTRATÉGIA PARA RECURSOS GENÉTICOS NOS CERRADOS

EDUARDO A.V. MORALES<sup>1</sup> e AFONSO C.C. VALOIS<sup>1</sup>

## RESUMO

A conservação da diversidade genética tem sido uma constante preocupação mundial. Melhoristas consideram que os recursos genéticos são estratégicos e devem ser apoiados, embora continuem mantendo e somente utilizando suas coleções de trabalho. Na organização de uma coleção de recursos genéticos é essencial dispor do máximo de variação genética,

preferencialmente através da organização de uma coleção estruturada, com 80% da variação genética disponível em apenas 10-15% dos acessos, e com agrupamentos por características genéticas de adaptação ambiental e utilitárias.

**Palavras-chave:** Germoplasma, biodiversidade, variação genética.

## ABSTRACT

### Genepools and core collections germplasm: strategy for genetic resources in the Brazilian "Cerrados"

Genetic diversity conservation has been a constant world trend. Breeders consider genetic resources as strategic materials that must be supported, although they still continue to maintain and use their own work collections. A genetic resources collection need to maintain the maximum amount of genetic variation, mainly through the

organization a structured collection with 80% of the genetic variation in 10-15% of the available accessions, and with environmental and utility groups.

**Additional index words:** Germplasm, biodiversity, genetic variation, genepools, savanna.

## INTRODUÇÃO

A conservação da diversidade genética tem sido uma constante preocupação mundial. Em geral os melhoristas consideram que os recursos genéticos são estratégicos e devem ser apoiados, embora continuem mantendo e somente utilizando suas coleções de trabalho. Embora os níveis de uso tenham aumentado, tem sido afirmado e provavelmente também seja opinião de muitos administradores, que o baixo nível de utilização não justifica os elevados custos opera-

cionais e o conseqüente enfraquecimento nos parques orçamentos dos programas de pesquisa agrícola.

Assim, ao mesmo tempo em que se considera essencial dispor do máximo de variação genética, é também importante organizar uma coleção atrativa para os usuários, oferecendo coleções com as seguintes características: (a) organização estruturada e com agrupamentos compatíveis com as demandas de ciência e tecnologia; (b) com acessos caracterizados e avaliados; (c) com agrupamentos por características de adaptação ambiental e utilitárias; e (d) com agrupa-

<sup>1</sup> EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia, Caixa Postal 02372, Brasília, DF 70849-970, Brasil.

mentos por estoques genéticos, mutantes e linhagens de interesse.

## MATERIAL E MÉTODOS

**Biodiversidade** é considerada como a variação que ocorre entre os organismos vivos de todas as origens e os complexos ecológicos dos quais fazem parte, incluindo diversidade dentro de espécies, entre espécies e ecossistemas (UNEP, 1992); constitui o somatório da variação de genes, espécies e ecossistemas que ocorre na natureza (Mcneely *et al.*, 1990). **Variação genética** é a capacidade de um organismo, população ou espécie, de mudar ou variar sua estrutura hereditária em relação às suas características, forma ou natureza (IBPGR, 1991). Nesse aspecto, **Diversidade genética** indica a variação genética conhecida e potencial ou ainda desconhecida em nível de gênero. **Variabilidade genética** é a variação genética em nível de espécie, principalmente aquela sob conservação. Kresovich & Mcferson (1992) consideram que, dependendo do conhecimento disponível sobre o "taxon", a diversidade genética deve ser considerada em diferentes níveis de organização, como: complexos gênicos ou "genepools", populações, indivíduo, genoma, "locus" e seqüências de bases de DNA. As fontes naturais de variação genética podem ser observadas e analisadas sob duas situações:

(1) Os **centros de origem e de diversidade genética**, onde os primeiros tipos estão relacionados com a região geográfica de origem de uma espécie ou onde primeiro foi domesticada. Já o segundo tipo indica a região ecogeográfica onde ocorre um grau expressivo de diversidade genética (IBPGR, 1991); e pode ser classificado em dois subtipos: (a) **centros de diversidade primária**, onde, além da espécie de interesse, ocorrem espécies silvestres com características primitivas e expressiva freqüência de caracteres dominantes; e (b) **centros de diversidade secundária**, onde, além da espécie de interesse, ocorrem poucas espécies silvestres e os níveis de variação genética são baixos, embora com freqüência expressiva de caracteres recessivos.

(2) Os **complexos gênicos ou "genepools"** constituídos por toda a informação genética encontrada na composição de uma população de organismos de reprodução sexuada, em um dado momento, e geralmente aplicada ao grupo de espécies filogeneticamente relacionadas, que compõem o gênero (IBPGR, 1991). Com o objetivo de utilizar este conceito nos procedimentos do melhoramento genético de plantas, Harlan & de Wet (1971) propuseram as seguintes categorias: (a) "**genepool**" **primário (GP1)**, para cruzamentos entre indivíduos da espécie de interesse com geração de progênies férteis e capazes de manifestar os efeitos das trocas gênicas; (b) "**genepool**" **secundário (GP2)**, em que o cruzamento da espécie de interesse com outras espécies gera

progênies com níveis variáveis de esterilidade ou fertilidade, mas ainda com possibilidade de manifestar efeitos das trocas gênicas, embora ocorra forte tendência para a obtenção de híbridos estéreis; e (c) "**genepool**" **terciário (GP3)**, em que o cruzamento da espécie de interesse com outras espécies gera progênies anômalias, com expressivos índices de letalidade ou completamente estéreis e incapazes de manifestar os efeitos das trocas gênicas por meio de tecnologias tradicionais.

Em nível global (UNEP, 1992), **recursos biológicos** constituem os componentes bióticos com uso atual ou potencial, ou de valor para a humanidade; **material genético** designa genótipos, genes e alelos de qualquer material originado de plantas, animais ou microrganismos, desde que possua unidades funcionais da herança; **recursos genéticos** indicam o material genético de valor atual ou potencial. Já **germoplasma** constitui a base física da herança que se transmite de uma geração para outra através de células reprodutivas (IBPGR, 1991). Dentro de um enfoque prático, recursos genéticos indicam o conjunto de amostras populacionais de plantas, animais ou microrganismos, obtidas com o objetivo de tornar disponíveis caracteres genéticos úteis e com valor atual ou potencial; e germoplasma designa indivíduo ou clone representando um tipo, espécie ou cultura, passível de ser mantido em um repositório (IBPGR, 1991). Neste aspecto, Breese (1989) recomenda que na organização de coleções de recursos genéticos sejam considerados os seguintes tipos de germoplasma: cultivares obsoletos; cultivares primitivos; cultivares tradicionais ou "landraces"; populações de espécies silvestres; e estoques genéticos.

**Acesso** é o termo utilizado para qualificar toda amostra de germoplasma que representa a variação genética de uma população propagada sexualmente ou de um indivíduo propagado clonalmente. Para que represente as características genéticas pelas quais foi organizado, é importante priorizar dois fatores: (a) a freqüência alélica mínima a ser considerada de maneira a definir o nível de representatividade genética da amostra, geralmente para amostrar e manter alelos ou características genéticas com freqüências acima de 5% ou 10%; e (b) o tamanho populacional efetivo dos progenitores ( $N_e$ ), em que níveis maiores indicam melhor representação genética da população amostrada e menores níveis de endogamia. Em relação ao  $N_e$ , duas situações devem ser consideradas: coleta e regeneração.

Na coleta de germoplasma tem sido adotado coletar 50 sementes por planta matriz e 50 a 100 plantas matrizes por população. Utilizando estes parâmetros, Vencovsky (1986) mostra que o  $N_e$  pode variar expressivamente, desde 185 com 50 plantas e 2500 sementes, 345 com 100 plantas e 5000 sementes e até 484 com 150 plantas e 2500 sementes. Hallauer e Miranda Filho (1981) apontam 200 a 500 sementes como o tamanho ideal para manter as características gera-

néticas de plantas alógamas, como o milho. Vencovsky (1986) considera que o *Ne* para regeneração depende da viabilidade do acesso. Assim, uma amostra sem apresentar perdas de viabilidade e obtida como resultado de cruzamentos ao acaso entre todas as plantas, oferece duas alternativas: (a) se adotada uma amostragem aleatória em número correspondente àquele da população, o *Ne* será igual ao número de plantas na população e apresentará alta representatividade genética; (b) se adotada uma amostragem organizada com igual número de sementes para cada planta, a representatividade genética aumentará. Mas, ao diminuir a viabilidade da amostra, a representatividade genética diminuirá até situações em que ocorrerá a descaracterização da identidade genética da amostra inicial, o que será observado se a perda de viabilidade supera os 50%.

Quando a conservação dos acessos é realizada em seu ambiente natural, em reservas genéticas "in situ", o processo evolutivo continua e com ele novas formas de variação genética podem ocorrer e ser amostradas. A conservação da variação genética dos acessos mantidos fora do seu ambiente natural, em coleções de germoplasma "ex situ", representa um permanente desafio para evitar alterações genéticas na amostra populacional submetida à paralisação do processo evolutivo que atuava sobre a população no momento da amostragem. Em nível global, a UNEP (1992) estabeleceu **conservação "in situ"**, como sendo a conservação de ecossistemas e "habitats" naturais e a manutenção e recuperação de populações viáveis de espécies em seus meios naturais e, no caso de espécies domesticadas ou cultivadas, nos meios em que tenham desenvolvido suas propriedades características; e **conservação "ex situ"**, como sendo a conservação de componentes da diversidade biológica fora de seus *habitats* naturais.

Na sistemática para conservação dos recursos genéticos, Vilela-Morales & Valois (1994) consideram importante conhecer o potencial oferecido pelos seguintes ambientes:

(1) **Coleção de base - COLBASE**, para conservação *ex situ* e com as seguintes características: constituir a principal fonte de variabilidade genética para a espécie de interesse; conservar, embora apresente diferentes graus de redundância genética (desde duplicação de parte da informação genética em diferentes acessos até a completa duplicação de acessos), o máximo da diversidade genética disponível; conservar o germoplasma a longo prazo; e constituir a última fonte para procura da disponibilidade do germoplasma.

(2) **Coleção ativa - COLATIVA**, para conservação *ex situ* e com as seguintes características: conservar o germoplasma utilizando procedimentos para conservação a médio prazo; manter germoplasma com demanda atual; e incorporar ou descartar acessos utilizando procedimentos contínuos.

(3) **Coleção nuclear - CORE**, para estimular o uso do germoplasma e, citando Vilela-Morales & Valois (1995), com

as seguintes características: representar 70-80% da diversidade genética em 10-15% do total de acessos existentes; representar a diversidade genética existente em estratos para adaptação ambiental e utilitários; facilitar o manejo e manutenção da coleção. Esta coleção permite representar tanto a variabilidade genética existente em uma coleção como, preferencialmente, a variabilidade genética das coleções que mantêm o máximo da diversidade genética. A sistemática de considerar não somente a diversidade genética da espécie de interesse, mas também aquela presente nas espécies silvestres do gênero, reconhecendo o papel estratégico dos "genepools", fortalece o potencial estratégico da CORE junto aos programas de pesquisa e de conservação ambiental. Na organização desse tipo de coleção devem ser considerados tanto o número mínimo de 1000 acessos como o tratamento a ser estabelecido para os materiais melhorados. Na seleção de acessos, devem ser utilizados o método ao acaso para os acessos, que deverão compor os agrupamentos relacionados com o ambiente, e o método sistemático, seleção direta, para os acessos que devem compor os agrupamentos utilitários. Na validação dos agrupamentos devem ser estabelecidos métodos de análise hierárquica para validação dos agrupamentos, levando em conta dados sobre local de origem e de caracterização morfológica, molecular e agrônômica. Este último grupo está relacionado com caracteres utilitários de interesse para os diferentes programas de ciência e tecnologia. Toda CORE deve ser submetida a procedimentos que comprovem sua representatividade genética.

(4) **Jardins botânicos e zoológicos**, que embora não conservem amostras geneticamente representativas de populações, constituem um valioso repositório de diversidade genética e, em muitos casos, o último recurso disponível para evitar-se a perda irrecuperável de características genéticas.

(5) **Reservas genéticas**, denominação aplicada aos locais ou ambientes em que são conservadas populações ou comunidades com características genéticas de interesse, porém submetidas aos processos evolutivos naturais. Citando Lleras (1991), estas reservas, conforme os diferentes procedimentos de manejo a que são submetidas, abrangem os seguintes tipos: (a) **com pouco ou nenhum manejo**, como são reservas em áreas de conservação ambiental; (b) **com manejo moderado**, as "reservas extrativistas"; (c) **com manejo intermediário**, as pradarias naturais; (d) **com manejo intensivo**, como é a conservação de cultivares primitivas por comunidades indígenas. Embora exista uma forte demanda por conservação "in situ", a dimensão da sistemática a ser utilizada constitui uma barreira muito difícil de ser superada pelo esforço de uma única instituição. Assim, existe a necessidade de ser implementada uma ação institucional integrada como mecanismo para estabelecer níveis desejáveis de conhecimento, recursos humanos e financeiros e de estruturas físicas em áreas com níveis expressivos de diversidade genética. Por outro lado, as **reservas naturais** raramente têm

sido selecionadas com o principal objetivo de conservar a variação genética das espécies. Todavia, parques, reservas, refúgios, santuários e outras estruturas dedicadas a conservação ambiental, embora sob domínio de instituições diferentes, quando localizados em áreas com expressivos níveis de diversidade, devem ser considerados desejáveis para conservação *in situ*. Sua disponibilidade poderá ser viabilizada mediante estabelecimento de **reservas genéticas** dentro das áreas de conservação, embora deva-se evitar alterações no ambiente de conservação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Enquanto na conservação da diversidade genética são utilizadas comunidades e suas populações, na conservação da variabilidade genética são utilizadas amostras populacionais ou acessos. Essas amostras podem estar constituídas por diferentes estruturas orgânicas, como: plantas, animais, sementes, esporos, cepas, estirpes, estacas, pólen, sêmen, óvulos, embriões, tecidos, células e DNA ou seus fragmentos. Todavia, sua organização e representatividade devem ser estabelecidas levando em conta o tamanho populacional efetivo e a frequência alélica ou genotípica das características genéticas a serem consideradas, respectivamente, para diminuir os efeitos da endogamia e para manter a representatividade da amostra em relação às características pelas quais foi coletada.

Em função da extensão territorial coberta e pelo elevado número de ecossistemas existentes no bioma Cerrados, pode-se afirmar que seguramente existem características genéticas importantes, desenvolvidas como mecanismos evolutivos em diferentes ambientes. Conseqüentemente, pode-se generalizar que o uso dos "genepools" no estabelecimento de sistemas para conservação e uso dos recursos genéticos dos Cerrados é uma condição essencial a ser considerada.

Deve-se prestar atenção que, embora o GPI permita a obtenção de híbridos intra-específicos férteis, o mesmo nível de afinidade genética é o maior entrave para encontrar caracteres com estruturas genéticas diferentes daquelas conhecidas na espécie de interesse. Já os agrupamentos GP2 e GP3 poderão acenar com um forte potencial para encontrarem-se características genéticas organizadas com estruturas diferentes daquelas conhecidas na espécie de interesse. Todavia, embora todas as características genéticas do GPI e algumas do GP2 possam ser transferidas para as espécies de interesse, mediante procedimentos tradicionais de melhoramento genético, muitas das características genéticas do GP2 e todas do GP3 somente poderão ser transferidas por modernas biotecnologias, como aquelas empregadas pela biologia molecular na obtenção de plantas transgênicas.

Fica claro que a variação genética presente nos "genepools" deve ser considerada imprescindível na organi-

zação de coleções de recursos genéticos, uma vez que poderá atender tanto aos fatores de demanda atual, como também àqueles potenciais ou com características ainda desconhecidas. Neste aspecto, dois fatores devem ser lembrados na busca de características genéticas: (1) a diversidade de espécies nos diferentes ecossistemas; e (2) os caracteres genéticos de interesse socioeconômico ou cultural desenvolvidos como processos de adaptação ambiental. Entretanto, o desconhecimento do potencial utilitário oferecido pela diversidade de espécies permite estabelecer a hipótese de que poucas apresentem características genéticas de interesse atual. Mas, ao considerar-se o estreito relacionamento entre os organismos vivos e os ambientes de onde se originaram, todas devem possuir características genéticas desenvolvidas como mecanismos de adaptação ambiental. Assim, na eventualidade de que ocorram mudanças nos atuais fatores de demanda, espécies consideradas sem maior interesse utilitário poderão tornar-se altamente desejáveis ou imprescindíveis no futuro.

Como pode ser deduzido, a CORE apresenta um papel utilitário muito expressivo, embora continue claro o papel estratégico da COLBASE como repositório maior da variação genética existente. Já ao comparar-se a CORE com a COLATIVA em relação a sua utilização, a primeira apresenta os seguintes aspectos favoráveis: 1) níveis menores de duplicação e redundância genética; 2) níveis mais expressivos de informações sobre identificação ou passaporte; 3) níveis mais expressivos de informações sobre caracterização, avaliação e potencial utilitário; e 4) menor número de acessos, menor custo operacional e, conseqüentemente, maiores chances do germoplasma ser utilizado. Por outro lado, entre as diretrizes para fundamentar a conservação da diversidade genética nativa, a relacionada com a adoção de procedimentos *in situ* e *ex situ* de forma complementar, na combinação reserva genética - coleção nuclear, constitui uma excelente alternativa para conservar o germoplasma e tornar disponível a porção representativa de sua diversidade genética. Os procedimentos devem promover a conservação "in situ" de 70-80% da diversidade genética das populações conservadas em reservas genéticas. A diversidade genética deve ser estimada mediante procedimentos de caracterização e avaliação "in loco", em uma coleção nuclear para conservação "in situ", também sob a forma de reserva genética formada por 10-15% das reservas genéticas originais. Como medida de segurança, deve-se organizar uma CORE para conservação "ex situ".

## CONCLUSÃO

A região dos Cerrados brasileiros, com uma extensão de 200 milhões de hectares, é possuidor de grande diversidade de plantas, animais e microrganismos, e elevada variabilidade genética. A ecologia dos Cerrados vem sofrendo forte

inflúencia antrópica com pronunciada erosão genética, provavelmente até como um mecanismo para atrair investimentos e evitar a devastação de áreas do bioma Amazônia. Esta situação e grandes queimadas anuais resultam em níveis expressivos de erosão dos recursos genéticos regionais. Assim, esta situação de risco constante promove uma forte demanda socioeconômica regional pelo estabelecimento de processos de conservação e uso dos recursos genéticos. Neste contexto, a exploração dos complexos gênicos e a organização de coleções nucleares constituem os pilares de fundamentação para os programas de um desenvolvimento sustentável neste bioma.

## LITERATURA CITADA

- BREESE, L. Multiplication and regeneration of germplasm. *In*: STALKER, H.T.; CHAPMAN, C. eds., **Scientific management of germplasm characterization: evaluation and enhancement**. Rome: IBPGR-North Carolina State University, 1989. (IBPGR Training Courses: Lecture Series. 2). p: 17-21. 1989.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University Press, 1981. p.392-396.
- HARLAN, J.R.; WET, J.M.J. Toward a rational classification of cultivated plants. *Taxon.*, v.20, p.509-517. 1971.
- IBPGR. **Elsevier's dictionary of plant genetic resources**. Rome: International Board for Plant Genetic Resources, 1991. 187 p.
- KRESOVICH, S.; McFERSON, J.R. Assessment and management of plant genetic diversity: considerations of intra and interspecific variation. **Field Crops Research.**, v.29., p.185-204. 1992.
- McNEELY, J.A.; MILLER, K.R.; REID, W.; MITTERMEIER, R.A.; WERNER, T.B. **Conserving the world's biological diversity**. Gland, Switzerland, Washington: IUCN/WRI/CI/WWF-US/World Bank, 1990. 193p.
- VENCOVSKY, R. **Tamanho efetivo populacional na coleta e preservação de germoplasma de espécies alógamas**. Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, 1986. 15 p.
- VILELA-MORALES, E.A.; VALOIS, A.C.C. 1994. Princípios para conservação e uso de recursos genéticos. *In*: EMBRAPA-CENARGEN. **Curso de Conservação de Germoplasma-Semente**. Brasília: EMBRAPA-CENARGEN/IICA-PROCISUR. (No prelo. IICA-PROCISUR. Série DIALOGOS)
- VILELA-MORALES, E.A.; VALOIS, A.C.C.; COSTA, R.S. **Core collections for gene banks with limited resources**. *In*: HODGKIN, T.; BROWN, A.H.D.; HINTUM, T.J.L.; VILELA-MORALES, E.A. Core collections of plant genetic resources. Chichester: John, 1995. p.241-249.
- UNEP. Convention on Biological Diversity. Rio de Janeiro: **United Nations Environment Programme (UNEP)**, 1992, 24 p. (Na.92-7807).
-

# FITOSSOCIOLOGIA DE UMA RESERVA ECOLÓGICA DE CERRADO ADJACENTE A PLANTIOS AGRÍCOLAS<sup>1</sup>

BRUNO M. T. WALTER<sup>2</sup> e JOSÉ F. RIBEIRO<sup>3</sup>

## RESUMO

Poucos estudos procuraram avaliar o impacto ambiental das atividades agrícolas na estrutura e na composição florística da vegetação do Cerrado. O presente trabalho apresenta os dados do primeiro ano do levantamento fitossociológico realizado em transectos com parcelas permanentes em Reservas de cerrado, de uma área agrícola implantada há mais de dez anos no município de Formosa do Rio Preto (BA). De maneira geral os resultados mostraram que a diversidade de espécies lenhosas é alta, e foi superior a muitos estudos em outras áreas no Cerrado, embora os índi-

ces encontrados possam ter incluído alfa (variação local) e beta (variação de gradientes) diversidade. Foram detectados indícios de variação na densidade e na diversidade ao longo dos transectos estudados. Esta variabilidade pode ter sido originada por vários fatores, como solo ou mesmo as próprias atividades agrícolas. Porém, apenas o estudo de longo prazo, do qual este trabalho faz parte, poderá indicar quais fatores estariam influenciando nestes resultados.

**Palavras-chave:** Florística, impacto ambiental, árvores, savana.

## ABSTRACT

### Phytosociology of a "Cerrado" ecological reserve close to crop fields

Few studies tried to evaluate the environmental impact of agriculture on the structure and floristics of Cerrado vegetation. The present study shows the results of the first year of a phytosociological inventory in transects with permanent plots, in cerrado reserves included in a ten years old agricultural area in Formosa do Rio Preto (BA). In general, the results indicate that species diversity is high, although the values found may have included *alpha* (local variation)

and *beta* (gradient variation) diversity. Variation was found on the density and diversity of the studied transects. This variation could be due to several factors such as soil and the cultivation itself. However, only long term studies may indicate which factors could be responsible for this variability.

**Additional index words:** Floristic, environmental impact, trees, savanna.

## INTRODUÇÃO

Grande parte dos estudos ecológicos conduzidos na vegetação do Cerrado tem objetivado ampliar o conhecimento sobre a estrutura fitossociológica e composição florística de

suas diferentes fitofisionomias, frequentemente correlacionando os resultados obtidos com fatores bióticos e abióticos naturais (p. ex. Arens 1963; Goodland & Ferri, 1979; Ribeiro *et al.*, 1985; Felfili *et al.*, 1992, 1994; Ratter & Dargie, 1992). Em muitos destes estudos foram feitos

<sup>1</sup> Estudo parcialmente financiado pelo JICA/Cia. de Promoção Agrícola (CAMPO), contrato n° 10727-95.

<sup>2</sup> Pesquisador, EMBRAPA-CENARGEN, Caixa Postal 02372, Brasília, DF 70770-900, Brasil. email: bwalter@cenargen.embrapa.br

<sup>3</sup> Pesquisador, EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil. Email: felipe@cpac.embrapa.br

comentários sobre os impactos negativos que a agricultura estaria causando na vegetação (Felfili *et al.*, 1992, 1994), embora até o presente não existam trabalhos sobre o tema considerando possíveis mudanças florísticas e estruturais na vegetação em função deste impacto.

A preservação dos recursos naturais na região do Cerrado tem recebido alguma atenção mundial, apesar de que dos mais de 2 milhões de km<sup>2</sup> que a região ocupa, praticamente 35% já estariam destinados às atividades agrícolas (Macedo 1995). Isto torna necessária e urgente a investigação dos impactos destas atividades na vegetação natural contígua. O presente estudo busca analisar variações fitossociológicas temporais em parcelas permanentes e recebe o apoio da Companhia de Promoção Agrícola (CAMPO) e do JICA, em cooperação com a EMBRAPA.

Com este objetivo foi iniciado o estudo da vegetação de Cerrado em Reservas em condomínio (áreas conjuntas de Reserva obrigatória entre fazendas) em dois projetos de colonização agrícola cuja cultura dominante é a soja. O primeiro projeto situa-se no noroeste do Estado da Bahia e teve os primeiros plantios iniciados há mais de dez anos. O segundo, localizado ao sul do Estado do Maranhão, teve as áreas de plantio desmatadas durante o ano de 1995.

Este trabalho mostra os resultados preliminares do primeiro ano do levantamento fitossociológico, da vegetação lenhosa amostrada no Estado da Bahia.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no município de Formosa do Rio Preto (11° 27' S; 46° 00' WGr), BA, em uma área de colonização agrícola implantada há mais de dez anos (Projeto Ouro Verde). A vegetação estudada engloba faixas que contêm Cerrado Típico e Cerrado Denso (Ribeiro *et al.*, 1983), que compõem as Reservas naturais em condomínio pertencentes ao Projeto Ouro Verde.

Foram estabelecidos quatro transectos de 160 metros cada, subdivididos em 16 parcelas de 10x20 m, totalizando 1,28 ha de área amostrada. Cada transecto foi alocado perpendicularmente à área cultivada, sendo a primeira parcela posicionada a 2 m do ponto de contato com a agricultura (completa ausência de vegetação nativa). Deste modo a primeira parcela de todos os transectos (parcela 1) ficou contígua à agricultura e a última (parcela 16) distante da agricultura.

Em cada parcela foram amostrados todos os indivíduos lenhosos que apresentavam diâmetro de caule medido a 30 cm do solo igual ou superior a 3cm. Para cada indivíduo foram anotados o diâmetro, a altura total, os diâmetros de copa (coberturas total e real) e a sua localização na parcela. Todos os indivíduos foram marcados com plaquetas de alumínio numeradas, cuja colocação na planta se deu no ponto de medida dos diâmetros de caule. Este procedimento permiti-

rá a realização de futuras medições de acompanhamento no mesmo local. Para a cobertura de copa total (diâmetro de copa), considerada como a projeção da copa sobre o solo, foram feitas duas medidas. Uma no sentido de maior comprimento e outra 90° a partir da primeira, de modo a considerá-la com a forma aproximada de uma elipse (ou círculo). Além desta medida foi feita uma estimativa da porcentagem de área efetivamente coberta por folhas e galhos, o que resultou na estimativa da cobertura de copa real.

Foram calculados os parâmetros fitossociológicos utilizando o Programa INFLO, desenvolvido pela Dra. Jeanine M. Felfili do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília. Os cálculos de diâmetros de copa foram feitos em uma planilha MS-Excel. Foram traçadas curvas espécies-área para o levantamento e calculados índices de diversidade (Shannon e Pielou) e similaridade (Sørensen) entre os transectos.

O material herborizado encontra-se depositado no Herbário do CENARGEN.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a lista completa das espécies amostradas no levantamento e os seus respectivos parâmetros fitossociológicos. Esta Tabela, apresentada em ordem decrescente de IVI (Índice de Valor de Importância), também inclui os cálculos da cobertura total e real por espécie.

Analisando a Tabela 1 verifica-se que as 12 espécies mais importantes, excluindo as plantas mortas, representam 50,09% do IVI total, e que com a sua inclusão, apenas 8 espécies (*Sclerobolium paniculatum*, *Davilla elliptica*, *Myrcia sellowiana*, *Byrsonima crassa*, *Connarus suberosus*, *Ouratea hexasperma*, *Aspidosperma tomentosum* e *Eriotheca gracilipes*) respondem por 51,15% do IVI total. Com exceção de *Myrcia sellowiana*, todas estas espécies são comumente encontradas nos cerrados do Brasil Central. Praticamente todas as 28 espécies citadas por Ratter *et al.* (in press) como as mais freqüentes no Cerrado foram encontradas na área.

Foram traçadas duas curvas espécies-área (Figura 1) a partir do levantamento fitossociológico. A primeira foi traçada a partir da parcela 1 do primeiro transecto para a última parcela do transecto quarto, e a segunda de modo inverso. O comportamento das curvas é semelhante, ambas demonstrando que a amostragem foi suficiente e que a região é relativamente homogênea em número de espécies por área, embora a inclusão de novos transectos à construção das curvas sempre incluiu espécies inéditas (ver elevações aos 3,2 ha, 6,4 ha e 9,6 ha).

Considerando que os transectos englobam trechos de Cerrado Denso incluídos em uma área de Cerrado Típico, existem variações estruturais e florísticas tanto entre os transectos

TABELA 1 - Fitossociologia de uma Reserva de Cerrado em área de agricultura, Formosa do Rio Preto-BA. Ordem decrescente de IVI<sup>4</sup>.

Espécie	Da	Dr	Doa	Dor	Fa	Fr	IVI	CT a	CTr	CRa	CRr
Plantas mortas	283,59	15,61	1609,21	11,87	92,19	5,92	33,4	2407,63	6,96	244,91	1,38
<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vog.	178,13	9,81	1564,6	11,54	95,31	6,12	27,47	6306,95	18,24	2632,98	14,87
<i>Davilla elliptica</i> St. Hil.	136,72	7,53	1224,82	9,03	76,56	4,92	21,48	1628,06	4,71	960,58	5,43
<i>Myrcia sellowiana</i> Berg.	95,31	5,25	941,74	6,94	53,13	3,41	15,61	2441,00	7,06	1295,84	7,32
<i>Byrsonima crassa</i> Nied.	95,31	5,25	468,41	3,45	68,75	4,42	13,12	1895,77	5,48	1069,61	6,04
<i>Conarus suberosus</i> Planch.	83,59	4,6	335,08	2,47	60,94	3,92	10,99	663,48	1,92	287,82	1,63
<i>Ouratea hexasperma</i> Oerst.	76,56	4,22	388,15	2,86	56,25	3,61	10,69	1397,16	4,04	780,44	4,41
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	79,69	4,39	224,55	1,66	68,75	4,42	10,46	642,46	1,86	364,15	2,06
<i>Eriotheca gracilipes</i> Schott. & Endl.	50	2,75	540,73	3,99	54,69	3,51	10,25	1486,86	4,30	1087,23	6,14
<i>Exellodendron cf. cordatum</i> (Hook. f.) Kuntze	45,31	2,49	350,02	2,58	46,88	3,01	8,09	759,23	2,20	479,00	2,71
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	23,44	1,29	676,27	4,99	28,13	1,81	8,08	1079,99	3,12	715,27	4,04
<i>Caryocar coryaceum</i> Wittm.	25,78	1,42	477,89	3,52	34,38	2,21	7,15	1182,15	3,42	568,31	3,21
<i>Rourea induta</i> Planch.	45,31	2,49	145,54	1,07	51,56	3,31	6,88	364,55	1,05	191,13	1,08
<i>Hirtella ciliata</i> Mart & Zucc.	25	1,38	442,64	3,26	31,25	2,01	6,65	1244,23	3,60	645,21	3,64
<i>Mouriri elliptica</i> Mart.	23,44	1,29	355,93	2,62	32,81	2,11	6,02	1067,89	3,09	543,96	3,07
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	35,16	1,94	188,78	1,39	37,5	2,41	5,74	387,51	1,12	217,86	1,23
<i>Heisteria citrifolia</i> Engl.	38,28	2,11	215,5	1,59	31,25	2,01	5,7	468,22	1,35	257,19	1,45
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> (Spr.) Kunth.	28,13	1,55	104,23	0,77	39,06	2,51	4,83	232,38	0,67	142,30	0,80
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart.	25,78	1,42	150,92	1,11	31,25	2,01	4,54	296,25	0,86	184,44	1,04
<i>Erythroxylum deciduum</i> St. Hil.	26,56	1,46	92,67	0,68	35,94	2,31	4,46	115,86	0,33	68,64	0,39
<i>Myrcia ochroides</i> Berg.	25,78	1,42	177,21	1,31	23,44	1,51	4,23	278,19	0,80	180,62	1,02
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	10,16	0,56	357,18	2,63	14,06	0,9	4,1	1052,62	3,04	650,15	3,67
<i>Salvertia convallariodora</i> St. Hil.	14,06	0,77	230,58	1,7	21,88	1,41	3,88	455,69	1,32	225,39	1,27
<i>Erythroxylum suberosum</i> St. Hil.	21,88	1,2	78,94	0,58	29,69	1,91	3,69	105,37	0,30	59,38	0,34
<i>Miconia</i> sp.	30,47	1,68	109,06	0,8	17,19	1,1	3,59	330,40	0,96	213,73	1,21
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	10,16	0,56	256,5	1,89	15,63	1	3,45	1225,95	3,54	775,91	4,38
<i>Vochysia rufa</i> (Spr.) Mart.	23,44	1,29	75,43	0,56	23,44	1,51	3,35	265,91	0,77	169,63	0,96
<i>Syagrus cf. comosa</i> Mart.	21,09	1,16	103,81	0,77	20,31	1,31	3,23	122,49	0,35	36,15	0,20
<i>Palicourea rigida</i> H.B.K.	15,63	0,86	33,88	0,25	23,44	1,51	2,62	44,94	0,13	20,67	0,12
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	11,72	0,65	69,81	0,51	21,88	1,41	2,57	238,51	0,69	137,80	0,78
<i>Tabebuia caraiba</i> (Mart.) Bur.	12,5	0,69	44,08	0,33	20,31	1,31	2,32	97,17	0,28	57,35	0,32
<i>Eschweilera nana</i> (Berg.) Miers.	8,59	0,47	88	0,65	17,19	1,1	2,23	140,15	0,41	89,32	0,50
<i>Lafoesnia</i> sp.	10,16	0,56	75,88	0,56	17,19	1,1	2,22	203,40	0,59	117,29	0,66
<i>Bowdichia virgilioides</i> H.B.K.	7,81	0,43	102,4	0,76	15,63	1	2,19	455,63	1,32	213,83	1,21
<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	0,78	0,04	277,42	2,05	1,56	0,1	2,19	408,41	1,18	245,04	1,38
<i>Psidium myrsinoides</i> Berg.	14,06	0,77	26,68	0,2	18,75	1,2	2,18	102,26	0,30	49,56	0,28
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	12,5	0,69	39,43	0,29	17,19	1,1	2,08	221,48	0,64	93,44	0,53
<i>Diospyrus hispida</i> DC.	11,72	0,65	17,59	0,13	15,63	1	1,78	54,63	0,16	35,99	0,20
<i>Terminalia cf. fagifolia</i> Mart.	8,59	0,47	67,98	0,5	12,5	0,8	1,78	196,32	0,57	155,35	0,88
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> (Mart.) Hayne	8,59	0,47	33,26	0,25	15,63	1	1,72	119,87	0,35	56,77	0,32
<i>Neea theifera</i> Oerst.	11,72	0,65	34,11	0,25	10,94	0,7	1,6	109,80	0,32	46,55	0,26
<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers.	5,47	0,3	64,72	0,48	10,94	0,7	1,48	293,30	0,85	206,26	1,17
<i>Myrcia aff. pinifolia</i> Camb.	8,59	0,47	17,46	0,13	12,5	0,8	1,41	30,32	0,09	15,58	0,09
<i>Vellozia squamata</i> Pohl	7,03	0,39	76,98	0,57	6,25	0,4	1,36	50,23	0,15	11,74	0,07
<i>Machaerium opacum</i> Vog.	4,69	0,26	47,98	0,35	9,38	0,6	1,21	87,96	0,25	52,31	0,30
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	4,69	0,26	71,38	0,53	6,25	0,4	1,19	146,40	0,42	65,85	0,37
<i>Andira</i> sp.	5,47	0,3	46,89	0,35	7,81	0,5	1,15	182,68	0,53	121,92	0,69
<i>Agonandra brasiliensis</i> Benth. & Hook.	5,47	0,3	18,11	0,13	9,38	0,6	1,04	37,23	0,11	19,36	0,11
<i>Austroriparia populnea</i> (Reiss.) Lund.	6,25	0,34	20,96	0,15	7,81	0,5	1	88,25	0,26	73,37	0,41
<i>Ferdinandusa elliptica</i> Pohl	2,34	0,13	67,69	0,5	4,69	0,3	0,93	62,05	0,18	34,40	0,19
<i>Pterodon emarginatus</i> Vog.	4,69	0,26	38,13	0,28	4,69	0,3	0,84	204,93	0,59	98,22	0,55
<i>Enterolobium ellipticum</i> Benth.	5,47	0,3	11,45	0,08	6,25	0,4	0,79	36,88	0,11	13,25	0,07
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (Spr.) Kunth.	3,13	0,17	24,66	0,18	6,25	0,4	0,76	139,80	0,40	91,50	0,52
<i>Hirtella</i> sp.	3,13	0,17	39,29	0,29	4,69	0,3	0,76	74,14	0,21	54,13	0,31
<i>Lafoesnia pacari</i> St. Hil.	3,91	0,22	28,15	0,21	4,69	0,3	0,72	101,32	0,29	45,08	0,25
<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vog.) Yakovl.	3,13	0,17	9,65	0,07	4,69	0,3	0,54	7,89	0,02	4,01	0,02

<sup>4</sup> D = Densidade; Do = Dominância (cm<sup>2</sup>); F = Frequência; IVI = Índice de Valor de Importância; CT = Cobertura de copa total (m<sup>2</sup>); CR = Cobertura de copa real (m<sup>2</sup>); a = valores absolutos; r = valores relativos. Parâmetros apresentados por hectare.

Espécie	Da	Dr	Doa	Dor	Fa	Fr	IVI	CT a	CTr	CRa	CRr
<i>Vatairea</i> sp.	3,13	0,17	8,41	0,06	4,69	0,3	0,54	46,50	0,13	25,53	0,14
<i>Stryphnodendron cf. rotundifolium</i> Benth.	3,13	0,17	5,4	0,04	4,69	0,3	0,51	26,70	0,08	17,44	0,10
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	1,56	0,09	27,21	0,2	3,13	0,2	0,49	65,66	0,19	17,40	0,10
<i>Anacardium occidentale</i> L.	1,56	0,09	25,37	0,19	3,13	0,2	0,47	226,98	0,66	170,24	0,96
<i>Aegiphylla cf. lhotskyana</i> Cham.	1,56	0,09	21,09	0,16	3,13	0,2	0,44	50,27	0,15	18,85	0,11
<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.	2,34	0,13	10,96	0,08	3,13	0,2	0,41	30,63	0,09	18,26	0,10
<i>Eremanthus graciellae</i> MacLeish & Shumach.	3,13	0,17	4,98	0,04	3,13	0,2	0,41	50,27	0,15	23,40	0,13
<i>Himatanthus obovatus</i> (M. Arg.) Woods	1,56	0,09	14,52	0,11	3,13	0,2	0,39	24,35	0,07	19,24	0,11
<i>Ouratea</i> sp.	1,56	0,09	12	0,09	3,13	0,2	0,38	64,40	0,19	48,07	0,27
<i>Huncornia cf. speciosa</i> Gomez	1,56	0,09	8,92	0,07	3,13	0,2	0,35	53,41	0,15	12,25	0,07
<i>Couepia</i> sp.	1,56	0,09	6,25	0,05	3,13	0,2	0,33	17,28	0,05	12,17	0,07
<i>Strychnus pseudochina</i> St. Hil.	1,56	0,09	9,86	0,07	1,56	0,1	0,26	11,78	0,03	3,16	0,02
<i>Annona crassifolia</i> Mart.	0,78	0,04	9,71	0,07	1,56	0,1	0,22	35,34	0,10	17,67	0,10
<i>Aspidosperma macrocarpum</i> Mart.	0,78	0,04	7,25	0,05	1,56	0,1	0,2	10,56	0,03	5,28	0,03
<i>Guapira</i> sp.	1,56	0,09	1,71	0,01	1,56	0,1	0,2	19,79	0,06	11,88	0,07
Myrtaceae	0,78	0,04	3,78	0,03	1,56	0,1	0,17	3,14	0,01	1,57	0,01
<i>Andira paniculata</i> Benth.	0,78	0,04	0,85	0,01	1,56	0,1	0,15	3,14	0,01	2,36	0,01
<i>Erythroxylum tortuosum</i> St. Hil.	0,78	0,04	0,85	0,01	1,56	0,1	0,15	0,19	0,01	0,02	0,01
<i>Psidium</i> sp.	0,78	0,04	1,32	0,01	1,56	0,1	0,15	6,28	0,02	3,14	0,02
Totais	1816,41	100	13560,85	100	1556,36	100	300	34586,87	100	17701,70	100

TABELA 2- Fitossociologia das parcelas 1 a 4 de uma Reserva de Cerrado em área de agricultura, Formosa do Rio Preto (BA). Ordem decrescente de IVI. Ver siglas na Tabela 1.

Espécie	Da	Dr	Doa	Dor	Fa	Fr	IVI	CT a	CTr	CRa	CRr
Plantas mortas	273,33	22,1	2103,52	17,2	93,33	7,53	46,83	283,87	4,00	32,18	0,83
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	166,67	13,48	1472,64	12,04	93,33	7,53	33,04	1543,34	21,73	547,04	14,18
<i>Eriotheca gracilipes</i>	56,67	4,58	969,46	7,93	66,67	5,38	17,88	557,98	7,85	433,56	11,24
<i>Qualea parviflora</i>	23,33	1,89	1282,29	10,48	33,33	2,69	15,06	495,59	6,98	330,06	8,55
<i>Davilla elliptica</i>	73,33	5,93	610,3	4,99	40	3,23	14,14	266,09	3,75	145,06	3,76
<i>Myrcia sellowiana</i>	43,33	3,5	586,68	4,8	46,67	3,76	12,06	335,15	4,72	222,81	5,77
<i>Mouriri elliptica</i>	30	2,43	650,28	5,32	40	3,23	10,97	520,25	7,32	255,96	6,63
<i>Vochysia thyrsoidea</i>	3,33	0,27	1183,65	9,68	6,67	0,54	10,48	408,41	5,75	245,04	6,35
Outras 47 espécies	566,63	45,87	3373,99	27,6	820,01	66,22	139,53	2692,99	37,9	1646,56	42,68
Totais	1236,62	100	12232,81	100	1240,01	100	300	7103,70	100	3858,28	100

TABELA 3- Fitossociologia das parcelas 5 a 8 de uma Reserva de Cerrado em área de agricultura, Formosa do Rio Preto (BA). Ordem decrescente de IVI. Ver siglas na Tabela 1.

Espécie	Da	Dr	Doa	Dor	Fa	Fr	IVI	CT a	CTr	CRa	CRr
Plantas mortas	284,38	12,94	1088,28	7,34	100,00	5,99	26,28	585,99	5,43	57,12	1,02
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	175,00	7,97	1550,98	10,47	93,75	5,62	24,05	1580,82	14,65	744,82	13,36
<i>Davilla elliptica</i>	140,63	6,40	1063,91	7,18	68,75	4,12	17,70	448,71	4,16	250,50	4,49
<i>Myrcia sellowiana</i>	134,38	6,12	1044,93	7,05	50,00	3,00	16,17	731,24	6,78	376,13	6,75
<i>Byrsonima crassa</i>	150,00	6,83	631,76	4,26	75,00	4,49	15,59	815,25	7,56	431,20	7,74
<i>Ouratea hexasperma</i>	143,75	6,54	575,75	3,89	68,75	4,12	14,55	495,78	4,59	244,95	4,39
<i>Conarus suberosus</i>	143,75	6,54	505,44	3,41	68,75	4,12	14,07	235,84	2,19	105,69	1,90
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	96,88	4,41	308,83	2,08	75,00	4,49	10,99	244,17	2,26	126,95	2,28
<i>Exellodendron cf. cordatum</i>	62,50	2,85	567,89	3,83	50,00	3,00	9,67	339,76	3,15	203,54	3,65
<i>Caryocar coryaceum</i>	21,88	1,00	1012,84	6,84	25,00	1,50	9,33	488,93	4,53	137,40	2,46
Outras 48 espécies	843,91	38,36	6466,18	43,63	993,75	59,45	141,61	4823,11	44,72	2895,83	51,91
Totais	2197,06	100	14816,79	100	1668,75	100	300	10789,60	100	5574,11	100

**TABELA 4 - Fitossociologia das parcelas 9 a 12 de uma Reserva de Cerrado em área de agricultura, Formosa do Rio Preto (BA). Ordem decrescente de IVI. Ver siglas na Tabela 1.**

Espécie	Da	Dr	Doa	Dor	Fa	Fr	IVI	CT a	CTr	CRa	CRr
Plantas mortas	296,88	13,83	1588,76	12,09	87,50	5,13	31,04	712,16	7,67	84,37	1,80
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	206,25	9,61	1655,24	12,59	100,00	5,86	28,06	1773,59	19,09	744,77	15,88
<i>Myrcia sellowiana</i>	156,25	7,28	1545,53	11,76	68,75	4,03	23,06	1048,01	11,28	512,90	10,93
<i>Davilla elliptica</i>	175,00	8,15	855,65	6,51	100,00	5,86	20,52	560,74	6,04	347,09	7,40
<i>Byrsonima crassa</i>	90,63	4,22	550,65	4,19	75,00	4,40	12,81	433,32	4,67	245,25	5,23
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	96,88	4,51	270,23	2,06	68,75	4,03	10,60	214,76	2,31	138,66	2,96
<i>Connarus suberosus</i>	87,50	4,08	284,06	2,16	62,50	3,66	9,90	168,61	1,82	58,18	1,24
<i>Ouratea hexasperma</i>	75,00	3,49	442,13	3,36	50,00	2,93	9,79	411,11	4,43	212,51	4,53
<i>Eriotheca gracilipes</i>	59,38	2,77	366,27	2,79	62,50	3,66	9,21	285,92	3,08	198,33	4,23
Outras 44 espécies	903,23	42,09	5587,22	42,52	1031,25	60,48	145,02	3680,18	39,6	2149,07	45,8
Totais	2147	100	13145,74	100	1706,25	100	300	9288,42	100	4691,09	100

**TABELA 5 - Fitossociologia das parcelas 13 a 16 de uma Reserva de Cerrado em área de agricultura, Formosa do Rio Preto (BA). Ordem decrescente de IVI. Ver siglas na Tabela 1.**

Espécie	Da	Dr	Doa	Dor	Fa	Fr	IVI	CT a	CTr	CRa	CRr
Plantas mortas	290,63	17,42	1780,5	13,91	87,5	5,51	36,83	825,61	11,15	71,24	1,99
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	168,75	10,11	1664,68	13	93,75	5,91	29,02	1409,20	19,03	596,34	16,67
<i>Davilla elliptica</i>	143,75	8,61	859,44	6,71	93,75	5,91	21,23	352,51	4,76	217,94	6,09
<i>Byrsonima crassa</i>	109,38	6,55	514,36	4,02	81,25	5,12	15,69	540,04	7,29	327,88	9,16
<i>Eriotheca gracilipes</i>	46,88	2,81	659,24	5,15	50	3,15	11,11	463,42	6,26	333,60	9,32
<i>Myrcia sellowiana</i>	50	3	626,49	4,89	50	3,15	11,04	326,60	4,41	184,00	5,14
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	81,25	4,87	244,88	1,91	62,5	3,94	10,72	145,36	1,96	76,98	2,15
<i>Ouratea hexasperma</i>	56,25	3,37	269,51	2,11	68,75	4,33	9,81	256,10	3,46	155,87	4,36
<i>Qualea parviflora</i>	18,75	1,12	854,85	6,68	25	1,57	9,38	159,25	2,15	117,32	3,28
Outras 47 espécies	703,24	42,11	5328,67	41,64	975	61,36	145,19	2927,07	39,53	1497,09	41,87
Totais	1668,88	100	12802,62	100	1587,5	100	300	7405,15	100	3578,23	100

**TABELA 6 - Parâmetros fitossociológicos absolutos e índices de diversidade dos conjuntos de parcelas analisados em uma Reserva de Cerrado em área de agricultura, Formosa do Rio Preto (BA). Ver siglas na Tabela 1.**

Grupos de parcelas	Nº de spp.	Da	Doa	Fa	CT (a)	CR (a)	Shannon	Pielou
Parcelas 1 a 4 (I)	54	1236,62	12232,81	1240,01	7103,70	3858,28	3,21	0,80
Parcelas 5 a 8 (II)	57	2197,06	14816,79	1668,75	10789,60	5574,11	3,33	0,82
Parcelas 9 a 12 (III)	52	2147,00	13145,74	1706,25	9288,42	4691,09	3,30	0,83
Parcelas 13 a 16 (IV)	55	1668,88	12802,62	1587,50	7405,15	3578,23	3,31	0,83
Geral (parcelas 1 a 16)	74	1816,41	13.560,85	1556,36	34.586,87	17.701,70	3,41	0,79

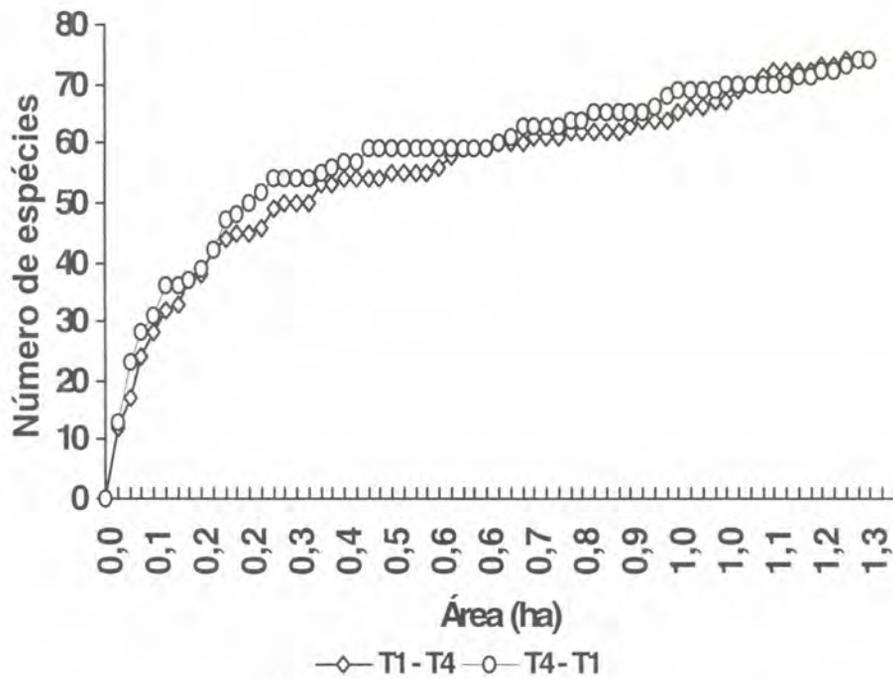


FIG. 1 - Curvas espécies-área para uma Reserva de Cerrado em área de agricultura, Formosa do Rio Preto (BA)<sup>1</sup>.

quanto dentro dos transectos. Como o objetivo maior deste projeto de pesquisa é acompanhar possíveis mudanças da vegetação nativa no tempo por influência da agricultura, a padronização de uma determinada fisionomia para a amostragem não é condição preponderante. Sendo assim, foram calculados os parâmetros fitossociológicos de quatro grupos de parcelas de posição relativa semelhante em todos os transectos, conforme se segue. A Tabela 2 apresenta as parcelas 1 a 4 dos quatro transectos (mais próximas da agricultura); a Tabela 3 apresenta as parcelas 5 a 8; a Tabela 4 as parcelas 9 a 12; e a Tabela 5 as parcelas 13 a 16 dos quatro transectos (mais distantes da agricultura). Para todas estas Tabelas (2 a 5) são apresentadas apenas as espécies mais importantes, cuja soma dos IVIs seja superior a 50% do total, incluindo plantas mortas.

A comparação das Tabelas 2 a 5 evidencia algumas diferenças entre as espécies mais importantes. *Vochysia thyrsoidea*, por exemplo, é importante na área apenas em função de alguns grandes indivíduos remanescentes nas parcelas próximas à agricultura (baixa densidade e alta dominância), enquanto o contrário acontece com *Sclerolobium paniculatum* que possui grande densidade e dominância relativamente baixa.

A importância dos indivíduos mortos foi surpreendentemente alta para todos os transectos, embora não tenham sido encontradas evidências claras para esta mortalidade. Estu-

dos anteriores como os de Felfili *et al.* (1992, 1994) também detectaram grande importância para os indivíduos mortos, trabalhando em regiões bem preservadas em outras áreas de Cerrado, sendo que em uma delas (Parque Nacional de Brasília) os autores determinaram as plantas mortas como as mais importantes do levantamento. Naquele Parque a espécie *Sclerolobium paniculatum* contribuiu sobremaneira para os altos valores encontrados para as plantas mortas. Como esta espécie é a mais importante na área do presente estudo, sua contribuição para o grupo de plantas mortas pode ter alguma influência, desde que a espécie parece apresentar índices de mortalidade acima dos encontrados para outras espécies.

A Tabela 6 sumariza os resultados totais dos parâmetros fitossociológicos apresentados nas Tabelas anteriores (1 a 5), incluindo número de espécies, na seqüência das parcelas mais próximas à agricultura (1 a 4) para as mais distantes (13 a 16). Também nesta tabela são apresentados os cálculos dos índices de diversidade (Índices de Shannon e Pielou).

Pela Tabela 6 verifica-se que os maiores valores para os parâmetros fitossociológicos situam-se nas parcelas intermediárias (grupos II e III), embora o grupo III contenha o menor número de espécies. O maior número de espécies para o grupo II pode ser explicado pelo adensamento da vegetação (Cerrado Denso) em dois dos transectos. Este adensamento também parece ter contribuído para a ligeira elevação do índice de diversidade neste grupo. Neste caso a

<sup>1</sup> Curva T1-T4 do transecto 1, parcela 1 para o transecto 4, parcela 16. Curva T4-T1 do transecto 4, parcela 16 para o transecto 1, parcela 1.

diversidade beta (entre habitats) pode estar sendo somada a diversidade alfa (dentro do habitat), embora as diferenças dos índices entre os grupos II, III e IV não sejam significativas. Vale o registro de que a média de indivíduos amostrados por parcela situou-se em torno de 40 plantas, mas no adensamento (grupo II) este número elevou-se para mais de 100 indivíduos por parcela, onde surgiram espécies inéditas como *Aspidosperma macrocarpum*, *Guapira* sp., *Miconia* sp., *Strychnus pseudochina* e *Terminalia* cf. *fagifolia*.

Ainda na Tabela 6 observa-se que o grupo I, o mais próximo da agricultura, apresenta os menores valores para todos os parâmetros e os menores índices de diversidade, o que poderia sugerir que a proximidade com a agricultura já há dez anos teria alguma influência. Porém apenas um estudo a longo prazo, como o que está sendo realizado no projeto, pode testar esta hipótese.

Os valores do índice de similaridade (Sørensen - Iss) entre os grupos de parcelas foram: grupo de parcelas I com II, Iss = 0,79; I com III, Iss = 0,77; I com IV, Iss = 0,77; II com III, Iss = 0,84; II com IV, Iss = 0,80; e grupo III com grupo IV, Iss = 0,82. Estes valores demonstram que o grupo I é o que apresenta a menor similaridade em todas as comparações, apesar de todos os índices de similaridade serem altos.

A metodologia para avaliar impacto ambiental na vegetação lenhosa da fitofisionomia do cerrado ainda esta para ser testada. Entretanto, este trabalho mostrou que o transecto estudado possui sensibilidade suficiente para identificar mudanças na vegetação. O acompanhamento ao longo do tempo deve permitir a identificação dos fatores responsáveis por estas mudanças.

## CONCLUSÕES

A curva espécies-área mostra que o número de espécies lenhosas encontrado (74 espécies) é estável e representativo do local.

A diversidade de espécies lenhosas é alta, superior a muitos estudos no Cerrado, embora os índices encontrados possam ter incluído diversidade alfa e beta.

Os resultados obtidos sugerem que há uma variação na densidade e na diversidade nos transectos considerados. Esta redução pode ter sido originada por vários fatores, como o solo ou as atividades agrícolas. Entretanto, apenas o estudo de longo prazo preconizado pelo projeto poderá indicar como e quais fatores poderiam estar influenciando nestes resultados.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Companhia de Promoção Agrícola (CAM-

PO) e ao JICA pelo financiamento de parte do projeto. Ao Eng. Florestal Marco Aurélio Silva e aos técnicos Newton R. de Oliveira, João B. Pereira e Edson Cardoso pelo auxílio nos trabalhos de campo. Ao Agrônomo Cácio Otsuki pela logística e aos estagiários Ricardo V. Nunes e Alexandre B. Sampaio pela digitação dos dados no computador e apoio na identificação do material herborizado. A Dra. Carolyn E. Proença pela identificação das Myrtaceae.

## LITERATURA CITADA

- ARENS, K. **As plantas lenhosas dos campos cerrados como flora adaptada às deficiências minerais no solo.** In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO (FERRI, M.G., ed). Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 1963. p.285-303.
- FELFILI, J.M.; SILVA Jr., M.C.; REZENDE, A.V.; MACHADO, J.W.B.; WALTER, B.M.T. SILVA, P.E.N.; HAY, J.D. Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do cerrado *sensu stricto* na Chapada Pratinha, Brasil. **Acta Botanica Brasilica.** v.6, n.2, p.27-46, 1992.
- FELFILI, J.M.; SILVA Jr., M.C.; FILGUEIRAS, T.S.; MENDONÇA, R.C.; HARIDASAN, M.; REZENDE, A.V. Projeto Biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos. **Cadernos de Geociências.** v.12, p.75-166, 1994.
- GOODLAND, R.; FERRI, M.G. **Ecologia do Cerrado.** Belo Horizonte: Itatiaia/São Paulo: EDUSP, 1979. 193p. (Coleção Reconquista do Brasil, 52).
- MACEDO, J. **Prospectives for the rational use of the Brazilian Cerrados for food production.** Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1995. 19p.
- RATTER, J.A.; DARGIE, T.C.D. An analysis of the floristic composition of 26 Cerrado areas in Brazil. **Edinburgh Journal of Botany.** v.49, n.2, p.235-250, 1992.
- RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S.; ATKINSON, R.; RIBEIRO, J.F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation II: comparison of the woody vegetation of 98 areas. **Edinburgh Journal of Botany.** v.53, in press.
- RIBEIRO, J.F.; SILVA, J.C.S.; BATMANIAN, G.J. Fitossociologia de tipos fisionômicos de cerrado em Planaltina, DF. **Revista Brasileira de Botânica.** v.8, n.2, p.131-142., 1985.
- RIBEIRO, J.F.; SANO, S.M.; MACÊDO, J.; SILVA, J.A. **Os principais tipos fitofisionômicos da região dos Cerrados.** Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1983. 28p. Boletim de Pesquisa 21.

# ASPECTOS AMBIENTAIS E AGRONÔMICOS DA AGRICULTURA IRRIGADA NA BACIA DO RIO JARDIM, DISTRITO FEDERAL

RODRIGO H. C. DOLABELLA<sup>1</sup>

## RESUMO

Em uma pesquisa de campo, levantaram-se informações ambientais e agronômicas sobre a agricultura irrigada por pivô-central na bacia do rio Jardim - DF. Riscos de impactos ambientais negativos e escassez de água foram constatados. A quimigação é realizada em 82,8% da área irrigada, a fertirrigação em 72,4%, o plantio direto em 69,9% e somente em 20% dos pivôs é feito o manejo racional da irrigação. A vazão utilizada para

irrigação pode atingir 60% da vazão mínima do rio Jardim. A eficiência dos sistemas quanto ao uso de energia, medida pela relação potência instalada/área irrigada, variou de 1,33 a 3,60 cv/ha. Sugere-se o gerenciamento dos recursos hídricos e o monitoramento ambiental da bacia.

**Palavras-chave:** Pivô-central, bacia hidrográfica, impactos ambientais, monitoramento ambiental.

## ABSTRACT

### Environmental and agricultural assessment of irrigated cropping systems at Jardim watershed, Distrito Federal

On a field survey, informations about center-pivot irrigation were collected at Jardim watershed, Federal District. Environmental damages and scarcity of water are risks that have been evidenced. Chemigation is used in 82,8% of the area, fertirrigation in 72,4%, no-tillage agriculture in 69,9% and only 20% of the pivots have a rational water management. The water use by the irrigation systems can reach as much as

60% of the minimum flow of the Jardim river. The energy use efficiency, evaluated by the installed power/irrigated area ratio, varies from 1,33 to 3,6 hp/ha. We suggest the implementation of a water management and an environmental monitoring system in the watershed.

**Additional index words:** Center-pivot, watershed, environmental assessment, environmental monitoring

## INTRODUÇÃO

A agricultura irrigada na bacia do rio Jardim apresentou grande expansão a partir de 1985, quando teve início a instalação de equipamentos tipo pivô-central. Em dez anos, 29 projetos foram implantados, irrigando uma área de 2097 hectares. Os solos e o relevo favoráveis, a disponibilidade de água e de energia elétrica, e os incentivos creditícios foram fatores, dentre outros, que permitiram a rápida difusão deste sistema de irrigação na bacia.

Duas importantes questões, relacionadas a agricultura

irrigada nesta bacia hidrográfica, têm sido discutidas atualmente. A questão ambiental, com ênfase nos problemas da superexploração dos recursos hídricos e nos riscos de degradação e poluição do solo e da água, principalmente em função dos modelos agrícolas empregados. Acrescenta-se a questão socioeconômica, hoje associada ao agravamento dos riscos de conflitos pelo uso da água, visto que a implantação de projetos que demandam os recursos hídricos continua sendo feita sem o necessário planejamento a nível da bacia.

Os objetivos deste trabalho, como parte do sub-projeto de pesquisa "Estudo dos recursos hídricos dos Cerrados bra-

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, EMATER - DF, Aluno do curso de mestrado em Agronomia da UnB, SAIN, Bloco D, Lote E, Brasília, DF 70770-900, Brasil.

sileiros" (EMBRAPA/ORSTOM), são avaliar a demanda hídrica e caracterizar a agricultura irrigada via pivô-central na bacia hidrográfica do rio Jardim, nos aspectos ambiental e agrônômico.

## MATERIAL E MÉTODOS

A bacia do rio Jardim localiza-se na parte leste do Distrito Federal, entre as latitudes 15° 40' e 16° 02' e longitudes 47° 20' e 47° 40', e faz parte da bacia do rio São Francisco. Drena uma área de 53 796 hectares, sendo o rio Jardim o principal afluente do rio Preto, nos limites do DF.

Os dados da irrigação foram obtidos em visitas às propriedades agrícolas e entrevistas com os produtores, no período de agosto a setembro de 1995. Elaborou-se um formulário com 39 itens, divididos entre cinco módulos, quais sejam: 1) dados do imóvel; 2) sistema de preparo do solo; 3) dados de aptidão das terras para irrigação; 4) dados das culturas irrigadas; 5) dados do sistema de irrigação; 6) dados dos recursos hídricos.

Os níveis de água do rio Jardim, obtidos em seção a jusante das captações dos pivôs, foram registrados a cada quinze minutos e posteriormente processados pelo programa HYDROM versão 3.0 (Cochonneau, 1993).

A rede de drenagem foi extraída de mapa topográfico na

escala 1:100 000, e adotou-se o sistema de Strahler para o ordenamento dos cursos d'água (Silveira, 1993). A localização dos pivôs foi feita em imagens de satélite de agosto de 1993 e junho de 1994.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a posição da bacia no quadrilátero do DF, sua rede hidrográfica, o ordenamento dos cursos d'água e a localização dos pivôs-centrais.

A distribuição dos pivôs por intervalos de área é apresentada na Tabela 1. O menor pivô cobre uma área de 23 ha e o maior de 120 ha, sendo a área irrigada média de 72,3 ha/pivô.

Observa-se, pela Tabela 2, que onze pivôs retiram água de canais de 1ª ordem, os quais, por serem áreas de nascentes, trechos iniciais de rios ou mananciais de pequeno porte, apresentam pequena vazão disponível e maior fragilidade ambiental. Destes, constatou-se que em 1995 três pivôs (dois localizados em áreas de cabeceiras) não dispunham de vazão suficiente para o pleno funcionamento durante toda a seca. A capacidade total de bombeamento dos 29 pivôs instalados na bacia é de 1 949 l/s.

Naquele mesmo ano, obteve-se a vazão mínima de 1 310 l/s, mantida durante sete dias consecutivos. Se todos

**TABELA 1 - Número de pivôs por intervalos de área irrigada.**

Área irrigada ( ha )	Número de pivôs
< 40	3
40 - 60	9
60 - 80	4
80 - 100	6
100 - 120	7
Total	29

**TABELA 3 - Culturas irrigadas por número de pivôs, área cultivada e porcentagem do total.**

Cultura	Número de pivôs	%	Área (ha)	%
Feijão	18	58,1	1.302,2	66,4
Trigo	5	16,1	334,0	17,1
Batata	3	9,7	103,0	5,3
Milho-verde	2	6,5	154,5	7,9
Pastagem	1	3,2	30,0	1,5
Cenoura	1	3,2	15,0	0,8
Abóbora japonesa	1	3,2	20,0	1,0
Total	31 <sup>1</sup>	100,0	1.958,7	100,0

<sup>1</sup> Existem pivôs com mais de uma cultura.

**TABELA 2 - Ordem do curso d'água no ponto de captação, número de pivôs, área irrigada, vazão derivada e porcentagem do total.**

Ordem do curso d'água	Número de pivôs	Área irrigada (ha)	%	Vazão derivada (l/seg.)	%
1ª	11	632,7	30,2	602,9	30,9
2ª	15	1 280,2	61,0	1 173,2	60,2
3ª	3	185,0	8,8	172,9	8,9
Total	29	2 097,9	100,0	1 949	100,0

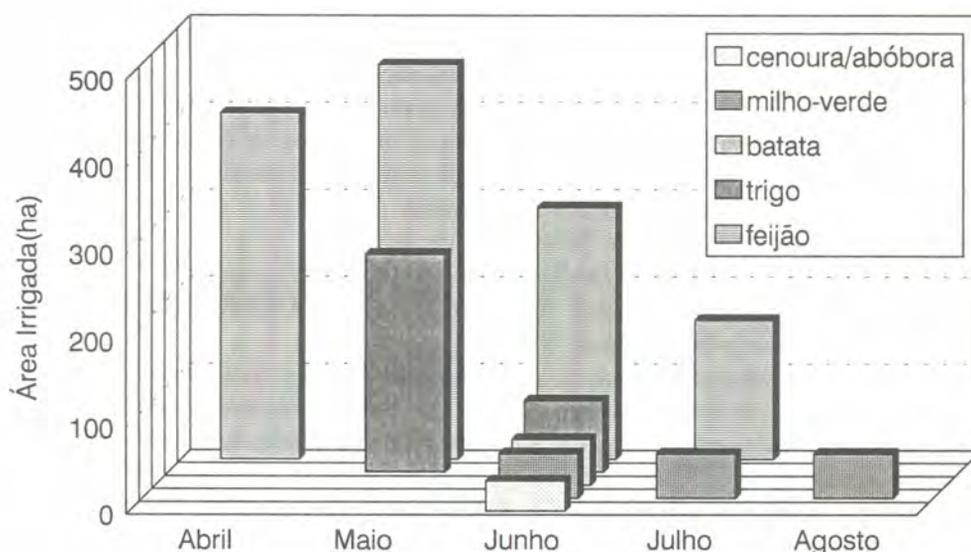


FIG. 1 - Bacia do rio Jardim com os seus cursos de água ordenados e localização dos pivôs.



FIG. 2 - Área plantada e mês de plantio das culturas irrigadas na bacia do rio Jardim.

os pivôs estivessem em funcionamento durante aquele período (pouco provável), a vazão que estaria sendo derivada representaria 60% da mínima.

Quanto à forma de captação, dezesseis sistemas fazem o bombeamento diretamente do manancial, oito bombeiam água para reservatórios, enquanto cinco propriedades possuem pequenas barragens de acumulação. Constatou-se a ocorrência de perdas excessivas de água por infiltração em uma das barragens e a formação de uma voçoroca na saída do ladrão de outra. A retirada das matas ciliares para o barramento do rio e formação dos reservatórios têm representado um importante custo ambiental.

O plantio direto já é empregado na maior parte da área irrigada por pivôs. No inverno de 1995 foram cultivados 1 369,2 ha em dezessete pivôs neste sistema, representando 69,9% da área e 58,6% do total de pivôs na bacia. O plantio direto, além dos aspectos da conservação e da manutenção da fertilidade dos solos, tem promovido economia de água e de energia, ainda não quantificada, segundo alguns produtores.

As culturas de feijão e trigo, em conjunto, são exploradas em 74,2 % dos pivôs e 83,5 % da área (Tabela 3). Hortaliças, milho-verde pastagens também são cultivadas sob pivô. Conhecendo-se a duração do ciclo e as fases de maior demanda

por água pelas culturas, pode-se escalar as épocas de plantio de modo a reduzir a pressão sobre os mananciais. A Figura 2 mostra as épocas de plantio por cultura e as áreas plantadas na bacia.

As técnicas de fertirrigação e quimigação são amplamente empregadas pelos agricultores irrigantes. Faz-se fertirrigação em 21 pivôs (1 675,1 ha) e quimigação em 24 pivôs (1 08,1 ha), representando 72,4 e 82,8% do total de equipamentos, respectivamente. Destes, dezenove utilizam dosadores (tipo Indek) para diluição e injeção de fertilizantes e/ou agroquímicos na tubulação de recalque próximo ao ponto pivô. Cinco improvisam caixas de amianto para o manuseio dos agroquímicos junto as moto-bombas, nos barrancos dos rios. Vale ressaltar que a lei distrital nº 414/93 proíbe a aplicação de agroquímicos via água de irrigação.

Analisou-se a capacidade de irrigação de cada equipamento, por meio das lâminas diárias brutas constantes no projeto. Os dados agrupados por intervalos de classes são os seguintes: três pivôs foram dimensionados para aplicar lâminas entre 5 e 6,5 mm/dia, oito entre 6,5 e 8 mm/dia, treze entre 8 e 9,5 mm/dia, quatro entre 9,5 e 11 mm/dia e um acima de 11 mm/dia. O valor médio para os 29 pivôs é de 8,26 mm/dia. Dois fatores devem ser levados em consideração nesta avaliação: a) os produtores que optaram pela tarifa reduzida de energia (tarifa verde), em geral, não ligam o sistema entre 18 e 21 horas, o que reduz a lâmina diária em 12,5%; b) observou-se, em grande número de pivôs problemas de vazamentos nas tubulações e desgaste de peças, o que pode reduzir a lâmina aplicada. Dessa forma, alguns pivôs não conseguem suprir, adequadamente, a demanda de água das culturas nos períodos críticos, causando, conseqüentemente, perdas de produtividade nas lavouras.

O manejo da irrigação com o uso de tensiômetros, equipamento que mede a tensão de água no solo, é realizado em apenas seis pivôs-centrais. Todos os irrigantes disseram conhecer o equipamento, vários afirmaram ter intenção de utilizá-lo e alguns relataram experiências malsucedidas com a tensiometria. Dificuldades no manuseio do aparelho foi a principal causa de insucesso. Na maior parte dos casos, a decisão do momento de irrigar e da quantidade de água a aplicar é feita a partir de inspeções visuais da lavoura e da experiência adquirida com a cultura.

A energia elétrica é utilizada em 28 equipamentos e somente um utiliza o óleo diesel. Somente 23 possuem transformadores maiores que 75 KVA são beneficiados com a tarifa verde. Alguns produtores afirmaram que o custo da energia elétrica pode representar, em alguns anos, até 20% do custo de produção de suas lavouras.

No conjunto dos sistemas instalados na bacia, a relação da potência total instalada (5 285 cv) pela área total irrigada (2

097,9 ha), atinge um valor médio de 2,52 cv/ha. Individualmente, a menor relação encontrada foi de 1,33 cv/ha irrigado (alta eficiência energética do sistema), e a maior, de 3,60 cv/ha (baixa eficiência). Estimando-se o funcionamento dos sistemas em 360 horas/mês, o consumo de energia dos 28 equipamentos elétricos seria de 1 398 411 kWh/mês ou 1,39 Gwh/mês.

## CONCLUSÕES

- A instalação de pivôs-centrais em áreas de maior fragilidade ambiental, assim como a construção de barragens, deve ser precedida de estudos de impacto ambiental.

- As práticas agrícolas em uso na região demonstram que há uma maior preocupação dos produtores quanto ao manejo conservacionista do solo do que com a preservação da qualidade da água.

- A legislação sobre agrotóxicos em vigor no Distrito Federal não vem sendo respeitada. Aplicação de agroquímicos via água de irrigação é realizada em mais de 82% dos pivôs na bacia do rio Jardim.

- Os produtores devem realizar avaliações periódicas no sistema hidráulico dos equipamentos, visando a diagnosticar e corrigir eventuais problemas, aumentando assim a eficiência dos sistemas e conseqüentemente a produtividade das lavouras.

- Devem ser intensificadas as ações junto aos irrigantes com o objetivo de ampliar a utilização das técnicas disponíveis de manejo da irrigação.

- É necessária a implantação de um sistema de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos e de um programa de monitoramento ambiental para bacia do rio Jardim, de modo a garantir a disponibilidade de água aos múltiplos usuários nas próximas décadas e o uso sustentável dos recursos naturais.

## LITERATURA CITADA

- COCHONNEAU, G.; BOYER, J. F.; DIEULIN, C. Hydrom. **Gerenciamento e processamento de dados hidrométricos**: manual de uso. Brasília, DF, 1993.
- EMBRAPA. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal**. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1978. (Boletim Técnico, 53).
- SILVEIRA, A. L. da. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C.E.M., org., **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: Ed. da Universidade, ABRH, EDUSP, 1993. cap.2, p.35 -51.

# TEMPERATURA DO CÂMBIO DE ESPÉCIES LENHOSAS DO CERRADO DURANTE QUEIMADAS PRESCRITAS

EDUARDO P. da R. e SILVA<sup>1</sup> e HELOISA S. MIRANDA<sup>2</sup>

## RESUMO

Temperaturas do ar (Ta) e do câmbio (Tc) foram determinadas antes, durante e após uma queimada em campo-sujo, para as espécies *Qualea grandiflora*, *Connarus suberosus*, *Byrsonima coccolobifolia* e *Dalbergia miscolobium*, com diferentes espessuras de casca. *Q. grandiflora* apresentou Ta-Tc superior a 5,0°C. Durante queimada, Tc máxima para *Q. grandiflora* foi 78,4°C, permanecendo cerca de cinco minu-

tos acima de 60,0°C. A casca de *B. coccolobifolia* entrou em ignição, elevando Tc a 877,0 °C. Nas demais espécies Tc não atingiu 60,0 °C. Apenas *B. coccolobifolia* sofreu morte total da parte aérea. Após a queimada, Tc foi geralmente superior a Ta.

**Palavras-chave:** Savana, campo-sujo, fogo, temperatura do câmbio.

## ABSTRACT

### Temperature of the cambium of plant species of the "Cerrado" during prescribed fire

Air (Ta) and cambium (Tc) temperatures were determined before, during and after a prescribed burning in "campo-sujo" vegetation for *Qualea grandiflora*, *Connarus suberosus*, *Byrsonima coccolobifolia* and *Dalbergia miscolobium*, with different bark thickness. Only *Q. grandiflora* presented Ta-Tc greater than 5.0°C. During the burning, Tc maximum was

78.4°C for *Q. grandiflora*, remaining over 60.0°C around five minutes. Tc for *B. coccolobifolia* reached 877.0°C due to bark ignition. Tc did not reach 60.0°C for the others species. Generally, Tc was greater than Ta after burning.

**Additional index words:** Savanna, "campo-sujo", fire, cambium temperature.

## INTRODUÇÃO

O Cerrado é um dos cinco maiores tipos de vegetação no Brasil e cobre cerca de 2,0 milhões de km<sup>2</sup> do território nacional. O termo cerrado é o nome geral de uma vegetação muito rica que exibe muitas formas fisionômicas: *cerradão*, uma floresta com o dossel mais ou menos fechado; *cerrado stricto sensu*, com fisionomia densa de arbustos e árvores, *campo-cerrado*, um escrube aberto, e *campo-sujo*, área de gramíneas com arbustos esparsos.

O clima na região do Cerrado é tropical (Köppen Aw, mas Cwa nas regiões do sul). A precipitação anual média varia,

geralmente, de 1 100 mm a 1 600 mm; cerca de 90% ocorre na estação chuvosa (outubro a abril) e há uma estação seca bem definida (maio a setembro).

As queimadas, de origem antrópica e natural, são comuns durante a estação seca, e têm acontecido por milhares de anos. Vicentini (1992) reporta a ocorrência de queimadas na região do Cerrado há 32 mil anos. Juntamente com a sazonalidade das chuvas e com o solo pobre em nutrientes, o fogo provavelmente contribuiu com a existência do cerrado no Brasil-Central.

Vários efeitos do fogo na vegetação do Cerrado têm sido estudados, principalmente sobre a produção primária,

<sup>1</sup>Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia, Brasília, DF 70910-900, Brasil.

florescimento, dispersão de sementes, ciclagem de nutrientes, biomassa após o fogo e danos em plantas lenhosas (Coutinho, 1990). Entretanto, o efeito do fogo sobre a temperatura do câmbio para espécies lenhosas do Cerrado foi investigada apenas recentemente (Guedes, 1993).

A destruição de partes da copa das árvores, ou de sua totalidade, causando perda de gemas, juntamente com danos no câmbio, têm sido apontados como os principais fatores na determinação da mortalidade das árvores após o fogo (Ryan *et al.*, 1988). Apesar de ser observado que são necessárias temperaturas mais baixas para danificar a copa do que para danificar o câmbio, os danos no câmbio têm sido considerados por promoverem melhores previsões a respeito da mortalidade do indivíduo, isso porque apenas a queima da copa não assegura que as partes estratégicas alcancem a temperatura letal (Byram, 1958).

Este trabalho teve como objetivo investigar o ciclo diário de temperatura do câmbio de espécies lenhosas do Cerrado antes e após a passagem do fogo, bem como determinar a temperatura atingida pelo câmbio durante queimadas prescritas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido na Reserva Ecológica do IBGE (35 km ao sul de Brasília, 15°55'58" S, 47°51'02" W), em uma área de campo-sujo de 200 m x 200 m, protegida da queima por quatro anos. A queimada foi realizada no início de agosto de 1995, que corresponde ao regime de queima dominante na região. A temperatura do câmbio foi determinada em um indivíduo de cada uma das seguintes espécies de: *Qualea grandiflora* Mart., *Connarus suberosus* Planch., *Byrsonima coccolobifolia* Kunth, e *Dalbergia miscolobium* Benth. Os indivíduos estudados apresentavam espessura da casca de 13,4 mm, 9,5 mm, 10,0 mm e 11,0 mm, respectivamente.

A temperatura do câmbio e do ar foram medidas com termopares tipo k (cromel-alumel, 30 swg), instalados no tronco a uma altura de 60 cm, uma vez que nesta altura foram observadas as temperaturas mais altas em queimadas de cerrado (Miranda *et al.*, 1993). Os termopares foram instalados na superfície da casca, para a determinação da temperatura do ar, e na região do câmbio, entre a casca e a madeira. Para a instalação do termopar na região do câmbio foi retirada uma amostra de casca de 4 cm<sup>2</sup>, e o termopar foi introduzido, através de um canal feito com um alfinete, abaixo da casca não danificada, simetricamente ao termopar utilizado para a determinação da temperatura do ar. A casca retirada foi recolocada no local, conforme a metodologia utilizada por Guedes (1993). Todos os termopares foram fixados voltados para a frente de fogo.

As Ta e Tc, para a determinação dos ciclos diários, foram amostradas a intervalos de um minuto e, a média, para

cada 15 minutos, foi armazenada em um sistema automático de aquisição de dados (Data Logger Campbell 21X, USA). Durante a passagem do fogo o intervalo de registro dos dados foi reduzido a um segundo, permitindo a determinação da temperatura máxima atingida tanto pelo ar quanto pelo câmbio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período anterior à queimada, a temperatura do ar (Ta) variou de 6,1 °C, durante a noite, a 45,6 °C, no dia mais quente, resultando em uma amplitude máxima de 39,5 °C. Para a temperatura do câmbio (Tc) das espécies cujos indivíduos apresentaram espessura da casca da ordem de 10,0 mm (*Connarus suberosus*, *Byrsonima coccolobifolia* e *Dalbergia miscolobium*), a amplitude foi da ordem de 20,0 °C. De forma geral, as maiores diferenças entre Ta e Tc, cerca de 3,0 °C, ocorreram no início da manhã. Valores de Tc superiores a Ta ocorreram de 17:00 h às 23:00 h (Figura 1). Os ciclos diários de Ta e Tc de *Qualea grandiflora*, com casca de 13,4 mm de espessura, apresentaram um padrão diferente, com Tc cerca de 8,0 °C inferior a Ta durante a maior parte do dia. De acordo com Byram (1958), a diferença entre a Ta e Tc é função tanto da espessura quanto das propriedades térmicas da casca e esta diferença, ou seja, a temperatura em que o câmbio se encontra momentos antes da queima, é também um fator de grande influencia o qual pode determinar se a árvore atinge ou não a temperatura letal.

Durante a passagem do fogo, Ta atingiu 823,0 °C retornando aos valores pré-fogo em aproximadamente sete minutos, enquanto que *Q. grandiflora* Tc atingiu um valor máximo de 78,4 °C permanecendo por cerca de 5 minutos acima de 60,0 °C (Figura 2a). O valor máximo de Tc para *B. coccolobifolia* foi de 87,0 °C, permanecendo por 12 minutos acima de 60,0 °C, como consequência da ignição da casca (Figura 2b). Tc não atingiu 60,0 °C em *C. suberosus* e *D. miscolobium*. Tc da ordem dos determinados em *Q. grandiflora* foram registrados por Guedes (1993) em *Eremanthus glomerulatus* Less., *Palicourea rigida* H. B. K. e *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville.

Após o fogo, o enegrecimento devido à combustão superficial da casca promoveu o aumento da amplitude da temperatura do câmbio. Esse enegrecimento promove a inversão das curvas de temperatura, pois, em média, Tc máxima é superior a Ta máxima (Figura 3). Rocha e Silva & Miranda (1995) determinaram Tc 7 °C acima da temperatura do ar nas horas mais quentes do dia em *Sclerolobium paniculatum* Vog, após uma queimada de cerrado.

Apenas *B. coccolobifolia* teve morte total da parte aérea. Nos outros indivíduos estudados foi observada apenas a morte de ramos laterais. Nos ramos, onde a casca é mais fina, Tc pode atingir valores bastante elevados e permanecer por

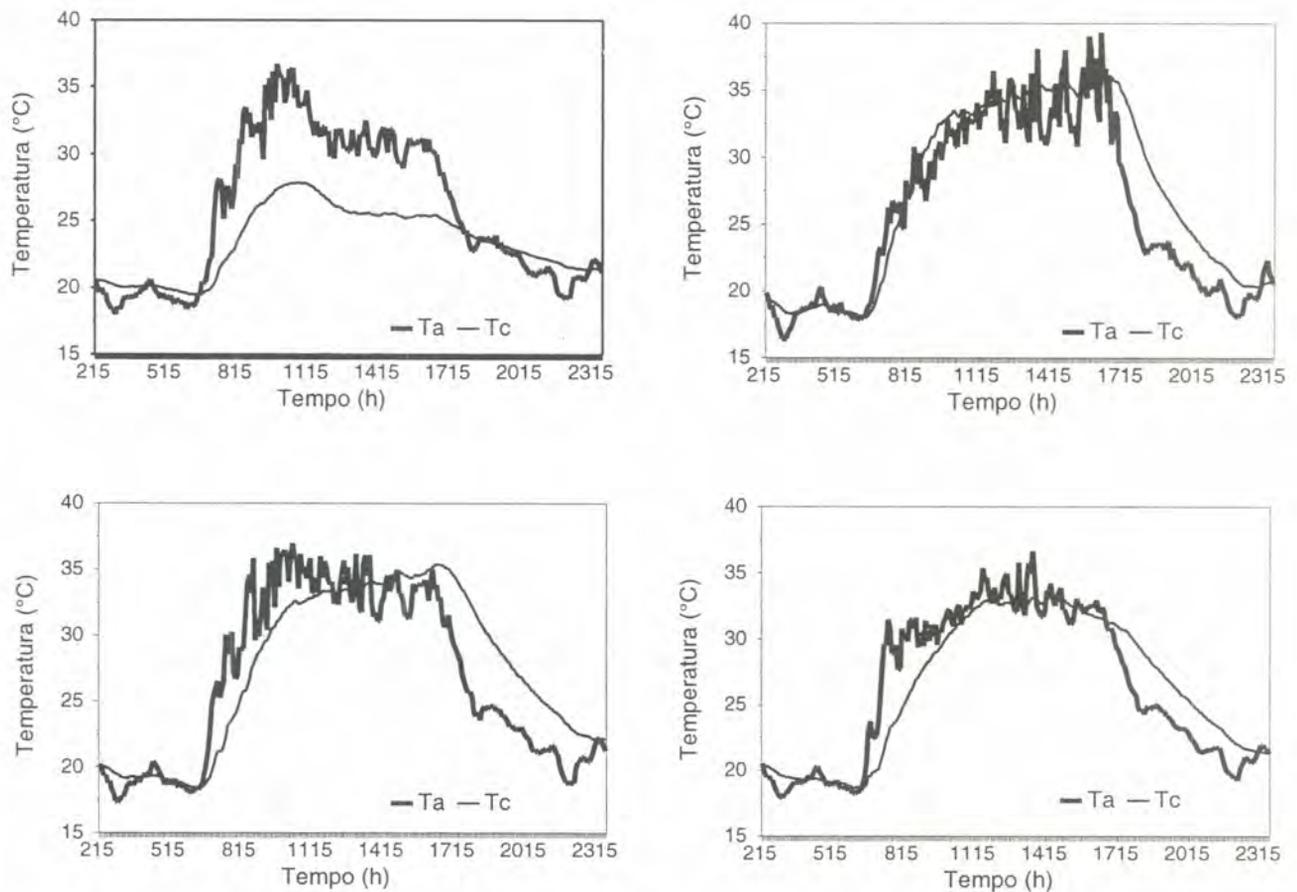


FIG. 1 - Ciclos diários da temperatura do ar (Ta) e do câmbio (Tc) de *Qualea grandiflora* (a), *Connarus suberosus* (b), *Byrsonima coccolobifolia* (c) e *Dalbergia miscolobium* (d) em uma área de campo-sujo na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF.

longos períodos acima de 60,0 °C, resultando na morte do câmbio. Todavia, (Luke & McArthur, 1978) enfatizam que o efeito da morte de partes do câmbio sobre o crescimento de uma árvore pode não ficar aparente por alguns meses ou até mesmo por anos.

## CONCLUSÕES

Temperaturas do ar (Ta) e do câmbio (Tc) foram determinadas antes, durante e após uma queimada em campo-sujo nas espécies *Qualea grandiflora* Mart., *Connarus suberosus* Planck., *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. e *Dalbergia miscolobium* Benth., com 13,4 mm, 9,5 mm, 10,0 mm e 11,0 mm de espessura de casca, respectivamente.

1) No período anterior à queimada, as espécies, cujos indivíduos apresentaram espessura de casca da ordem de 10,0 mm, apresentaram as maiores diferenças entre Ta e Tc (3,0 °C) no início da manhã. *Q. grandiflora* apresentou Tc cerca de 8,0 °C inferior a Ta durante a maior parte do dia.

2) Durante a passagem do fogo Ta atingiu 823,0 °C enquanto em *Q. grandiflora* Tc foi 78,4 °C, permanecendo acima de 60,0 °C por cerca de 5 min. A casca de *B. coccolobifolia* entrou em ignição elevando Tc a 877,0 °C. Nas demais espécies Tc não atingiu 60,0 °C.

3) Após a passagem do fogo, devido ao enegrecimento da casca, Tc máxima foi superior a Ta.

4) Apenas *B. coccolobifolia* teve morte total da parte aérea. Para os outros indivíduos estudados foi observado apenas morte dos ramos laterais.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Brigada de Combate a Incêndios do IBGE pela realização da queimada prescrita; ao Serviço Florestal do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA/FS) e ao CNPq (Proc. nº 53042193-3), pelo apoio financeiro; ao programa PIBIC/CNPq/UnB pela bolsa de Iniciação Científica, concedida a Eduardo Peres da Rocha e Silva.

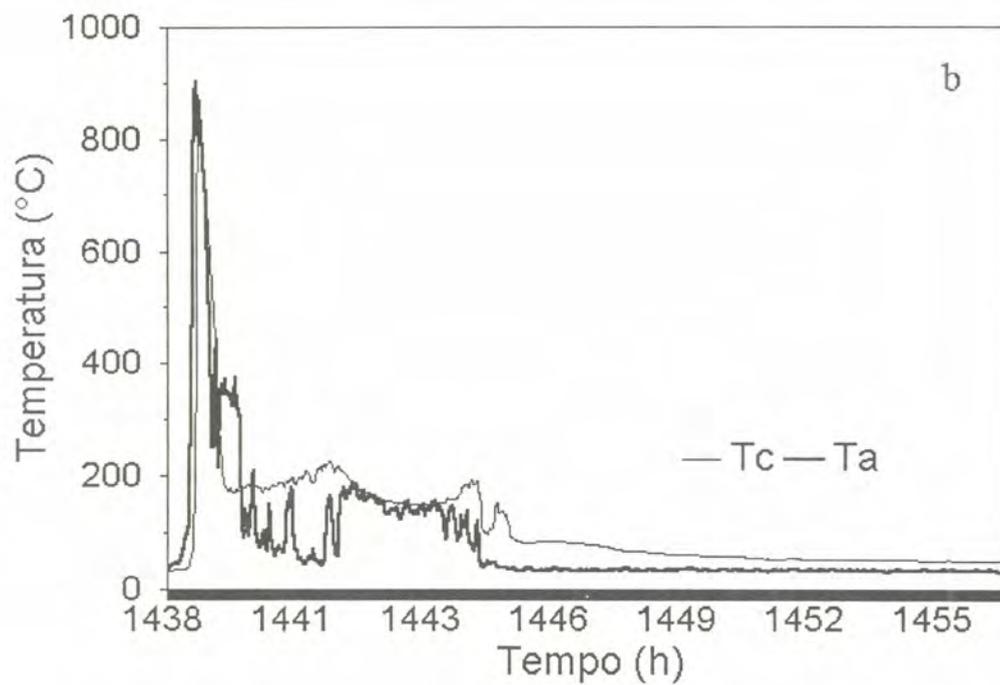
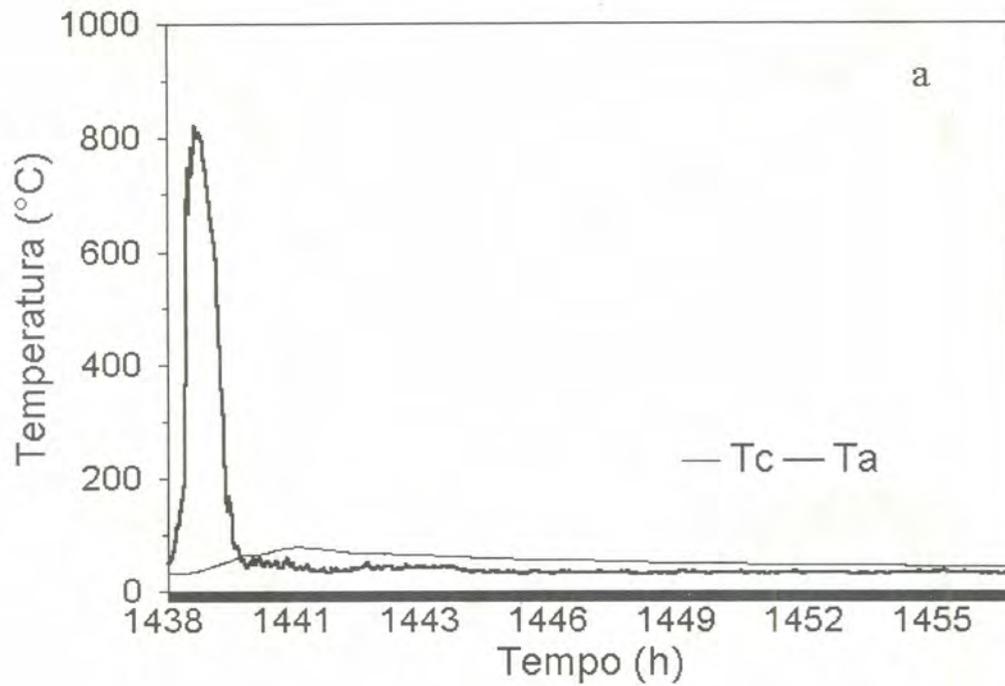


FIG. 2- Temperatura do ar (Ta) e temperatura do câmbio (Tc) de *Qualea grandiflora* (a) e *Byrsonima coccolobifolia* (b) durante uma queimada prescrita em campo-sujo na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF.

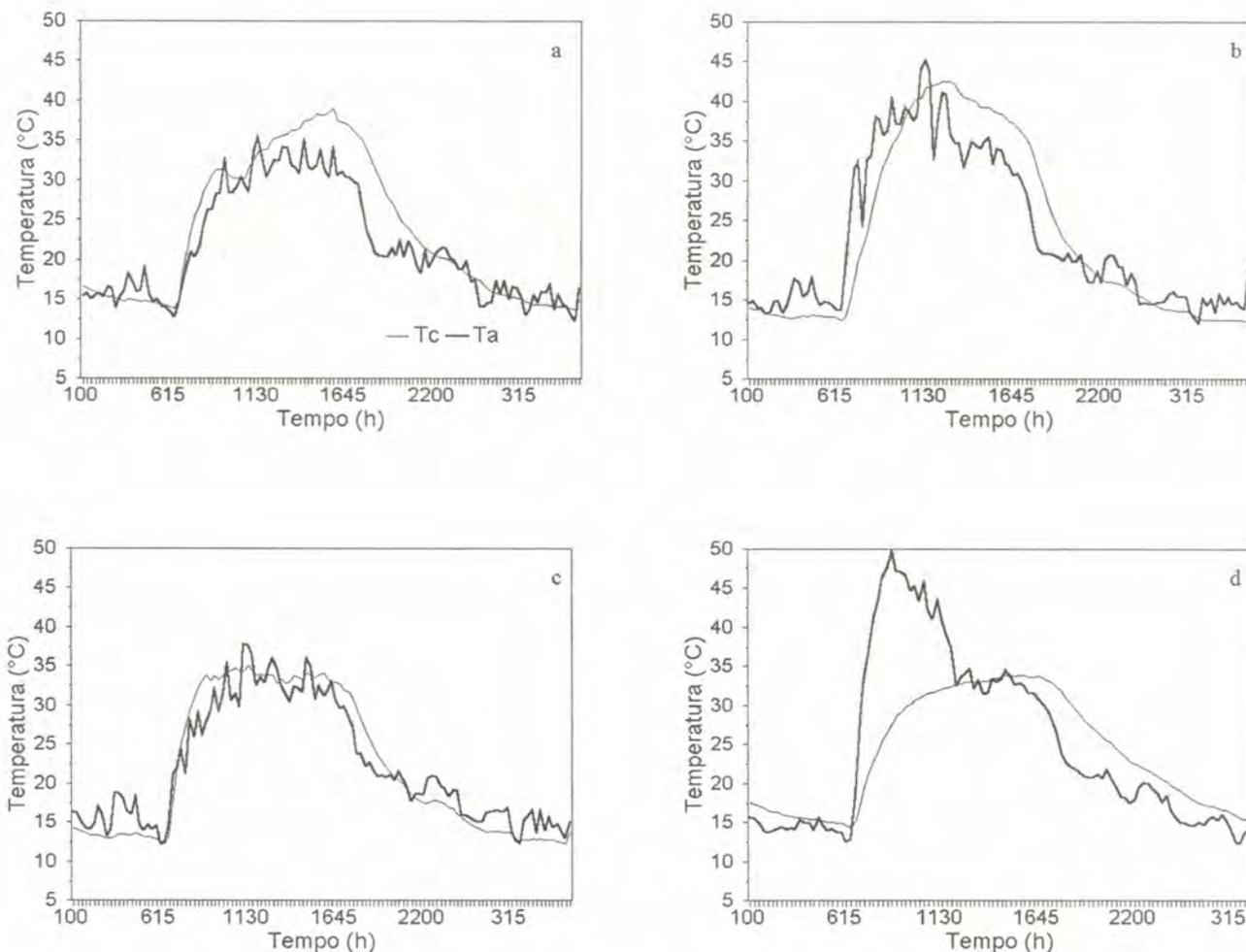


FIG. 3- Ciclos diários da temperatura do ar (Ta) e do câmbio (Tc) de *Qualea grandiflora* (a), *Connarus suberosus* (b), *Byrsonima coccolobifolia* (c) e *Dalbergia miscolobium* (d) após uma queimada prescrita em uma área de campo-sujo, na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF.

### LITERATURA CITADA

- BYRAM, G. M. Some basic thermal processes controlling the effects of fire on live vegetation. **USDA Forest Service Southeast Forest Experimental Station Research**. Note 114. 1958. 50p.
- COUTINHO, L.M. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. In: GOLDAMER, J.G. ed. **Fire in the tropical biota - ecosystem process and global changes**. Ecological studies, v. 8A. Berlin: Springer-Verlag, 1990. p.82-105.
- GUEDES, D.M. **Resistência das árvores do cerrado ao fogo: papel da casca como isolante térmico**. Brasília: Universidade de Brasília, 1993. 99p. Tese de Mestrado.
- LUKE, R. H. & McARTHUR, A. G. **Bushfires in Australia**. Victoria, Wilke and Company Limited, 1978. 359p.
- MIRANDA, A. C., MIRANDA, H. S., DIAS, I. F. O.; DIAS, B. F.S. Soil and air temperatures during prescribed cerrado fires in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.9, p.313-320, 1993.
- ROCHA E SILVA, E. P. & MIRANDA, H. S. Temperatura do câmbio de *Sclerolobium paniculatum* Vog. durante uma queimada prescrita de cerrado. In: Congresso Latino Americano de Ecologia, Mérida, 1995. **Libro Resúmenes**. Mérida, Venezuela: Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, 1995. p.9-11.
- RYAN, K. C., PETERSON, D. L.; REINHART, E.D. Modeling long term fire-caused mortality of Douglas Fir. **Forest Science**, v.34, p.190-199, 1988.
- VICENTINI, K. R. C. F. **Análise palinológica de uma vereda em Cromínia- GO**. Brasília: Universidade de Brasília, 1992, 290p. Tese de Mestrado.

# ALTERAÇÕES NO USO DA TERRA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO OLARIA, BRAZLÂNDIA, DISTRITO FEDERAL

SILVANA P. MOREIRA<sup>1</sup>, FERNANDO A.M. da SILVA<sup>1</sup> e MARIA L. MEIRELLES<sup>1</sup>

## RESUMO

A microbacia hidrográfica do Córrego Olaria (MHCO) pertence à Área de Proteção Ambiental do Descoberto, que abastece com água cerca de 53% da população do Distrito Federal. A ocupação agrícola nessas áreas tem sido acelerada e existe uma preocupação com o uso descontrolado e inadequado do solo e da água, principalmente no que se refere à sua qualidade. Com esse trabalho objetivou-se medir as alterações do uso da terra no período de 1964 à 1991, utilizando-se o SGI. Nesse período verificou-se o desaparecimento do cer-

rado no sentido lato, que passou a ser ocupado quase, que na totalidade pela agricultura. Surgiram áreas de reflorestamento e ocorreu uma redução na mata ciliar. Com tudo isso verificou-se a necessidade de se conscientizar os produtores a utilizarem práticas de conservação do solo e da água, mantendo as matas ciliares existentes e reflorestando as margens dos córrego Olaria e dos Índios, constatou-se que o SGI foi eficiente para a confecção dos mapas de uso da terra da MHCO.

**Palavras-chave:** Uso da terra, SGI, ocupação agrícola.

## ABSTRACT

### Alterations in the soil use in the small watershed of the Olaria creek, Brazlândia, Federal District

The small watershed of Olaria Stream is part of the Protected Environmental Area of Descoberto which supplies 53% of Federal District population with water. The agriculture use of this area has been increased very much causing a concern with the lack of control and inadequate use of soil and water regarding to their quality. The purpose of this study is to measure alteration in use of land during the period of 1964 to 1991 through the use of SGI. In this period it was observed the disappearance of native Cerrado *sensu lato* which happened to be occupied most totally by

agriculture. New areas of reforestation began to appear and riparian forest were reduced. As a consequence of that there was an increase at the necessity of convincing the producers to utilize the water and soil conservation practices through the maintainance of existing ciliar bushes and reforestation of edges of Olaria and Indios streams. It was observed that SGI was efficient to make maps of land used of MHCO.

**Additional index words:** Land use, SGI, agricultural occupation.

## INTRODUÇÃO

A ocupação da terra pelo homem tem sido feita com pouco planejamento e sem conhecimento prévio das interrelações que possam existir entre os ecossistemas que compõem uma

determinada área. Muitas vezes essa ocupação tem como objetivo o máximo benefício de seus usuários sem maior preocupação com a preservação do meio ambiente. Isso tem provocado sérios problemas ambientais, tais como: eutrofização dos rios, lagos e reservatórios, erosão do solo com a dimi-

<sup>1</sup> Estagiário, EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil.

nuição da produtividade da camada agrícola. A partir destes problemas a bacia hidrográfica passou a ser considerada como a melhor unidade de trabalho, fornecendo subsídios necessários para um eficiente manejo buscando otimizar a utilização dos recursos humanos e natural, para estabelecer um ambiente sadio e um desenvolvimento sustentado.

Com a acelerada ocupação do cerrado pelas atividades agrícolas, existe uma grande preocupação quanto ao uso descontrolado e inadequado dos recursos naturais, principalmente no que se refere à cobertura vegetal, pois ela interfere nos mecanismos de transporte de água, reduz a erosão e aumenta o potencial de infiltração sendo fundamental para a recarga dos aquíferos.

Outra estrutura importante da microbacia hidrográfica que também causa preocupação são as matas ciliares, as quais funcionam como um filtro quantitativo e qualitativo de matéria orgânica e poluentes entre o sistema terrestre e os rios e lagos.

Matheus e Tundisi (1988) demonstraram que até 50% de nitrogênio e fósforo que seriam potencialmente adicionados aos rios são retirados pela vegetação ciliar. Logo com a retirada da vegetação natural e o uso inadequado do solo coloca-se em risco as condições hidrográficas da Microbacia Hidrográfica.

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações no uso da terra na Microbacia Hidrográfica do Córrego Olaria, Brazlândia, DF, por meio da utilização de um sistema de Informação Geográfica.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados EMBRAPA-CPAC, Planaltina, DF em 1993. Utilizou-se o Sistema de Informação Geográfica, denominado SGI/INPE.

### 2.1. Características da Área de Estudo

A Microbacia Hidrográfica do Córrego Olaria (MHCO), possui uma área de 1 600 ha. Está localizada na região administrativa IV (Brazlândia-DF). A maioria das propriedades situam-se na Área de Proteção Ambiental (APA) do Descoberto, a 45 km de distância do Plano Piloto e a 8 km da cidade Satélite de Brazlândia.

O relevo predominante dessa microbacia é plano ondulado, com áreas acidentadas nas cabeceiras dos córregos. Os tipos de solos são, em sua maioria, latossolos amarelos e latossolos vermelhos, com ocorrência de pequenas áreas de cambissolo, de baixa fertilidade natural (Brasil, 1987).

Existem cerca de 100 propriedades, que se encontram em diferentes regimes (posse, arrendamento junto à Fundação Zoobotânica do Distrito Federal (FZDF) e escrituradas). Estas propriedades são ocupadas por culturas anuais e pere-

nes, florestas nativas, pastagens artificiais e naturais e por pousio.

### 2.2. Elaboração de Mapas e Aquisição dos Dados

Os mapas do uso da terra foram realizados através da interpretação de fotografias aéreas. Foram utilizadas fotos aéreas verticais obtidas em levantamentos aerofotogramétricos nos anos 1965, 1975, 1986 e 1991, nas escalas de 1:20.000 e 1:30.000.

O trabalho de fotointerpretação foi feito com auxílio de um estereoscópio eletrônico, permitindo a elaboração e o mapeamento das diferentes categorias de uso (ocupação da terra), completadas com visitas às áreas da microbacia para verificações no campo.

Os resultados da fotointerpretação foram transferidos para mapas planialtimétricas na escala de 1:10 000. A seguir procedeu-se à digitalização destes mapas com o auxílio do SGI/INPE.

As alterações no uso da terra na Microbacia Hidrográfica do Córrego Olaria foram observadas com base no levantamento do uso da terra, nos diferentes anos de 1964, 1975, 1986 e 1991, por ser uma variável importante para o planejamento de uso e manejo.

Nesta trabalho, quantificou-se as áreas em ha, ocupadas pelas seis diferentes classes do uso da terra, utilizando-se o SGI.

#### 2.2.1. Características do SGI.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SGI) são ferramentas poderosas empregadas na integração e análise dos solos provenientes de fontes, as mais diversas, como imagens digitais de satélites, mapas topográficos e mapas geológicos.

Segundo Sano (s.d.) é possível obter, por meio dos SGIs, diferentes produtos como um diagrama tridimensional derivado de dados altimétricos, mapas de declividade, curvas isoietas geradas por meio da interpolação de dados fluviais; mapas de susceptibilidade à erosão, por meio de cruzamento dos mapas dos solos e declividade, e outros. Esses produtos fornecem importantes subsídios para atividades como análises ambiental, projetos agropecuários, planejamento rural e urbano, monitoramento de recursos naturais e outros. Vários pesquisadores têm enfatizado certas vantagens desses sistemas, notadamente e automatização de tarefas feitas manualmente, o que implica ganho de grande volume de dados com escalas, projeções e formas de apresentação diferentes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados percentuais, apresentados na Tabela 1, foram obtidos por meio da análise dos mapas os quais se verificou que a ocupação da agricultura vem predominando na Microbacia do Córrego do Olaria.

TABELA 1 - Uso da terra, na microbacia hidrográfica do Córrego Olaria.

Uso	% do Total			
	1964	1975	1986	1991
1. Cerrado Sentido Lato	91,9	0,0	0,0	0,0
2. Cerrado Sentido Restrito	0,0	58,4	4,1	2,9
3. Campos Limpo Cerrado	0,0	7,1	6,1	4,7
4. Campo Sujo Cerrada	0,0	13,5	3,7	0,0
5. Agricultura	4,3	17,7	65,5	73,7
6. Reflorestamento	0,0	0,0	18,5	5,7
7. Desmatamento	0,0	0,0	0,0	10,9
8. Mata Ciliar	3,8	3,3	2,1	2,1

No mapa do ano de 1964 observou-se trechos nas margens do Córrego do Olaria desprotegidos pela vegetação, caracterizando devastação da Mata Ciliar. A agricultura estava começando e ocupava uma área de 69 ha, e o cerrado no sentido ocupava 1471 ha, cerca de 91,9 %, da microbacia.

No ano de 1975, a área agricultada aumentou consideravelmente passando a ocupar 280 ha. Com isso, a mata virgem foi reduzida e novas classes como campo limpo de cerrado e campo sujo de cerrado surgiram. Houve redução na Mata de Galeria em alguns trechos, passando para 53 ha, do total da área.

No período de 1975 a 1986 ocorreu a maior ação antrópica na MHCO. No ano de 1986 verificou-se o crescimento da atividade agrícola, que passou a ocupar 1 048 ha, 65,5% da área. Observou-se a presença de 296 ha, 18,5% da área ocupada por reflorestamento de eucalipto e conseqüente redução do campo limpo e de cerrado sentido restrito. Verificou-se também uma intensa devastação na Mata Ciliar, ocupando apenas 33 ha, 2,1% da área da microbacia.

No ano de 1991, como era previsto, ocorreu uma redução da área de reflorestamento de eucaliptos, pois dependendo da finalidade e da espécie plantada os primeiros cortes ocorrem a partir de quatro anos. Notou-se que a agricultura continuou crescendo passando a ocupar 1 176 ha, 73,7% de toda a área, provocando conseqüente diminuição nas áreas de cerrado e de campo de cerrado. A Mata Ciliar foi preservada durante o período de 1986 a 1991.

É importante ressaltar que a MHCO requer cuidados especiais por parte dos produtores no que refere à conservação do solo e da água, pois cerca de 53% da população do Distrito Federal é abastecida com a água captada no lago do Descoberto que também recebe água dessa microbacia e apenas 15% dos produtores realizam práticas de conservação de solo, muitas delas fundamentais para evitar a erosão do solo e conseqüente redução no assoreamento dos córregos.

## CONCLUSÕES

Observou-se uma grande expansão agrícola na MHCO, onde em 1964, 91,9% da área era ocupada pelo cerrado sentido lato.

Verificou-se que no ano de 1975 a 1986 ocorreu a maior ação antrópica na MHCO.

Verificou-se que no ano de 1986 ocorreu o maior crescimento da atividade agrícola.

Constatou-se que o SGI foi eficiente para a execução precisa e rápida dos mapas de uso da terra da microbacia hidrográfica do Córrego do Olaria.

Sugestões:

a) Se não houver conscientização dos produtores com relação ao uso do solo e a quantidade de água, será difícil para a MHCO contribuir para o abastecimento do Distrito Federal.

b) É fundamental que os produtores sejam orientados, para conservar as Matas de Galeria existentes e reflorestarem as margens dos Córregos Olaria e dos Índios.

## LITERATURA CITADA

- ASPIAZÚ, C.; BRITES, R.S. SIGS. **Sistema de Informações Geográficas: conceituação e importância**. Viçosa: UFV-SIF, 1989.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas**. Manual operativo. Brasília: Ministério da Agricultura, 1987. Plano operativo da MHCO.
- MATHEUS, C.E.; TUNDISI, J.G. Estudo físico, químico e ecológico dos rios da Bacia Hidrográfica do Ribeirão e Represa do Lobo. In: TUNDISI, J.G. **Limnologia e manejo de represas**. Série monografias em limnologia, v.1, (Tomo 1 e 2). USP, ACIESP, FAPESP, UNEP, 1988. p.419-472.

**Produção Vegetal**  
*Plant Production*

# DANO ASSOCIADO AO GÊNERO *Fusarium* COMO PATÓGENO RADICULAR DAS CULTURAS DE FEIJÃO E SOJA NOS CERRADOS

CELSO K. TOMITA<sup>1,2</sup>, JEANDER O. CAETANO<sup>1</sup> E ADALBERTO C. CAFÉ FILHO<sup>1</sup>

## RESUMO

Isolamentos de raízes de feijão e sojarevelaram a presença constante de *Fusarium* e *Rhizoctonia*, a com predominância de infecções mistas sobre infecções simples de cada um dos gêneros. Foram utilizados métodos de corte de raiz, para feijoeiro, e dos métodos “do sorgo” e do “palito de dente”, para soja e feijão, na avaliação de patogenicidade e agressividade dos isolados de *Fusarium* spp e de um isolado de *R. solani*. Estudaram-se a patogenicidade, isoladamente, e também as interações

com fatores bióticos e abióticos. Estes estudos em casa de vegetação caracterizaram os isolados de *Fusarium* spp. como patogênicos e um isolado de *F. oxysporum* (F11) como o mais agressivo. Quando combinados com fatores bióticos e abióticos, observou-se maior predisposição do feijoeiro ao ataque dos patógenos do que ação isolada dos mesmos. Estas interações não foram confirmadas na cultura da soja.

**Palavras-chave:** *Rhizoctonia*, podridão radicular.

## ABSTRACT

### Damage associated to root rot of the genus *Fusarium* as root pathogen of bean and soybean crops in the “Cerrados”

A survey of pathogens associated to roots of beans and soybeans in the Cerrado showed that *Fusarium* and *Rhizoctonia* were the most prevalent fungi. Mixed infections of fungi of both genera predominated over single infections. Pathogenicity and aggressivity of isolates were tested in the greenhouse, using several inoculation methods. Interaction of *Fusarium* with biotic and abiotic factors were also studied.

The results characterized several *Fusarium* species as pathogenic and one isolate of *F. oxysporum* (F11) as the most aggressive. When combined with certain abiotic factors severity of the attack of *Fusarium* on beans was enhanced. Interactions were better characterized with bean than with soybean plants.

**Additional index words:** *Rhizoctonia*, root rot.

## INTRODUÇÃO

A importância do cultivo da soja (*Glycine max*) e de feijão (*Phaseolus vulgaris*) para a ocupação econômica do Cerrado é bem conhecida. Durante o verão, o cultivo de soja ocupa uma área de 1,29 milhões de hectares, que representa 14,51% da produção nacional. A cultura do feijoeiro irrigado é uma das principais alternativas de inverno. Aproxima-

damente 15% da produção brasileira de feijão (450 mil toneladas) é produzidas sob pivô-central, correspondendo a 780 mil hectares (CONAB, 1995; Menezes, 1995). A possibilidade de produção de até cinco safras de feijão num período de dois anos (Menezes, 1995) e o cultivo constante de soja resultam em uso intensivo do solo, acarretando agravamento das doenças causadas por patógenos, como: *Fusarium* spp., *Sclerotinia* spp., *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp.,

<sup>1</sup> Universidade de Brasília, Departamento de Fitopatologia, Brasília, DF 70910-900, Brasil.

<sup>2</sup> MOA International, Departamento de Agricultura Natural, Brasília, DF 71615-200, Brasil.

*Heterodera glycodes*, *Meloidogne incognita* e *M. javanica*; e por fatores abióticos, como a compactação do solo e os efeitos residuais de herbicidas.

Segundo Datnoff & Sinclair (1988), a interação de dois ou mais patógenos do solo pode causar maior incidência e severidade do que a ação isolada dos mesmos. Do mesmo modo, a compactação do solo, causa sérios problemas, que são agravados nas presenças dos patógenos (Miller & Burke, 1985). O uso de herbicidas pode predispor as plantas a sofrerem maior severidade da podridão radicular. O uso do herbicida pré-emergente trifluralina é comum no Cerrado, e o uso continuado pode causar injúrias às raízes, comprometendo o desenvolvimento do hospedeiro e aumentando a suscetibilidade a doenças do solo (Hall, 1991).

O objetivo deste trabalho é esclarecer o papel dos isolados de *Fusarium* nos sintomas de podridão em raízes de feijão e soja nos Cerrados, recentemente reportados por Caetano *et al.*, 1994 e Tomita *et al.*, 1995.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os isolados de *Fusarium* spp. utilizados nos diferentes experimentos foram identificados por Caetano *et al.* (1994) (Tabela 1).

Os trabalhos foram conduzidos em casa de vegetação na Estação Biológica da UnB com plantas de feijão cv. Carioca e de soja cv. Cristalina e cv. Estrela.

**TABELA 1 - Identificação dos isolados de *Fusarium* spp. provenientes de lesões radiculares de soja e de feijão nos Cerrados.**

Símbolos	Espécies do gênero <i>Fusarium</i>
F1	<i>Fusarium solani</i>
F5	<i>Fusarium oxysporum</i>
F11	<i>Fusarium oxysporum</i>
F12	<i>Fusarium solani</i>
F13	<i>Fusarium oxysporum</i>
F15	<i>Fusarium moniliforme</i>
F17	<i>Fusarium moniliforme</i>

Inicialmente, avaliaram-se a patogenicidade e a agressividade pelo método de corte de raízes em feijoeiro. Os isolados de *Fusarium* (F1, F5, F11, F12, F15) foram inoculados às raízes cortadas numa concentração  $1 \times 10^6$  conídios/ml. A avaliação foi realizada, medindo-se o peso seco da parte aérea aos 48 dias após o plantio (dap).

Patogenicidade e agressividade também foram avaliadas em soja cv. Estrela e feijão cv. Carioca, em dois experimen-

tos, utilizando o método do "palito de dente". Os tratamentos foram constituídos por isolados diferentes de *Fusarium* (F1, F5, F11, F12, F15) inoculados em extremidades de "palito de dente" introduzidos a 2 cm abaixo do nó cotiledonar. Foram avaliados os comprimentos das lesões internas e externas de cada planta, aos 30 e 60 dias após a inoculação (dai) para o feijoeiro e aos 42 dai para soja.

Patogenicidade e agressividade dos isolados em interações com fatores bióticos (*R. solani*) e abióticos (herbicidas trifluralina, em feijão e soja; e glifosato, em soja; e compactação do solo, em feijoeiro) foram estudadas em um experimento com soja cv. Estrela e em dois outros com feijão cv. Carioca, utilizando-se o método do sorgo detalhado abaixo:

No primeiro experimento em feijão cv. Carioca utilizaram-se os isolados: F5, F11, F12, F13, F15 e F17, e *Rhizoctonia solani*, inoculados em solo nos vasos. Aplicou-se o herbicida pré-emergente trifluralina e realizou-se a compactação do solo. Foi avaliado o número de plantas vivas a cada sete dias, altura das plantas e peso seco da parte aérea, aos 61 dap. No segundo experimento com feijoeiro cv. Carioca utilizaram-se os isolados: F1, F5, F11, F12 e F15, um isolado de *Rhizoctonia solani*, o herbicida trifluralina e compactação do solo, combinando os efeitos interativos entre os tratamentos. Foram avaliados o número, a altura das plantas e o peso seco da parte aérea, aos 33 dap. Em soja cv. Estrela pelo método do sorgo, foram utilizados os isolados: F1, F5, F11, F15, um isolado de *Rhizoctonia solani* e os herbicidas trifluralina e glifosato. Os isolados de *Fusarium* foram utilizados isoladamente, em associação com *R. solani* e os herbicidas. Avaliaram-se o número, a altura das plantas e o peso seco da parte aérea aos 70 dap.

## RESULTADOS E CONCLUSÕES

No estudo inicial da patogenicidade e agressividade pelo método de corte de raízes em feijão cv. Carioca, foram comprovadas as patogenicidades dos isolados, diferindo estatisticamente no mínimo em 35,07%, em relação à testemunha. As medidas de peso seco da parte aérea indicaram tendência de maior agressividade dos isolados de *F. oxysporum* (dados não mostrados).

Pelo método do "palito de dente" em feijoeiro, demonstrou-se que os isolados de *Fusarium* spp. diferiram estatisticamente da testemunha, e comprovou-se a maior agressividade de *F. oxysporum* em relação aos outros *Fusarium* (Figura 1).

Pelo método do "palito de dente" em soja cv. Estrela, demonstrou-se que os isolados de *Fusarium* spp. diferiram estatisticamente da testemunha tanto em lesão interna como em lesão externa. Os isolados não diferiram entre si, embora tenha sido mantida a tendência de maior agressividade dos

TABELA 2 - Efeito de isolados de *Fusarium* em combinação com fatores bióticos e abióticos em feijoeiro cv. Carioca (Experimento-1: Número de plantas aos 14 dap).

TRATAMENTO	Médias de 4 repetições (número de plantas)	Diferença percentual (%)	Separação de médias*
F13	29.00	1.75	A
Teste	28.50	1.00	AB
F15	28.25	-0.87	AB
Compactação x F15	27.75	-2.63	ABC
Compactação	27.50	-3.51	ABC
Herbicida	27.50	-3.51	ABC
F17	27.25	-4.39	ABC
Compactação x F11	27.00	-5.26	ABC
Compactação x F5	26.75	-6.14	ABCD
F5	26.75	-6.14	ABCD
F12	26.50	-7.02	ABCD
F11	25.25	-11.04	BCD
Herbicida x F15	24.50	-14.04	CD
Herbicida x F11	24.50	-14.04	CD
Herbicida x F5	23.25	-18.42	D
Rhizoctonia	16.75	-41.23	E
Rhizoctonia x F15	13.75	-51.75	E
Rhizoctonia x F5	13.75	-51.75	E
Rhizoctonia x F11	9.50	-66.67	F

\* Os tratamentos seguidos da mesma letra não apresentaram diferença significativa (LSD = 3.708 (alfa= 0,05)).

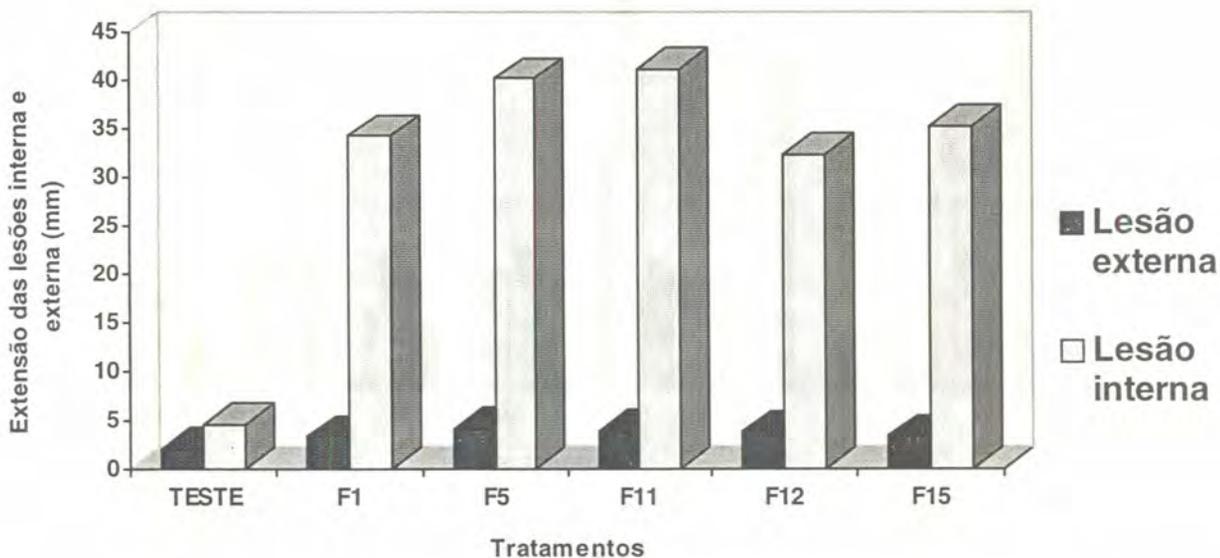


FIG. 1 - Extensão das lesões interna e externa (mm), de plantas de feijão cv. Carioca, inoculadas pelo método do palito com *Fusarium* spp.

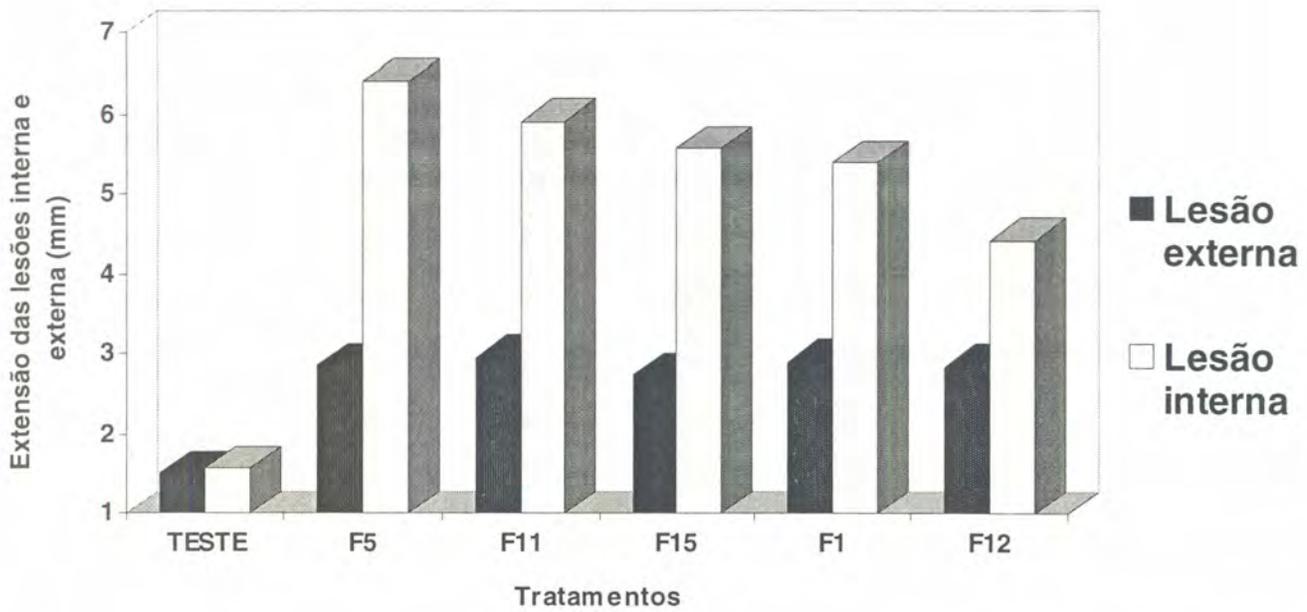


FIG. 2 - Extensão das lesões interna e externa (mm), de plantas de soja cv. Estrela, inoculadas pelo método do palito com *Fusarium* spp.

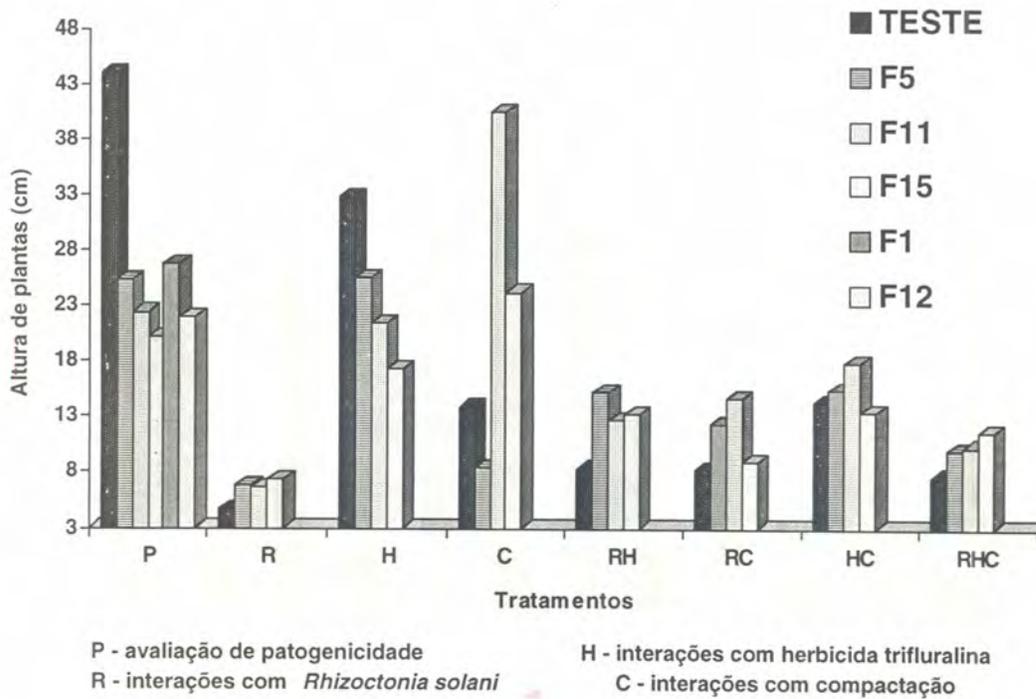


FIG. 3 - Caracterização geral dos isolados de *Fusarium* em relação aos fatores bióticos e abióticos em feijoeiro cv. Carioca. (Experimento 2:  $\sum$  das alturas médias das plantas/20).

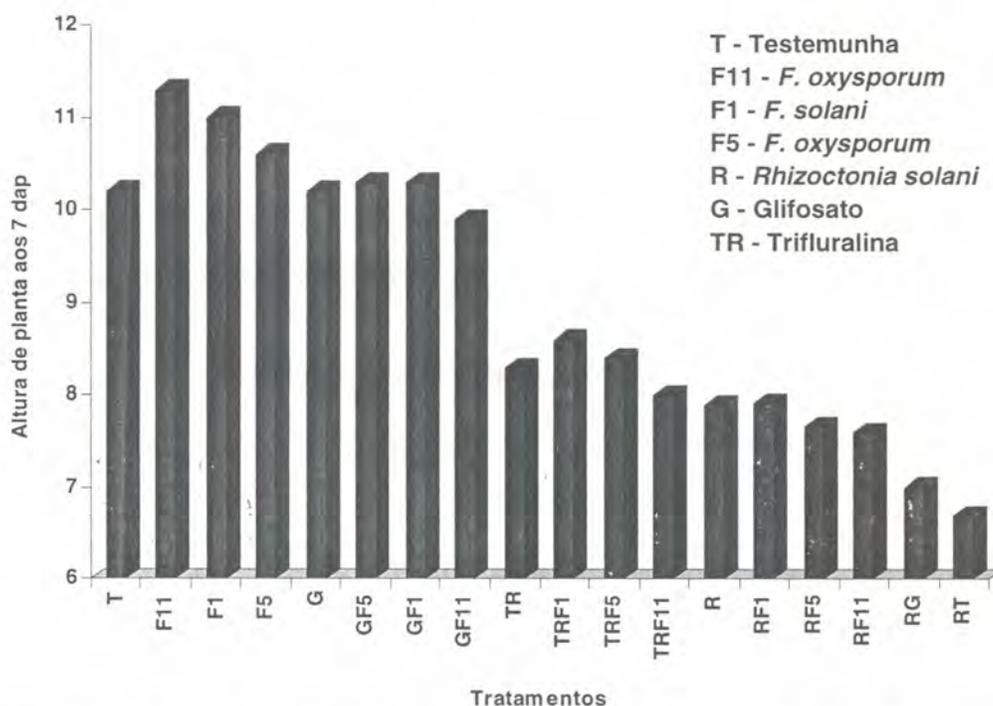


FIG. 4- Altura média de plantas de soja cv. Cristalina aos sete dap, inoculadas com isolados de *Fusarium* spp., pelo método do sorgo, e as interações destes com *Rhizoctonia solani* e os herbicidas glifosato e trifluralina.

isolados de *F. oxysporum* (Figura 2).

Nos estudos das interações dos fatores bióticos e abióticos em feijoeiro pelo método do sorgo, o primeiro experimento demonstrou que o isolado F11 (*Fusarium oxysporum*) e *Rhizoctonia solani* reduziram significativamente o número de plantas aos 14 dap (Tabela 2). Também ficaram demonstradas interações significativas de *Fusarium* com *Rhizoctonia* e com o herbicida, com diferenças significativas em comparação com a ação de cada fator isoladamente, caracterizando ações aditivas (Tabela-2).

No segundo experimento, os efeitos deletérios da presença de *Fusarium* foram confirmados na maioria das combinações (Figura 3). Entretanto, não se repetiram os resultados do primeiro experimento, o que indica ações aditivas ou sinérgicas entre os fatores bióticos, abióticos e *Fusarium* spp. A dificuldade de se demonstrar repetidamente essas interações em de casa de vegetação indica que outros fatores não controlados nestes experimentos podem ser importantes na severidade dos sintomas.

Na cultura da soja, pelo método do sorgo, comprovou-se apenas a patogenicidade de *Rhizoctonia solani* isoladamente, não se verificando a interação entre a mesma e os isolados de *Fusarium* spp. (Figura 4).

Destaca-se que, em todos os ensaios, o dano causado por *R. solani* foi sempre superior ao causado pelos isolados de *Fusarium*.

## LITERATURA CITADA

- CAETANO, J.O.; CAFÉ FILHO, A.C.; RIBEIRO, W.R.C. Fungos associados à podridão radicular de soja na região geoeconômica de Brasília, D.F. **Fitopatologia Brasileira**, v.19, p.326, 1994. (resumo).
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Previsão e acompanhamento de safras**: Acompanhamento da safra 94/95. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, ano 19, n. 4, 1995.
- DATNOOFF, L. E.; SINCLAIR, J.B. The interaction of *Fusarium oxysporum* and *Rhizoctonia solani* in causing root rot of soybeans. **Phytopathology**, v.78, p.771-777, 1988.
- HALL, R. **Compendium of bean diseases**. Ontário: University of Guelph, 1991. 71p.
- MENEZES, J.R. Controle integrado de doenças em culturas irrigadas por pivô central. **Fitopatologia Brasileira**, v.20, p.270-271, 1995. (palestra)
- MILLER, D.E.; BURKE, D.W. Effects of soil physical factors on resistance in beans to *Fusarium* root rot. **Plant Disease**, v.69, p.324-327, 1985.
- TOMITA, C.K.; CAETANO, J.O.; CAFÉ FILHO, A.C. Determinação do papel de fungos do gênero *Fusarium* no complexo de podridão radicular de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). **Fitopatologia Brasileira**, v.20, p.307, 1995. (resumo)

# AVALIAÇÃO CITOGENÉTICA DE *Kielmeyera Coriacea*

RENATA SILVA<sup>1</sup> e LISETE C. DAVIDE<sup>1</sup>

## RESUMO

Visando à elucidação de problemas relacionados com a classificação taxonômica no gênero *Kielmeyera*, realizaram-se estudos sobre alguns aspectos da mitose e meiose em *K. coriacea* Mart. Para a avaliação mitótica empregou-se a técnica de esmagamento de pontas de raízes, as quais foram fixadas com Carnoy e coradas com Giemsa a 2%. A análise da meiose foi feita em meiócitos retirados das anteras e corados com carmim acético 2%. O número somático de cromossomas variou de 114 a 153, sugerindo a ocorrência de aneuploidia e euploidia dentro da espécie. A observação

da meiose revelou a ocorrência de citomixia, fenômeno que poderia explicar a grande variação no número de cromossomas. Para verificar a normalidade dos produtos meióticos, foram avaliados o tamanho e a viabilidade dos grãos de pólen. A grande variação no tamanho e alta viabilidade observada nos grãos de pólen sugerem que a citomixia deve ser o principal fator que leva à formação de produtos meióticos não balanceados e, provavelmente, à ocorrência de variação intra-específica no número de cromossomas.

**Palavras-chave:** Mitose, meiose.

## ABSTRACT

### Cytogenetic evaluation of *Kielmeyera coriacea*

To elucidate problems related with the taxonomic classification of *Kielmeyera* gene, some aspects of mitosis in *K. coriacea* were studied. Mitotic evaluation was done by smearing root tips that were fixed with Carnoy and stained with Giemsa (2%). The meiosis analysis was performed in microspores stained with acetic carmin (2%). Chromosome counting showed large variation, from 114 to 153, suggesting the occurrence of aneuploidy and euploidy inside the species. Meiosis observations

revealed the occurrence of citomixy which could explain the large variation of chromosome number. To verify the normality of meiotic products size and viability of pollen grain were evaluated; size variation and the high viability observed suggested that the citomixy may be the principal factor that brings the formation of unbalanced meiotic products and probably the intraspecific variation in chromosome number.

**Additional index words:** Mitosis, meiosis.

## INTRODUÇÃO

Um dos objetivos do setor de citologia do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras é a avaliação citogenética de espécies do Cerrado do sudoeste mineiro.

Neste contexto, o gênero *Kielmeyera* da família Guttiferae foi escolhido para ser estudado, pois, além de ser freqüente na região, apresenta espécies que são as principais árvores corticeiras do Brasil. Essas árvores são conhecidas vulgarmente pelo nome de pau-santo e malva-do-campo. Trata-se

<sup>1</sup> Universidade Federal de Lavras, Departamento de Biologia, Caixa Postal 37, Lavras, MG 37200-000, Brasil.

**TABELA 1 - Número de cromossomas, tamanho e viabilidade dos grãos de pólen. Na coluna médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.**

Árvore/Local	Nº de Cromossomas	n	Pólen Viável (%)	n	Tamanho*		
					Mínimo	Médio	Máximo
Lum. 1	148, 126, 150	200	100,0	20	56,0	99,0 a	195,0
Lum. 2	116,153	200	99,0	20	62,5	83,5 b	112,5
Lum. 3	133	200	99,5	20	69,0	90,5 ab	145,0
Ros. 1	144, 123, 126, 134, 130, 122, 114	200	99,0	20	57,0	90,0 ab	116,0
Ros. 2	148	200	100,0	20	45,0	60,5 c	74,0
Itu. 1	125	200	100,0	20	40,0	48,5 d	59,5

n = número de observações, \* = valores em micrômetros, Lum.= Luminárias; Ros.= Rosário; Itu.= Itumirim.

de uma espécie de hábito arbóreo, cujo súber é explorado intensamente no Centro-Oeste brasileiro, sem que haja, entretanto, controle na sua exploração ou cultivo para evitar sua extinção (Dionello & Basta, 1981).

Saddi (1986 e 1987), por meio de estudos morfológicos e de dados sobre distribuição demográfica, têm conseguido mostrar o grande número de taxa e a grande complexidade do gênero *Kielmeyera*. Poucos estudos existem sobre o número de cromossomas nos gêneros da família Guttiferae, e os que existem dão margem a dúvidas e discussões sobre o número fundamental de cromossomas, devido às grandes variações observadas dentro e entre espécies de um mesmo gênero (Cruz, Boaventura & Sellito, 1990).

Nos poucos gêneros conhecidos da família Guttiferae, é observada grande variação no número de cromossomas entre as espécies, indicando a ocorrência de aneuploidia e euploidia no processo evolucionário (Bolkhovskikh *et al.*, 1969).

Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi avaliar alguns aspectos da mitose e meiose de *Kielmeyera coriacea* Mart., os quais acrescidos à literatura existente poderão contribuir para a elucidação dos problemas taxonômicos deste gênero.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados frutos de 6 árvores de *Kielmeyera coriacea* Mart., sendo 3 de Luminárias-MG, 2 de Rosário-MG e 1 de Itumirim-MG.

A avaliação mitótica foi feita em radículas obtidas a partir de sementes germinadas, pré-tratadas com colchicina a 0,05% por 5 horas ou em baixa temperatura por 24 horas. A fixação foi feita em Carnoy (álcool etílico-ácido acético glacial 3:1) e coradas com Giemsa 2% em tampão fosfato pH 6,8.

A avaliação das fases da meiose e dos produtos meióticos foi feita a partir de 3 botões florais por árvore, fixados em

Carnoy e corados com Carmim acético 2%.

Os grãos de pólen foram avaliados quanto ao tamanho e viabilidade, tendo sido analisados 20 e 200 grãos de pólen por árvore, respectivamente.

## RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a variação no número de cromossomas das diferentes árvores analisadas, bem como a percentagem de viabilidade dos grãos de pólen e o tamanho dos mesmos.

A grande variação intra e inter-árvores permite concordar com os demais autores, que trabalham com espécies da família Guttiferae, que a ocorrência de aneuploidia e euploidia representou papel importante na evolução de seus gêneros e espécies (Bolkhovskikh, *et al.*, 1969; Cruz, Boaventura & Sellito, 1990).

A avaliação da meiose revelou a ocorrência de citomixia, fenômeno que poderia explicar a grande variação intra-específica no número de cromossomas (Tabela 1).

Os grãos de pólen de *K. coriacea* apresentaram-se arredondados, e observou-se alta viabilidade nos mesmos (Tabela 1). Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) no tamanho dos grãos de pólen entre as árvores avaliadas. A grande variação no tamanho dos grãos de pólen poderia também ser explicada pela citomixia.

## CONCLUSÕES

A ocorrência de citomixia poderia explicar a grande variação no número de cromossomas observados nas metáfases mitóticas, bem como a formação de produtos meióticos não balanceados, levando, provavelmente, à ocorrência de variação intra-específica no gênero *Kielmeyera*.

## LITERATURA CITADA

- DIONELLO, S. B.; BASTA, F. Estudos sobre germinação de sementes de *Kielmeyera coriacea*. **Brasil Florestal**, v.11, n.48, p.33-42, 1981.
- SADDI, N. Novos táxons infra específicos no gênero *Kielmeyera* Mart.(Guttiferae). **Brandea**, v.4, n.35, p.281-290, 1986.
- SADDI, N. New species of *Kielmeyera* (Guttiferae) from Brazil. **Kew Bulletin**, v.42, n.1, p.221-230, 1987.
- CRUZ, N. D.; BOAVENTURA, Y. M. S.; SELLITO, Y. M. Cytological studies of some species of the genus *Clusia* L.(Guttiferae). **Revista Brasileira de Genética**, v.13, n.2, p.335-345, 1990.
- BOLKHOVSKIKH, Z.; GRIF, V.; MATUEJEVA, T.; ZAKHARYEVA, O. **Chromosome numbers of flowering plants**. V. L. Komarov Botanical Institute, Academy of Science of the U.R.R.S., An. A. Federov ed., 1969.
-

# POTENTIALITIES FOR THE PRODUCTION OF IRRIGATED WHEAT IN THE BRAZILIAN "CERRADO" REGION

DIJALMA B. da SILVA<sup>1</sup>, ANTONIO F. GUERRA<sup>2</sup> e GUSTAVO C. RODRIGUES<sup>1</sup>

## ABSTRACT

The Brazilian Cerrado region has a high potential for growing wheat. The topography is uniform and management practices can be totally mechanical, the climate is unfavorable to diseases and frozing does not occur. In the irrigated production systems of the Cerrado region where predominate the bean crop, soil and root diseases such as white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*), Fusarium root rot (*Fusarium solani*) and Rhizoctonia root rot (*Rhizoctonia solani*) have caused a significative decrease in yield of this crop. As wheat is not affected by these diseases it is a viable option for crop rotation with beans and other legumes. The potential area for the production of irrigated wheat in the

Cerrado region is about 1 500 000 ha. However, only 250 000 ha are readily available for growing wheat. Grain yields higher than 8000 kg/ha were obtained in experimental plots while some farmers have obtained yields greater than 6 000 kg/ha in commercial fields. The hectoliter weight reaches values up to 84 kg/hl. The irrigated wheat yield efficiency can reach 73.8 kg/ha.day in experimental plots and 50.1 kg/ha.day in commercial fields. Nevertheless, this region shows one of the highest potential for wheat production in the world.

**Additional index words:** *Triticum aestivum*, crop system.

## RESUMO

### Potencial de produção do trigo irrigado na região do Cerrado do Brasil-central

A região do Cerrado do Brasil Central apresenta muitas vantagens para o cultivo de trigo irrigado. Os solos são adequados a mecanização, o clima é favorável ao crescimento e desenvolvimento das plantas e desfavorável a ocorrência de doenças, e não ocorrem geadas. A inclusão do trigo nos sistemas de produção irrigados onde predomina o monocultivo de feijão tem se tornado imprescindível nos últimos anos, pois doenças como a Esclerotínia, Fusariose, e Rhizoctoniose tem inviabilizado a produção de feijão e de outras leguminosas. O trigo não é hospedeiro das doenças comuns às leguminosas, e é uma cultura adaptada ao cultivo de inverno. Estima-se que existem na região 1 500 000 ha poten-

cialmente aptos para o cultivo do trigo irrigado, entretanto, até o momento a área irrigada disponível para o trigo irrigado está estimada em 250 000 ha. Em pesquisa já foram obtidas produtividades superiores a 8 000/ha e os melhores agricultores da região já alcançam produtividades em torno de 6 000 kg/ha. O peso hectolítrico chega a atingir 84 kg/hl. A eficiência de produção do trigo irrigado a nível experimental já atingiu 73,8 (kg/ha)/dia e nas melhores lavouras da região 50,1 (kg/ha)/dia. Este fato permite concluir que esta região apresenta um dos maiores potenciais para a produção de trigo no mundo.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum*, cultivo.

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, M. Sc., EMRRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Ph. D., EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil.

## INTRODUCTION

The first attempts for the cultivation of wheat in the Cerrado region were made by the European immigrants in the colonial period. However, the lack of cultivars adapted to the climatic and edaphic conditions of the region, and the facilities for the cultivation of tropical crops like maize, rice, beans and cassava led to a change in the alimentary custom (Silva *et al.*, 1976).

The first experimental trials with wheat in the Cerrado region were conducted by Thibaut in 1952 on the state of Minas Gerais (Silva *et al.*, 1976) under low land soils with furrow irrigation. From 1966 to 1973 many experiments were performed in this situation with yields higher than 3000 kg/ha (Silva, 1982). In the experimental station of Brasília, later the Cerrado Agricultural Research Center (EMBRAPA-CPAC), and in other locations in the states of Minas Gerais and Goiás, from 1972 to 1982 several tests with wheat cultivated in typical Cerrado soils irrigated by corrugation were done. According to Leite *et al.*, (1980) for some varieties in these trials the yields reached more than 5 000 kg/ha.

With the introduction of the national program to finance irrigation equipments (PROFIR) in 1982, the research with sprinkler irrigated wheat was intensified at EMBRAPA-CPAC, which also coordinates several experiments in the Cerrado region together with The Agricultural Research Corporations of Minas Gerais and Goiás (EPAMIG and EMGOPA), the Agricultural Cooperative Society of Cotia (CAC-CC), The National Center for Wheat Research (EMBRAPA-CNPT) and The International Center for Maize and Wheat Breeding (CIMMYT). Besides the varieties competitions essays, studies on irrigation, soil and crop management as well as crop protection made possible the increase in the expression of the genetic potential of these varieties, with yields reaching 8 485 kg/ha.

The objective of this work is to show the potential of the Cerrado region on the central part of Brazil for the production of sprinkler irrigated wheat.

### THE WHEAT CROPPING REGION OF CENTRAL BRAZIL

Ecological and geographical characteristics have defined three main regions for the cultivation of wheat in Brazil. The south region, including the states of Rio Grande do Sul and Santa Catarina, and the Central-South region, represented by the states of Paraná, São Paulo and Mato Grosso do Sul, are considered traditional wheat cultivation regions, with more than 90% of the total wheat production. In these regions the cropping systems are mainly without irrigation and there are climatic limitations like water excess and deficits, the risk of freezing and diseases. Those constraints have been

causing large year to year variability in wheat production, showing the need for a diversification of the production area. In a country with continental dimensions like Brazil, the expansion of the food production areas is of up most importance to reach self sufficiency and the stability of production.

The Cerrado region of Brazil can be considered one of the best alternatives for the expansion of the wheat crop. The landscape is uniform, the soils are well drained and deep, allowing a time-efficient mechanization of the soil tillage, cropping practices and harvest.

During the irrigated wheat cultivation season, from April to September, the air temperature, relative humidity and solar insolation are not limiting for a normal development of the wheat plant, and there are no risk of freezing (Table 1).

In the Cerrado region, wheat can also be cultivated without irrigation, from February to July in areas higher than 800 m above sea level. But the variability in the distribution of the precipitation has limited the expansion of the rain fed wheat crop to specific regions like Alto Paranaíba, MG.

The wheat cropping region of central Brazil is shown in Figure 1. In this region, the Wheat Research Commission for the Central South Region has recommended for the years of 1995/1996 the cultivation of wheat in areas higher than 400 m above sea level, for the states of Minas Gerais and Bahia, above 500 m in the states of Goiás and Distrito Federal, and above 600 m in the state of Mato Grosso.

Considering these above cited height limitations, we can estimate a potential production area for irrigated wheat as having about 1 500 000 ha. However, the expansion of the wheat crop is limited to 250 000 ha due to the irrigated area.

### THE IMPORTANCE OF THE WHEAT CROP IN THE IRRIGATED PRODUCTION SYSTEMS OF THE CERRADO REGION

After the beginning of the national program to finance irrigation equipments (PROFIR), in 1982, the cultivation of sprinkler-irrigated wheat was significantly increased. However, with the decreasing price of the wheat in the following years, this crop was gradually replaced by more profitable ones like beans, pea, and horticultural crops.

At the present time, the largest sprinkler irrigated area in the Cerrado region is being mono-cropped with bean, increasing the occurrence of diseases such as white mold, Fusarium root rot and Rhizoctonia root rot, leading to decreased yield up 60%, and making difficult the cultivation of other leguminous species and other susceptible crops (NASSER *et al.*, 1990).

To control these diseases, crop rotation with grasses may be one of the most cheaper and less harmful to the environment practices. In the summer, rice and maize can be



FIG. 1 - Potential area for the wheat crop in the Cerrado region of Brazil.

TABLE 1 - Climatic Parameters of some Cerrado Regions where Irrigated Wheat is Cultivated.

Parameter	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
<b>Precipitation (mm)*</b>	241,4	214,7	188,9	123,8	39,3	8,8	11,8	12,8	51,9	172,1	238,0	248,6
Temperature (°C)-Max.	26,9	26,7	27,1	26,6	25,7	25,2	25,1	27,3	28,3	27,5	26,6	26,2
Temperature (°C)-Min.	17,4	17,4	17,5	16,8	15,0	13,3	12,9	14,6	16,0	17,4	17,5	17,5
Relative Humidity (%)	76,0	77,0	76,0	75,0	68,0	61,0	56,0	49,0	53,0	66,0	75,0	79,0
Insolation (h)	157,4	157,5	180,9	201,1	234,3	253,4	265,3	262,9	203,2	168,2	142,5	138,1
<b>Precipitation (mm)**</b>	273,0	194,1	166,0	73,9	24,8	6,2	13,1	13,3	49,3	158,3	204,9	297,2
Temperature (°C)-Max.	27,9	29,4	29,5	27,7	26,7	26,0	25,8	28,0	29,1	28,5	27,7	27,2
Temperature (°C)-Min.	18,3	18,30	18,0	17,2	14,4	12,7	12,5	14,1	16,3	17,6	18,0	18,2
Relative Humidity (%)	78,3	76,9	78,8	74,3	69,1	63,8	59,2	51,8	55,3	66,5	75,0	79,8
Insolation (h)	158,1	173,6	205,8	208,1	241,2	247,5	260,7	264,3	213,5	179,7	161,8	145,0
<b>Precipitation (mm)***</b>	272,2	198,3	212,0	117,0	45,3	12,5	13,9	26,7	56,5	162,9	287,7	303,5
Temperature (°C)-Max.	29,1	29,7	29,7	29,0	28,3	27,7	27,8	30,6	30,6	30,5	29,3	28,7
Temperature (°C)Min.	19,3	19,2	19,2	17,8	16,4	14,8	14,1	15,8	16,9	18,5	19,0	19,2
Relative Humidity (%)	81,0	78,0	81,0	76,0	71,0	64,0	57,0	52,0	61,0	68,0	75,0	81,0
Insolation (h)	159,7	172,0	180,3	211,7	236,9	260,4	282,0	244,2	172,0	189,2	156,9	149,4

After: Brasil, 1992.

\*Brasília,DF. Lat.15°47'S - Lon.47,56'W - Hgt.. 1159,54m -Period: 1963-1990

\*\*Patos de Minas,MG. Lat.18°36'S - Lon.46°31'W -Hgt. 940,38m -Period: 1961-1990

\*\*\*Rio Verde,GO. Lat.17°48'S - 50°55'W - Hgt. 745,54m -Period: 1972-1987

**TABLE 2 - Duration of developmental stages for irrigated wheat in the Cerrado Region.**

Stage	Days after sowing
Emergence	5 - 7
Tillering	17 - 20
Booting	45 - 55
Flowering	55 - 65
Maturation	90 - 110
<b>Harvest</b>	<b>110 - 120</b>

**TABLE 3 - Highest irrigated wheat yields (kg/ha) from experimental trails at EMBRAPA-CPAC.**

Breeding Line	Grain Yield (kg/ha)
KAUZ "S"	8 485
PF 869179	8 322
CPAC 841244	8 311
Cultivar	
Anahuac	7 947
BR 12 Aruanã	7 286
BR 10 Formosa	7 286

After: ANDRADE & ALBRECH (1988).  
Elaborado by SILVA *et al.*, (1993)

**TABLE 4 - Highest irrigated wheat yields (kg/ha) observed in commercial fields in the Cerrado Region.**

Farmer name	County/Year	Crop Area (ha)	Grain Yield (kg/ha)
<b>Hishahi Tamekumi</b>	<b>Rio Paranaíba, MG./1988</b>	<b>94</b>	<b>6 008</b>
Kozo Sato	Rio Paranaíba, MG./1988	61	5 835
Ozuardo Muraoca	Rio Paranaíba, MG./1988	183	5 194
Onorato Paludo	Cristalina, GO./1993	120	5 060
Gelci Zancanaro	Brasília, DF./1993	120	5 400
Hélio D'Albelo	Brasília, DF./1993	25	5 400

After: Cooperativa Agrícola de Cotia (1988); Farmers Information (1992, 1993). Elaborated by Silva, D. B. da

**TABLE 5 - Comparison of the daily potential yield Increase (kg/ha.day), for irrigated wheat among the Cerrado Region of Brazil and other countries.**

Conditions	Cicle (days)	Grain Yield (kg/ha)	Daily Increase (kg/ha.day)
<b>Experimental/CPAC (line)</b>	<b>115</b>	<b>8 485</b>	<b>73,78</b>
Experimental/CPAC (cultivar)	115	7 947	69,10
Experimental/México	160	9 500	59,40
Experimental/E.U.A.(World Record)	330	14 100	42,07
Field Crop/United Kingdom (1977-79)	285	5 102	17,09
FieldCrop/Cerrados/Rio Paranaíba.MG	120	6 008	50,07

After: Hanson, *et al.*, 1982 ; Cooperativa Agrícola de Cotia, 1988. and Silva, *et al.*, 1993..

used in rotation with beans, but in the winter wheat is the suggested alternative, having the advantage of being a plant that is not a host for bean pathogens, with low incidence of diseases, and its cultivation can be completely mechanized. Using the technological information available for the cultivation of the wheat crop in winter season of the Cerrado region farmers can reach yields higher than 5 000 kg/ha, with a return of the investments (variable costs) of 100% or more.

Based on the above discussion, we can suggest for areas in the Cerrado region, currently being mono-cropped with beans and with disease problems, the following crop sequence: Wheat, from May to September; Maize (early maturing), from September to February; and Bean, from February to May. This crop sequence can be used no tillage or conventional tillage systems. The high plant population and low row width of the wheat crop confers a good control of weeds and is a very effective soil cover for no-tillage plant systems.

## MANAGEMENT PRACTICES AND PLANT DEVELOPMENT

As the wheat varieties recommended for the Cerrado region are selected for environments with high fertility and without exchangeable aluminum, the soils for its cultivation should be corrected to reach at least 50% of bases saturation. For wheat, the critical levels of phosphorus extracted with Mehlich I method are 3, 8, 14, e 18 ppm for soils with a clay content of 61 to 80 %, 41 to 60%, 21 to 40% and less than 20%, respectively, and for potassium is 50 ppm in soils with more than 20% of clay. The maintenance fertilization recommended by the Central-Brazil Wheat Commission for the years of 1995/96 is 80 kg/ha of  $P_2O_5$ , 40 kg/ha of  $K_2O$ , 20 kg/ha of nitrogen and 0,65 to 1,3 kg/ha of boron, applied in the planting. It must be emphasized that boron is a very important element for the wheat plant to prevent the occurrence of unfertilized grains and should be applied every two or three years. The amount of nitrogen applied after planting varies from 40 to more than 100 kg/ha depending on the fertility status of the soil, the susceptibility of the cultivar to lodging and the expected yield. It should be applied by the stage of spike differentiation, about 14 days after sowing, when the plants have two or three leaves and one tiller.

The duration of the most important stages of development for irrigated wheat in the Cerrado region are shown on Table 2.

The optimum depth of sowing for irrigated wheat is 5 cm. At this depth the seeds usually finds the best temperature and humidity for germination and emergence (Silva, 1992). The row width varies from 15 to 20 cm with a population of 270 to 350 viable seeds per square meter. According to Silva and Gomes (1990) with these populations of plants it is possible have from 400 to 480 spikes /  $m^2$ .

The suggested irrigation management for the region is based on soil water tension as measured with tensiometers (Guerra, 1994). For a expected yield of about 5 000 kg/ha, water should be supplied every time the soil tension at 10 cm reaches 60 kPa. If the level of productivity is of 6 000 kg/ha this critical value should be about 40 kPa (Guerra, 1995). Generally from end of tillering to the beginning of grain filling the crop shows a higher water requirement. In this period the evapotranspiration can be of 7.5 mm/day. The irrigations should not be stopped until the grains are in the hard dough stage in order to have a completely filled grain (Guerra, *et. al.* 1994). The water use efficiency varies from 8 to 10 Kg of wheat per milimeter of applied water. Comparing two similar yields, the different amounts of water supplied are usually caused by different contributions of deeper soil layers to the surface control soil layer.

Injuries by insects in irrigated wheat are mainly caused by greenbug (*Schizaphis graminum*) and caterpillars

(*Spodoptera frugiperda* e *Pseudaletia sp.*). The economic level of damage for the control of aphids is ten insects / tiller, until boot stage and ten insects / spike until dough stage. Some natural enemies of the leaf aphids, like *Cycloneda sanguinea*, *Eriopsis connexa*, *Allograpta sp.*, and *Chrysoperla sp.*, are also found in abundance in field-grown irrigated wheat in the region, providing an efficient way for the biological control of these insects.

Diseases of common occurrence are leaf rust (*Puccinia recondita*), stem rust (*P. graminis*), spot blotch (*Bipolaris sorokiniana*) and powdery mildew (*Erysiphe graminis*). The chemical control of rusts should begin after the first pustules appear, for the spot blotch when the spots reach 10 to 15% of the leaf area, and the powdery mildew when 20% of the leaf area are infected.

## QUALITATIVE ASPECTS

The climatic conditions of the dry season in the Cerrados, particularly the low relative humidity and the scarcity of rain at harvest, provide a favorable environment for the irrigated wheat crop to express a high quality in the grains. The reduced occurrence of diseases, a uniform filling of the grains along the spike (lowering to a minimum the number of small grains), the grains without spots and with humidity lower than 13 % at harvest, and a hectoliter weight that can reach 84 kg/hl are common quality-related characteristics. The standart hectoliter weight for the industry is 78 kg/hl and the wheat with a higher value than this is considered with a high commercial value, with a higher price. Also, this region can become an area for the production of seeds free of diseases for wheat cultivars recommended for other cultivation regions of Brazil.

## EFFICIENCY OF THE PRODUCTION OF IRRIGATED WHEAT IN THE CERRADO REGION OF BRAZIL

The high potential yields observed both under experimental conditions and under commercial field-growth shows the efficiency of the irrigated wheat cultivated in this region. Yield higher than 8 000 kg/ha can be obtained under experimental conditions at CPAC (Table 3). The farmers of the region also can reach yield of about 6 000 kg/ha (Table 4). Comparing in terms of absolut values, the yields of irrigated wheat in the Cerrado region of central Brazil are lower than the yields observed in other countries. However, considering the whole crop cycle and calculating the daily yield increase (kg/ha.day), it can be seen that the efficiency of production can be very high (Table 5).

With these results, one can conclude that the Cerrado

region of the central Brazil has one of the highest potentials for the production of wheat in the world. The technical and economical viability of this crop was already proved, but without a politics of continuous support for the cultivation in this region the potential production of irrigated wheat will remain unexplored.

## REFERENCES

- ANDRADE, J.M.V. de; ALBRECHT, J.C. Competição de cultivares de trigo na região dos cerrados em 1988. REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO. 5. Goiânia: 1988, 33 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas** (1961-1990). Brasília, 1992. 84p.
- COOPERATIVA AGRÍCOLA DE COTIA. Cooperativa Central DR-DERSTV VI. **Relação de trigo irrigado** - safra 88. São Gotardo. 1988. 4p.
- GUERRA, A. F. Manejo de irrigação do trigo para obtenção de máxima produtividade na região dos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.4, p.515-521, 1995.
- GUERRA, A. F.; SILVA, E. M. da; AZEVÊDO, J. A. de. Tensão de água no solo: um critério viável para a irrigação do trigo na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.4, p.631-636, 1994.
- GUERRA, A. F.; SILVA, E. M. da; AZEVÊDO, J. A. de; ANTONINI, J. C. dos A. Determinação da época de suspensão das irrigações para a cultura de trigo. *In: Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1987-1990*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1994. p. 187-189.
- HANSON, H.; BORLAUGH, N. E.; ANDERSON, R. G. **Trigo en el tercer mundo**. México: CIMMYT, 1982, 166p.
- LEITE, J. C.; SILVA, A. R. da; ANDRADE, J. M. V. de. Experimentação de variedades e linhagens de trigo no Planalto Central em 1979. *In: EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina. Trabalhos com Trigo, Cevada e Triticale no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados em 1979*. 1980, v.1, p.1-25. Trabalhos apresentados na VI Reunião Anual da Comissão Norte Brasileira de Trigo, de 14 a 18 de janeiro de 1980. Curitiba, PR.
- NASSER, L. C. B.; RESK, D. V.; CHARCHAR, M. J. da. SOIL MANAGEMENT CROP SEQUENCE AND PLANT DISEASES IN THE CERRADO REGION OF BRASIL. *In: INTERNATIONAL WORKSHOP CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS PROCEEDINGS*. EMBRAPA-CNPTrigo/Agricultural of Canada. Passo Fundo, RS, Brasil, 190-203, 1990.
- REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 8., 1996. Planaltina. **Recomendações da Comissão Centro Brasileira de Pesquisa de Trigo para os anos de 1995-1996**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. 74p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 60).
- SILVA, A. R. da; LEITE, J. C.; MAGALHÃES, J. C. A.; NEUMAIER, N.A **Cultura do trigo irrigada nos Cerrados do Brasil Central**. Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1976. 70p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 1)
- SILVA, A. R. da A cultura do trigo nos Cerrados do Brasil Central. *In: FUNDAÇÃO CARGILL, Campinas, SP. Trigo no Brasil*. Campinas: 1982. p.590-620.
- SILVA, D. B. da; GOMES, A. C. Espaçamento e densidade de sementeira em trigo irrigado na região dos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.3, p.305-315, 1990.
- SILVA, D. B. da. Profundidade de sementeira do trigo nos Cerrados: I. Emergência de plântulas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.9, p.1311-1317, 1992.
- SILVA, D. B. ; ANDRADE, J. M. V. de; GUERRA, A. F. **Informações básicas para o cultivo de trigo irrigado na região do Brasil central**. Planaltina: (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 29)

# PATTERNS OF SOIL WATER POTENTIAL AND SEEDLING SURVIVAL IN THE CERRADOS OF CENTRAL BRAZIL

AUGUSTO C. FRANCO<sup>1</sup>, GABRIELA B. NARDOTO<sup>1</sup> and MONICA P. SOUZA<sup>1</sup>

## ABSTRACT

We studied the effect of the dry season on soil water potential (SWP) and on the survival of seedlings of three typical Cerrado woody species. Soil water potential decreased mainly in the topsoil during the dry season, while SWP at 0.6 m depth reached the permanent wilting point for many crop species (SWP = -1.5 MPa) only by the end of the drought. Although a large number of seedlings of all three species

survived their first dry season, they showed clear differences in the timing and amount of leaf fall. Seedling mortality was high in the wet period. Thus, factors other than seasonal water shortage may limit the establishment of these Cerrado woody perennials.

**Additional index words:** *Dalbergia*, *Kielmeyera*, *Qualea*, savannas, water stress.

## RESUMO

### O potencial de água no solo e a sobrevivência de plântulas nos Cerrados do Brasil-Central

Estudou-se o efeito da estação seca no potencial de água do solo (SWP) e na sobrevivência de plântulas de três espécies lenhosas típicas do Cerrado. Durante a seca, SWP decresceu principalmente nas camadas superiores do solo, enquanto SWP a 0.6 m de profundidade alcançou o ponto de murcha permanente de muitas espécies agrônômicas (SWP = -1.5 MPa) somente no final da seca. Um número considerável de

plântulas das três espécies sobreviveram a sua primeira estação seca. Entretanto, a época e intensidade da caducifolia variou entre as espécies. Como a mortalidade foi alta também na estação chuvosa, a seca sazonal não parece ser o único fator que limita o estabelecimento de plântulas destas espécies.

**Palavras chave:** *Dalbergia*, *Kielmeyera*, *Qualea*, savanas, estresse hídrico.

## INTRODUCTION

The Central plains of Brazil are occupied by a complex of seasonal savannas, known locally as "Cerrado". Like other tropical savannas, the Cerrado is characterized by an open tree layer and a continuous graminoid cover. Models to explain this type of ecosystem involve water as the limiting resource. However little is known about the seasonal patterns of soil water availability in the Cerrado and how these patterns may affect the establishment of trees and shrubs. While several studies have shown that seeds of Cerrado woody

plants germinate well under laboratory and greenhouse conditions (Arasaki & Felipe, 1990; Sasaki & Felipe, 1992; Paulilo, Felipe & Dale 1993), field studies are scarce. Oliveira & Silva (1993), working with two species of *Kielmeyera*, showed that seedlings readily germinated in the Cerrado and the resulting seedlings had high survivorship despite the intense dry season and burning, which occurred in the first year.

The objectives of this study were (1) to investigate the effect of the dry season on soil water potential under a natu-

<sup>1</sup>Universidade de Brasília, Departamento de Botânica, Caixa Postal 04631, Brasília, DF 70919-970, Brazil.

ral Cerrado vegetation and (2) to examine the effect of the dry season on the survival of three typical woody species of the Cerrados of Central Brazil.

## MATERIAL AND METHODS

This study was conducted on the experimental farm of the University of Brasilia (Fazenda Água Limpa), about 20 km south of the city of Brasilia (15° 57'S; 47° 55'W). According to the weather station of the Reserva Ecologica do IBGE (15° 57'S; 47° 57'W), the average annual rainfall is 1456 mm (1980-1993) with a distinct dry season from mid May to mid September.

The three species, *Dalbergia miscolobium* (Fabaceae), *Kielmeyera coriacea* (Guttiferae) and *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) were chosen because they are some of the most common woody plants of the Cerrados of Central Brazil. There were also several studies on their germination and initial growth (see for instance Arasaki & Felipe, 1990; Sasaki & Felipe, 1992; Paulilo, Felipe & Dale, 1993).

The study was started in 1993. A total of 44 nine-month old seedlings of *D. miscolobium* were randomly transplanted into a 15 cm-deep hole in a typical Cerrado site in the period of 9 to 16 november 1993. Eighty seeds of *D. miscolobium* were also randomly sown in the same site on 27 november 1993. The seeds were put just under the soil surface and covered with soil. This site burned accidentally on 3 October 1994. Although the aerial part of most seedlings burned, the aluminium tags that marked each individual seedling were still present after the fire. Thus, we were able to follow the fate of these seedlings after the fire. Following the onset of the rainy season, 42 two-month old seedlings of *K. coriacea* were transplanted on 12 and 13 November 1994 in a nearby Cerrado site that did not burn. Twenty-five one-month old seedlings of *Q. grandiflora* were also transplanted in the same site on 7 January 1995. Except for a 0.5 mm rain on 12 January, it did not rain from 9 to 19 January. As a result, all seedlings of *Q. grandiflora* died, whereas most of the seedlings of *K. coriacea* survived. The experiment was repeated, but this time 40 seeds of *Q. grandiflora* were sown directly in the field on 4 February 1995.

Seedling emergence (*Dalbergia* and *Qualea*), seedling survival (all three species) and the presence of leaves were followed throughout the year. A seedling was considered dead when it lost all its leaves and it did not produce any leaves during the following wet season. The time of death was considered as the first time it was spotted with no leaves.

To determine soil water availability at the depths of 0.05, 0.15, 0.3 and 0.6 m, a total of 10 soil psychrometers (Model PST-55-30SF, Wescor Inc., Logan, Utah, USA) were installed at each depth in the *Kielmeyera* and *Qualea* sites in the period of 20 May to 10 June 1995.

## RESULTS

The rains stopped in the first half of May in 1995 (Fig.1). The rains returned only in late September, when a 4.7 mm rain fell on 27 September. As a result, soil water potential (SWP) at 0.05 m depth was already below the permanent wilting point for many crop species (-1.5 MPa) in June, whereas SWP at 0.15 m reached the permanent wilting point by late July (Fig.2a). In contrast, the soil at 0.6 m depth remained wet (SWP > -0.5 MPa) during June and July (Fig.2b). Soil water potential at this depth slowly decreased and reached values below -1.5 MPa only late in September. Soil water potential at the shallower depths rapidly increased following the rains of early October. However, soil rewetting was slow at 0.3 and 0.6 m depths. Soil returned to field capacity at these depths only in the middle of November.

The patterns of seedling survival varied between field germinated seedlings and transplanted seedlings of *D. miscolobium* (Fig.3). From the 80 seeds sown, 44 germinated seedlings were found 43 days later. Of these, 61% died during the first wet period (January to May 1994). The following dry season and the fire event of early October resulted in a 65% reduction in the number of the seedlings that were present in May. Of the remaining seedlings, only one died during the second year (mid-november 1994 to mid-november 1995). The pattern was different for the transplanted seedlings (Fig.3). In the first year, 14% of the seedlings died during the wet season from December 1993 to May 1994, whereas 13 % died during the dry season. From November 1994 to May 1995, there was a further 19% reduction in the number of transplanted seedlings, whereas only one more seedling died during the period of June to November 1995. As a result, about half of the transplanted seedlings survived this two-year period.

Field germination of *Qualea grandiflora* was much lower (Fig.4). Only 9 out of the 40 seeds germinated. Two died during the wet period, whereas only one died during the following dry period.

For transplanted seedlings of *K. coriacea*, 33% died during the period of 12 November 1994 to 20 May 1995 (Fig.4). Of the remaining seedlings, 37% died during the dry period (June to September 1995). Nineteen out of the 44 transplanted seedlings were still alive on 15 November 1995.

On 16 July, when SWP at 0.15 m depth reached -1.2 MPa (Fig.2a), only 2 out of 20 seedlings of *K. coriacea* had any leaves. All seedlings remained leafless during August and September. New leaves were recorded on eight out of the 19 seedlings on 13 October, when SWP at 0.15 m depth was above -0.1 MPa. Only 2 out of the 6 surviving seedlings of *Q. grandiflora* were leafless on 7 September when SWP at 0.3 and 0.6 m depth was about -2.0 and -1.0 MPa, respectively (Fig.2b). However, leaves were present on only one seedling on 13 October, when SWP at 0.3 and 0.6 m depth reached -0.4 and -1.0 MPa, respectively. Four out of six seedlings had

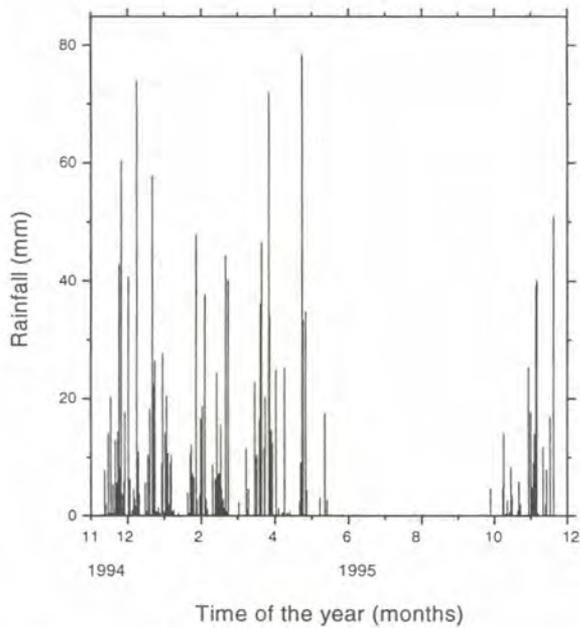


FIG. 1 - Rainfall distribution for the Reserva Ecológica do IBGE during the period of 1 November 1994 to 19 November 1995.

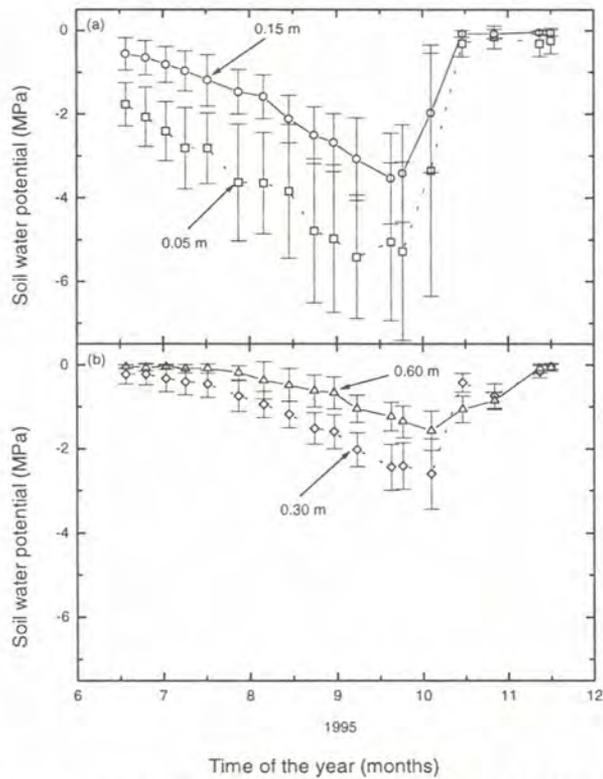


FIG. 3 - Number of surviving seedlings of *Dalbergia miscolobium* from seeds or from transplanted seedlings. Number of seeds is the number of seeds that were sown in the field on 27 November 1993. This site burned accidentally on 3 October 1994 (indicated in the Figure).

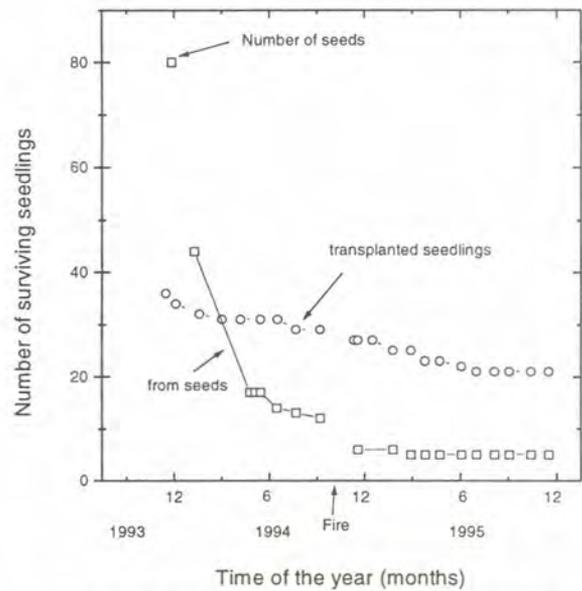


FIG. 2 - Seasonal variations in soil water potential at (a) 0.05 m and 0.15 m depth; (b) 0.30 and 0.60 m depth during the period of June to November 1995.

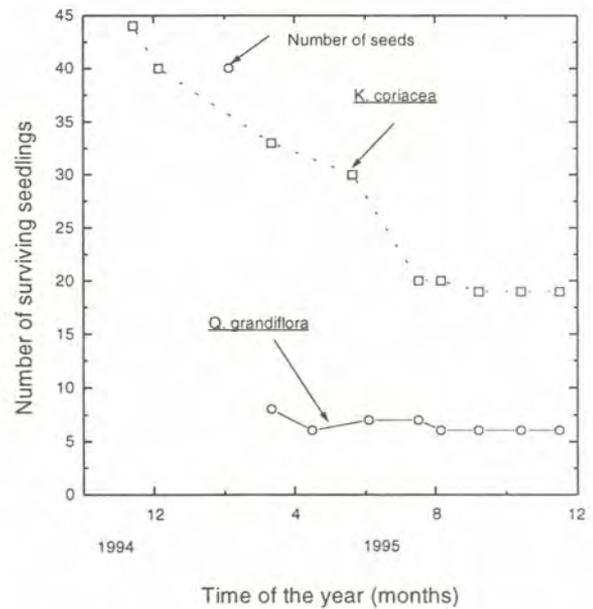


FIG. 4 - A Number of surviving seedlings of *Q. grandiflora* and *K. coriacea*. Number of seeds represents the 40 seeds of *Q. grandiflora* that were sown in the field. In the case of *K. coriacea*, two-month old seedlings were transplanted in the field.

leaves on 15 November when SWP at all soil depths was above -0.1 MPa. In the case of *D. miscolobium*, only ca. 50% of the seedlings lost all their leaves in the month of September during the drought periods of 1994 and 1995.

## DISCUSSION

Soil water potential decreased during the dry season mainly in the topsoil while deeper soil layers exhibited a much higher degree of water constancy. Soil water potential at 0.6 m depth reached the permanent wilting point only towards the end of the dry period. Although similar patterns were reported for the llanos of Venezuela (Goldstein & Sarmiento, 1986), SWP in our field site reached lower values in the dry season.

Survival of tree seedlings generated during a given rainy season depends on water availability in the topsoil. Dry spells (veranicos) in the wet season may be very dangerous for survival of young seedlings that have not yet had time to develop an extensive root system. Thus, seedling survival depends on their capability to reach moist soil layers and on build up of underground energy reserves, which allow regrowth of aerial biomass after drought and fire (Medina & Silva, 1990). All three species allocate a larger proportion of biomass to roots during the initial growth period (Arasaki & Felipe, 1990; Sasaki & Felipe, 1992; Paulilo, Felipe & Dale, 1993). However the differences in the timing and amount of leaf fall during drought suggest that there might be differences in root distribution patterns among seedlings of these species.

## CONCLUSION

In conclusion, although the first year is apparently the most critical year for seedling survival, a large number of seedlings of all three species survived the first year. Seedling mortality in the first year was similar in the wet and dry periods. Unless other factors such as lack of pollinators, seed predation or fire preclude the availability of a seed bank, we predict that the establishment of seedlings of woody perennials is continuously occurring in open Cerrado areas. Indeed, seedlings of woody species were found in the field (Laboriau *et al.* 1963) and Ferri & Goodland (1979) presented

some circumstantial evidence of woody cover increase in a Cerrado of São Paulo protected from fire for 30 years.

## ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by the International Foundation for Science, Fundação de Amparo a Pesquisa do Distrito Federal and CNPq. We would like to thank Markus Liebig for field assistance and Reserva Ecológica do IBGE for providing the rainfall data.

## REFERENCES

- ARASAKI, F. R.; FELIPPE, G.M. Crescimento inicial de *Kielmeyera coriacea*. **Ciência e Cultura**, v.42, p.715-720, 1990.
- GOLDSTEIN, G.; SARMIENTO, G. Water relations of trees and grasses and their consequences for the structure of savanna vegetation. *In*: WALKER, B., ed., **Determinants of tropical savannas**. Oxford, IUBS Monograph Series N° 3, IRL Press, 1986. p.13-38
- GOODLAND, R.; FERRI, M.G. **Ecologia do Cerrado**. São Paulo: Editora Itatiaia e Editora da Universidade de São Paulo, 1979. 193 p.
- LABORIAU, L.G.; VÁLIO, I.F.M.; LABORIAU, M.L.S.; HANDRO, W. Nota sobre a germinação de sementes de plantas de Cerrados em condições naturais. **Revista Brasileira de Biologia**, v.23, p.227-237, 1963.
- MEDINA, E.; SILVA, J. F. Savannas of northern South America: a steady-state regulated by water-fire interactions on a background of low nutrient availability. **Journal of Biogeography**, v.17, p.403-413, 1990.
- OLIVEIRA, P.E.; SILVA, J.C.S. Reproductive biology of two species of *Kielmeyera* (Guttiferae) in the Cerrados of Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.9, p.67-79, 1993.
- PAULILO, M.T.S., FELIPPE, G.M.; DALE, J.E. Crescimento inicial de *Qualea grandiflora*. **Revista Brasileira de Botânica**, v.16, p.37-46, 1993.
- SASSAKI, R.M.; FELIPPE, G.M. Remoção dos cotilédones e desenvolvimento inicial de *Dalbergia miscolobium*. **Revista Brasileira de Botânica**, v.15, p.5-16, 1992.

# DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DE SEMENTES DE LOBEIRA (*Solanum lycocarpum*) ATRAVÉS DE FORNO DE MICROONDAS

MARLENE de M. MALAVASI<sup>1</sup>, ANTÔNIO C. DAVIDE<sup>1</sup> e UBIRAJARA C. MALAVASI<sup>2</sup>

## RESUMO

A determinação do teor de água em sementes inteiras e trituradas de *Solanum lycocarpum* St Hil. (lobeira) com o uso de um forno de microondas doméstico (2450 MHz a 350 W) com tempo de exposição de oito minutos, resulta

em valores estatisticamente similares àqueles obtidos com o uso do método padrão de estufa ( $105 \pm 3^\circ \text{C}$  por 24 horas).

**Palavras-chave:** Semente, teor de água.

## ABSTRACT

### Evaluation of the humidity of "lobeira" (*Solanum lycocarpum*) seeds using the microwave oven

Seed moisture content of *Solanum lycocarpum* St. Hil., on intact as well as on splitted seeds, obtained by a eight minute exposure in a domestic (2450 MHz and 350 W), microwave oven is statistically similar to that

obtained with the standard oven method ( $105 \pm 3^\circ \text{C}$  for 24 hours).

**Additional index words:** Seed, moisture, microwave oven.

## INTRODUÇÃO

O teor de água de uma semente é um dos fatores mais importantes para a manutenção da longevidade em ambiente de armazenamento. Com o objetivo de controlar a secagem, umedecimento e monitoramento da estabilidade da umidade durante a armazenagem, é essencial o conhecimento de métodos precisos e rápidos de determinação do grau de umidade das sementes (Willan, 1985). O método de estufa a  $105 \pm 3^\circ \text{C}$  por 24 horas foi adotado oficialmente como método padrão pelas Regras de Análise de Sementes (Brasil,

1992), podendo ser utilizado para sementes de qualquer espécie. No entanto, este procedimento, além de consumir muito tempo, destrói grande quantidade de sementes. A otimização do aproveitamento das sementes de espécies florestais depende do aperfeiçoamento da tecnologia de sementes, em que a calibração de métodos indiretos e rápidos para avaliação da umidade ocupa posição importante. Dentre os vários métodos desenvolvidos que utilizam alta frequência, o de microondas tem sido um dos mais promissores (Kraszewski & Nelson, 1991). A extração da água das sementes através da radiação do forno e microondas é rápida,

<sup>1</sup> Professor, Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais, Lavras, MG, Brasil.

<sup>2</sup> Professor, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Ciências Ambientais, Itaguaí, RJ, Brasil.

reproduzível e econômica se os resultados forem similares àqueles obtidos pelo método padrão.

Os objetivos deste estudo foram:

1. Estabelecer um procedimento para a determinação da umidade das sementes de *Solanum lycocarpum*, utilizando forno de microondas.

2. Comparar os resultados com aqueles obtidos pelo método padrão de estufa, com referência à precisão e à economia de tempo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de *Solanum lycocarpum*, espécie frutífera nativa da região do cerrado, colhidas em setembro de 1995 nas localidades de Lavras (MG), e Curvelo (MG) foram utilizadas neste estudo. As sementes foram beneficiadas logo após serem colhidas e os lotes divididos em duas partes iguais: uma colocada em câmara de umidescimento para obtenção de lotes com umidade elevada (Lavras 2 e Curvelo 2), e outra com a umidade natural obtida após a extração manual da polpa (Lavras 1 e Curvelo 1).

A umidade dos lotes foi determinada pelo método de estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  por 24 horas (base úmida), utilizando-se quatro repetições de aproximadamente dois gramas de se-

mentes, tanto inteiras como trituradas. A determinação do teor de água das sementes, utilizando o microondas doméstico marca Consul, modelo 400 - MU 40S (2450 MHz), foi calculada pela perda de água (em relação ao peso fresco inicial das sementes) expostas aos seguintes intervalos de tempo: 2, 4, 8, 12 e 16 minutos, com potência cinco (350 W). As repetições foram acondicionadas em recipientes de papel (3,5 cm de profundidade e 5,7 cm de diâmetro) e colocadas simultaneamente no forno de microondas.

A análise estatística foi executada através do programa STATIGRAPHICS nas diferentes amostras dentro de cada lote, utilizando a sub-rotina LSD. A definição do tempo ideal de exposição das sementes à radiação do microondas foi feita baseada na similaridade com os resultados obtidos pelo método de estufa.

## RESULTADOS E CONCLUSÕES

Preliminarmente, foram testadas diversas potências do microondas, da máxima 10 (700W), até a 5 (350W) com intervalos de tempo variando de 2 a 16 minutos, com a finalidade de auferir resultados confiáveis e replicáveis. Nas determinações feitas com potências acima de 350 W (i.e. cinco), as sementes apresentaram sinais de combustão.

**TABELA 1 - Teor de umidade (% - base úmida) de sementes inteiras e trituradas de *Solanum Lycocarpum* determinado em estufa e forno de microondas.**

LOTE	CONDIÇÃO DAS SEMENTES	ESTUFA (105° C, 24 horas)	MICROONDAS (2450 Mhz, 350 W)				
			TEMPO DE EXPOSIÇÃO (minutos)				
			2	4	8	12	16
LAVRAS 1	INTEIRA	15,30 <sup>1</sup> (0,64) <sup>2</sup>	8,37 (0,88)	11,65 (1,38)	15,34** (1,72)	17,18 (1,41)	19,37 (1,25)
	TRITURADA	15,70 (0,14)	12,53 (0,55)	15,04 (0,40)	16,59* (0,81)	17,25 (0,96)	17,65 (0,86)
LAVRAS 2	INTEIRA	31,60 (0,51)	—	—	—	—	—
	TRITURADA	30,15 (0,28)	20,82 (1,33)	27,51 (0,96)	30,90* (0,47)	31,67 (0,38)	32,24 (0,58)
CURVELO 1	INTEIRA	9,40 (0,05)	5,42 (1,38)	7,23 (0,73)	9,57* (1,05)	11,17 (1,27)	11,52 (0,95)
	TRITURADA	9,39 (0,05)	9,75* (1,01)	11,14 (0,85)	12,21 (0,38)	12,86 (0,46)	12,95 (0,52)
CURVELO 2	INTEIRA	28,14 (0,63)	17,59 (4,34)	25,57 (3,01)	28,41** (1,92)	29,23* (1,96)	29,84* (1,84)
	TRITURADA	27,6 (0,45)	19,99 (1,55)	23,88 (1,56)	26,78* (1,52)	27,79** (1,24)	28,32 (1,26)

1. Média de 4 observações;

2. Desvio padrão associado à média;

3. Médias seguidas de (\*) ou (\*\*) são estatisticamente iguais àquela determinada pelo método da estufa com  $P < 0,05$  ou  $P < 0,01$ , respectivamente.

A determinação do teor de umidade de sementes inteiras do lote Lavras 2, com alto teor de umidade, foi inviabilizada devido ao fato de que as mesmas se fragmentaram e entraram em combustão (Tabela 1). Os dados sugerem que sementes de lobeira (*Solanum lycocarpum*) com alto teor de umidade sejam trituradas antes da determinação da umidade em forno de microondas.

O tempo de exposição de oito minutos a 350 W foi eficiente para a retirada de umidade, tanto em sementes inteiras como em sementes trituradas, comparando com os resultados do método padrão de estufa, com exceção das sementes mais secas e trituradas (Curvelo 1), em que o tempo de exposição de dois minutos foi suficiente para a determinação do teor de água. A rapidez e precisão na determinação da umidade em sementes utilizando microondas já foram observadas em diversas espécies agrícolas, tais como soja (Sharma e Hanna, 1989, Verma e Noomhorm, 1983), trigo (Verma e Noomhorm, 1983) e arroz (Noomhorm e Verma, 1982) bem como em sementes de espécies florestais, como *Schizolobium parahyba* (Vell) Blacke (Malavasi e Malavasi, 1995).

Portanto, é possível fazer a determinação do teor de água em sementes de *Solanum lycocarpum*, utilizando amostras de dois gramas expostas por oito minutos à potência de 350 W de um forno doméstico de microondas.

## LITERATURA CITADA

- MARA. **Regras para Análise de Sementes** - Brasília: Departamento Nacional de Defesa Vegetal. DF, 1992. 365 p.
- KRASZEWSKI, A.W.; NELSON, S.O. Density-independent moisture determination in wheat by microwave measurement. **Transactions of the ASAE**, v.34, n.4, p.1776 - 1783, 1991.
- MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M. Determination of moisture content of hard coated seeds of *Schizolobium parahyba* (Vell) Blacke by micro oven. *In*: IUFRO Working Group PG 2.04.00. International Symposium., Innovations in Tropical Tree Seed Technology, Arusha, 1995. **Anais**. Tanzânia: (no prelo).
- NOOMHORM, A.; VERMA L.R. A comparison of microwave, air oven and moisture meters with the standard method for rough rice moisture determination. **Transactions of the ASAE**, v.25, n.5, p. 1464 - 1470. 1982.
- SHARMA, N.; HANNA., M.A. A microwave oven procedure for soybean moisture content determination. **Cereal Chemistry**, v. 66, n.6, p. 483-485, 1989.
- VERMA, L. R.; NOOMHORM., A. Moisture determination by microwave drying. **Transactions of the ASAE**, v.26, n.3, p. 935 - 939, 1983.
- WILLAN, R. L. **A guide to forest tree seed handling**. Roma: FAO, 1985. 379p (Forestry Paper 20/2 ).

# FRUIT, SEED PRODUCTION AND SIZE STRUCTURE IN SOME EVERGREEN TREE SPECIES OF THE VENEZUELAN SAVANNAS

CARLOS GARCÍA-NÚÑEZ<sup>1</sup>, AURA AZÓCAR<sup>1</sup> and JUAN F. SILVA<sup>1</sup>

## ABSTRACT

A study of the fruit and seed production was undertaken for three woody savanna species: *Byrsonima crassifolia*, *Palicourea rigida* and *Bowdichia virgilioides*. Mean fruit production per tree was greater in *B. crassifolia* with low incidence of predispersal predation, followed by *B. virgilioides* with a high proportion of predated seeds and finally, *P. rigida* with comparatively low incidence of seed predation. Our

results indicate that the studied species produce a great quantity of viable propagules and that although annual seedling recruitment is low, sexual reproduction may play an important role in the establishment of their populations. Resprouting after fire is playing a major role in plant growth and survival.

**Additional index words:** Savanna trees, reproductive strategies, fruit production, fire, Venezuela.

## INTRODUCTION

The Neotropical savannas constitute a distinctive vegetation characterized by the coexistence of two contrasting life forms: grasses and trees. (Sarmiento, 1983).

Two types of woody elements in savannas are represented by the evergreen sclerophyllous trees which grow isolated and whose increasing density gives the character of closed savanna or woodland, and the deciduous trees that generally grow forming groups or islands of dry forests (Sarmiento 1990).

Although there exists an extensive literature on several aspects of the structure and the functioning of tropical savannas around the world (Frost *et al.*, 1986) and particularly in Venezuela (Acevedo & Silva, 1986), little is known regarding the dynamics of regeneration and sexual reproduction of the evergreen woody species.

This paper reports the results of fruit and seed production and its relations to tree size, as part of a broader study on the population biology of evergreen tree species of the Venezuelan savannas.

## MATERIAL AND METHODS

### Study Site

The study area is a typical seasonal savanna located on

the Andean piedmont hills of Barinas State (8° 38' N - 70° 12' W). The mean annual temperature is 27° C, the mean annual rainfall 1,500 mm., markedly seasonal. Climatically, this area belongs to the Llanos Region of Venezuela (Monasterio, 1970).

The great part of these savannas are characterized by the abundance of woody elements, the very extensive human use and the occurrence of fires almost every year (Silva & Sarmiento, 1976).

### Species selection

Three species of evergreen trees with similarities in their general ecology and different morphological characteristics in relation to their fruits and hence their dispersal syndromes, were selected. These species are: *Byrsonima crassifolia* (L.) HBK (Malpighiaceae), *Palicourea rigida* HBK (Rubiaceae) and *Bowdichia virgilioides* HBK (Leguminosae). The processes of renewal of their foliage and blooming occur during the dry season. *B. crassifolia* is a small tree, usually 4-6 m in height, with drupaceous fruits, that presents a yellow color when ripe, 5-8 mm diameter. *P. rigida* is a small tree (up to 3 m in height), with small black globular fruits 5 mm long. *B. virgilioides* is a small tree, 4-8 m in height, with a legume fruit, 4-7.5 cm long, 10-15 mm wide, flat, orange, and light.

<sup>1</sup> Universidad de Los Andes, Centro de Investigaciones Ecológicas de los Andes Tropicales, Facultad de Ciencias, Mérida 5101, Venezuela.

### Vegetation sampling

Vegetation census in 1 ha plot was undertaken to determine the density, phenological characteristics and plant stage (seedlings, sprouts, adults) of each species studied. All sampling was carried out during the dry season of 1993, 1994 and 1995. Four 2500 m<sup>2</sup> plots, subdivided in 8 sectors of 12,5 x 12,5 m were sampled in the study area. The total height, stem diameter at the base and at the first ramification were registered for each species.

### Fruit and seed production

To estimate fruit and seed production, individuals of all size range were sampled. All fruits were counted in 10 and 30 individuals of *B. virgilioides* and *P. rigida* respectively. For 30 individuals of *B. crassifolia*, all the green fruits were counted in small and medium size stems (< 12.7 cm basal stem diameter), while in the big ones (> 12.7 cm basal stem diameter) partial countings of green fruits were made by random sampling of branches, after a previous counting of the number of first, second and third order branches. A sample of fruits of each species was randomly collected from up to ten of the tagged trees and the enclosed seeds were classified as intact, aborted (empty/shrivelled) or predated (visible exit hole in seed coat). Seed production in each survey year was calculated from the estimated number of fruits per tree multiplied by the mean number of intact seeds per fruit. Besides, for a minimum of 10 individuals per species, it was determined the number of flowers per inflorescence and fruits per infructescence by countings in a maximum of 100 inflorescence and 100 infructescence per species respectively.

## RESULTS

### Density and size distribution

The census results (Table 1) indicate a high density of stems (*B. crassifolia*, 187 ind/ha; *B. virgilioides*, 101 ind/ha; *P. rigida*, 358 ind/ha). Also there is a relative low density of seedlings (mean 17% for the three species), and a high proportion (mean 22% for the three species) of sprouts in the lower size range.

TABLE 1 - Density and plant stage of the studied species in 1 ha plot.

Species	<i>B. crassifolia</i>	<i>B. virgilioides</i>	<i>P. rigida</i>
No. ind/ha	187	101	358
% seedlings	13	18	21
% sprouts	36	18	13
% adults	51	64	65

The frequency distributions of stem diameter shows that the majority of the individuals belong to smaller size classes (mean 53 % for the three species between 0-3.18 cm basal stem diameter) (Figure 1).

### Fruit and seed production

Blooming starts when plants reach 100 cm height and 3.18 cm basal stem diameter for both *B. crassifolia* and *P. rigida*. There is a tendency of continuous increases of the reproductive activity along with height (Figure 2).

TABLE 2 - Estimated values of the fruit and seed production of the studied species.

Species	<i>B. crassifolia</i>	<i>B. virgilioides</i>	<i>P. rigida</i>
Flowers/inflor.	33.97±3.82	94.80*	249.41±22.32
Fruits/infruit.	22.17±1.54	7.99*	90.36±13.35
% Aborts			
flowers-fruits	34,74	91.57*	63,86
Fruits/ind.	29790±4426	2404,26	1823.63±249.41
Seeds/fruit	2.87±0.03	1.58*	2
Seeds/ind.	85497,3	3798,73	3647,26
% Viable seeds	66.67±6.64	48.89±11.47	81.23±2.73
Viable seeds/ind	57001	1857	2677
% Predated seeds	10.09±2.16	61.36±4.45	18.05±4.24
Viable seeds produced/ha	2.91x10 <sup>6</sup>	1.19x10 <sup>5</sup>	1.74x10 <sup>5</sup>

\* Data from Ramírez (1993)

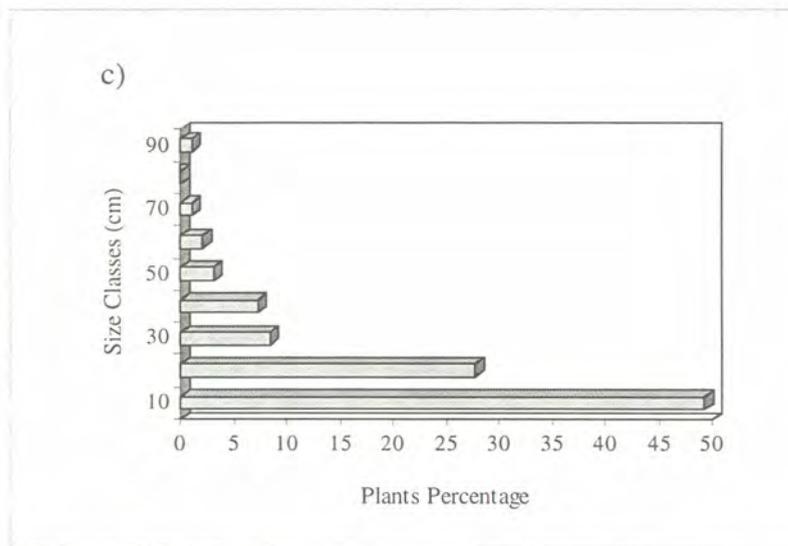
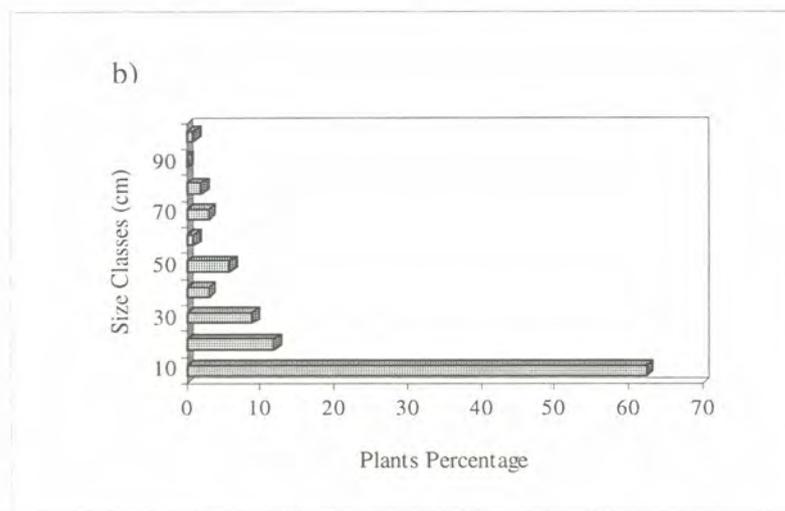
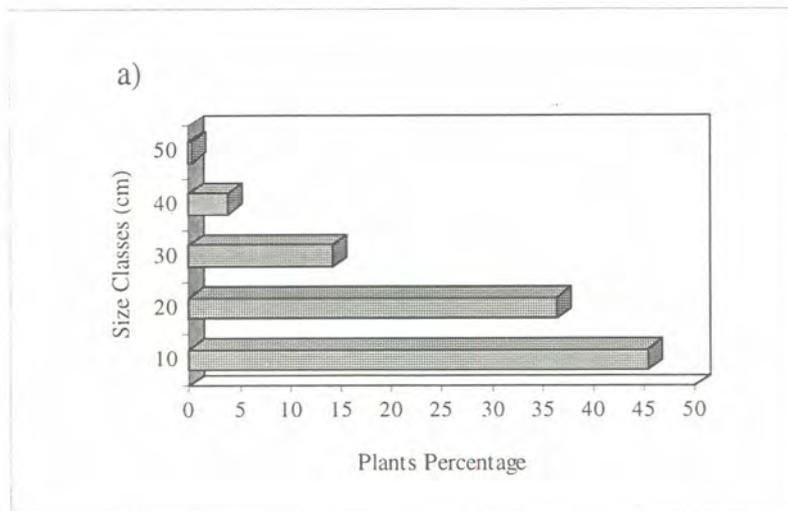


FIG. 1 - Frequency distribution of the basal circumference for a) *P. rigida*, b) *B. virgilioides* and, c) *B. crassifolia*. Data from 1 ha plot in the studied area.

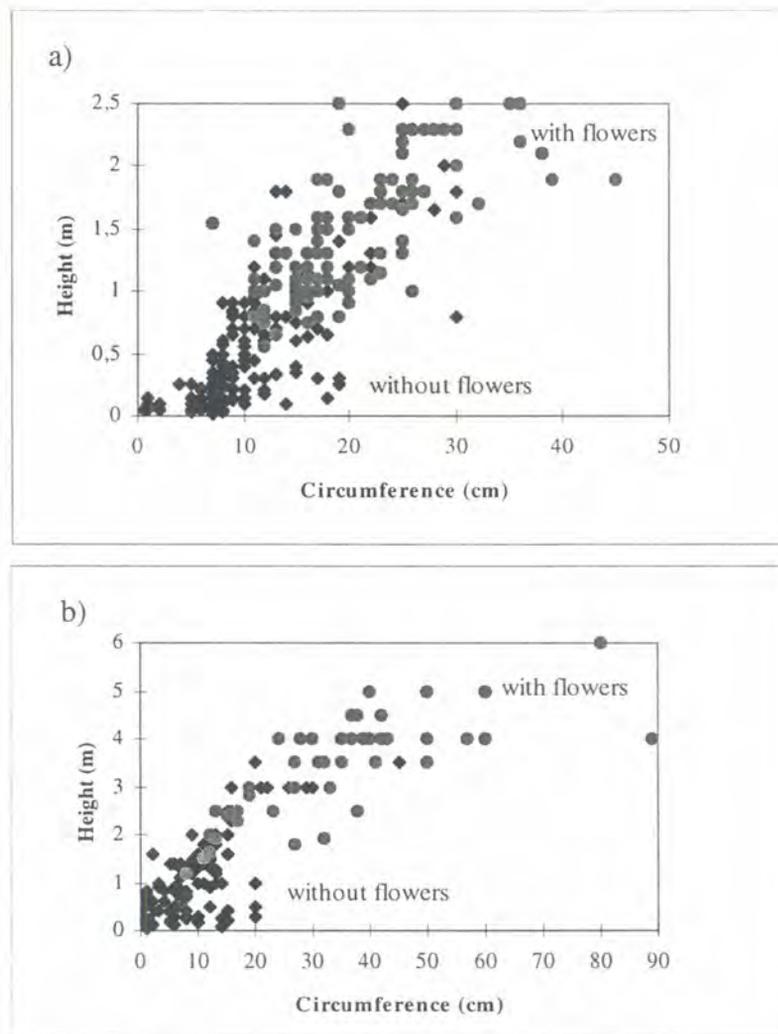


FIG. 2 - Relation between height (m) and basal circumference (cm) for a) *Palicourea rigida* and b) *Byrsonima crassifolia*. Data from 1 ha plot in the studied area.

Although the mean fruit production was highly variable with respect to the stem height and basal diameter, there is a trend of fecundity to increase with tree height (Figure 3).

Mean fruit production per tree was greater in *B. crassifolia* ( $29790 \pm 4426$  fruits/ind.), with low incidence of predispersal predation ( $10,09 \pm 2,16\%$ ). *B. virgiliodes* (2404 fruits/ind.) with high proportion of predated seeds ( $61,36 \pm 4,45\%$ ), and finally, *P. rigida* (1824 fruits/ind.) with comparatively low incidence of seed predation ( $18,05 \pm 4,24$ ) (Table 2).

## DISCUSSION

The density of *B. crassifolia* and *B. virgiliodes* in our study area is high. It is even higher than the densities reported by San José & Fariñas (1991) for the Calabozo Station after 25 years of fire and grazing exclusion. These differences in

the evergreen woody density seems related to the plant available moisture period (PAM) (Medina & Silva 1980). Average annual rainfall and PAM length in Barinas are 1400 mm, 239 days, and in Calabozo 1239 mm and 222 days (Bailey, 1979, cited in Medina & Silva, 1990).

The population structure of each species was characterized by an inverted "J" size distribution, which indicates that they could be young populations in expansion. However, the majority of the individuals in the smaller classes are sprouts of trees that had been partially destroyed by fire. The results of the trees census suggest that the annual recruitment of new individuals in the populations is low and that resprouting is very important in the dynamics of these populations. Ataroff (1975) reported similar results for both *B. crassifolia* and *C. americana*, with even a higher proportion of sprouts and a relative small density of seedlings.

Changes in trees density in the Calabozo Station (San

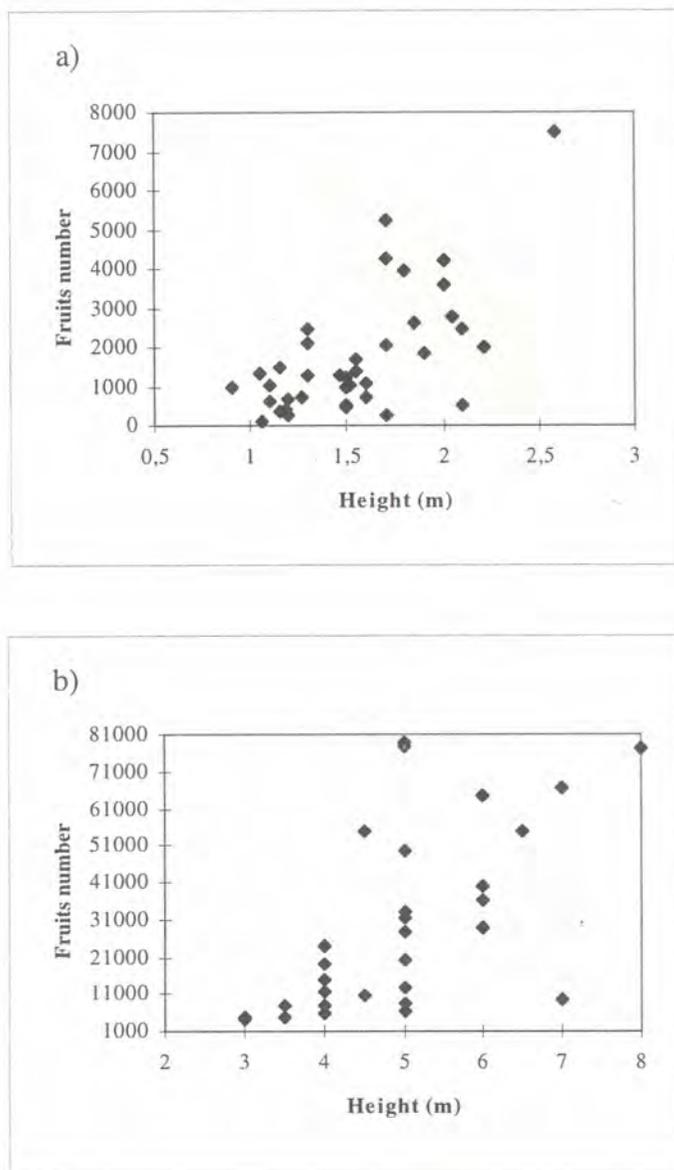


FIG. 3 - Relation between height (m) and fruits number for, a) *Palicourea rigida* (N=38 trees) and b) *Byrsonima crassifolia* (N=30 trees).

José & Fariñas, 1991) suggest that under fire and grazing exclusion, recruitment of evergreen trees is favored. In our study area, under the present regime of management and fire, with fire frequencies of 0.5 to 1 and with little variation in precipitation regime, we expect the woody populations to be in a steady state.

The evergreen savanna trees suffer a high mortality by fire in their first stages, but when they reach a threshold height and development, survival rates increase.

Estimations of the age-size relation in *B. crassifolia* (Ataroff 1975) show that the critical age is approximately between 10 and 35 years and this also coincide with the appreciations made by Menaut (1990) on the woody species

in Lamto savannas. These appreciations about critical height and age are clearly related to the reproductive activity. In our study, the critical height of blooming for both *B. crassifolia* and *P. rigida* is about 100 cm height, what coincides with the fire height in savannas regularly burned.

Our results suggest that at least in *B. crassifolia* there are no limitations in seed formation, provided that more than a half of the flowers are fecundated (65%) and there is a low incidence of predispersal predation (10%). For both *P. rigida* and *B. virgilioides* there could be a major limitation for sexual reproduction once less than a half of flowers are fecundated (36% and 8% respectively) and with a high proportion of predated seeds.

## REFERENCES

- ACEVEDO, MF.; SILVA, JF. **Información ambiental y ecológica sobre los Llanos del Orinoco**. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables (MARNR), Proyecto Orinoco-Apure., Caracas, Venezuela. Sección I, 82 p. Sección II, 176 p. 1986.
- ATAROFF **Estudios ecológicos poblacionales en dos especies de árboles de las sabanas de los llanos.**, Facultad de Ciencias, 1975. 51 p. Tesis de Grado
- FROST, P.; MEDINA, E.; MENAUT, J.C.; SOLBRIG, O.T.; SWIFT, M.; WALKER, B. Responses of savannas to stress and disturbance. **Biology International**, Special Issue, v.10, p.1-82, 1986.
- MEDINA, E.; SILVA, J. The savannas of northern South America: a steady state regulated by water-fire interactions on a background of low nutrients availability. **Journal of Biogeography**, v.17, p.403-413, 1990.
- MENAUT, J.C.; GIGNOUX, J.; PRADO, C.; CLOBERT, J. Tree community dynamics in a humid savanna of the Côte-d'Ivoire: modelling the effects of fire and competition with grass and neighbours. **Journal of Biogeography**, v.17, p.471-481, 1990.
- MONASTERIO, M. Ecología de las sabanas de América Tropical. II. Caracterización ecológica del clima de los Llanos de Calabozo, Venezuela. **Revista Geográfica**, v.9, p.9-83, 1970.
- RAMÍREZ, N. Producción y costo de frutos y semillas entre formas de vida. **Biotropica**, v.25, n.1, p.46-60, 1993.
- SAN JOSÉ, J.J.; FARÍÑAS, M. Temporal changes in the structure of a Trachypogon savanna protected for 25 years. **Acta Oecologica**, v.12, n.2, p.237-247, 1991.
- SARMIENTO, G. Life forms and phenology. In: BOURLIÈRE, F., ed., **Tropical Savannas**. Amsterdam: Elsevier, 1983. p.79-108.
- SARMIENTO, G. Ecología comparada de ecosistemas de sabanas en América del Sur. In: SARMIENTO, G., ed., **Las Sabanas Americanas**, aspectos de su biogeografía, ecología y utilización. Fondo Editorial. Acta Científica Venezolana, 1990. p.15-56.
- SILVA, J.F.; SARMIENTO, G. La composición de las sabanas en Barinas en relación con las unidades edáficas. **Acta Científica Venezolana**, v.27, p.68-78, 1976.
-

# POTENCIAL PARA PRODUÇÃO DE QUINOA (*Chenopodium Quinoa*) NOS CERRADOS

CARLOS R. SPEHAR<sup>1</sup> e ROBERTO L.B. SANTOS<sup>1</sup>

## RESUMO

Alternativas de cultivos graníferos nos Cerrados (Savanas Brasileiras) são necessárias para se atingir a sustentabilidade dos sistemas de produção. Entre as espécies potenciais encontra-se a quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Esta planta originária dos Andes, quase desconhecida na agricultura mundial, era utilizada pelos Incas antes da descoberta da América. Uma das virtudes da espécie está no alto valor biológico da proteína, a qual é comparável à caseína do leite. A seleção e a avaliação de germoplasma foram conduzidas a partir de populações segregantes para ciclo tardio, originárias de híbridos entre variedades bolívia-nas, chilenas e peruanas, em Planaltina, DF (15° 45' LS). Avaliaram-se dias para o início da floração, maturação, altura de plantas, comprimento, diâmetro e tipo de inflorescência, cor da planta jovem e madura, e produção, tamanho, qualidade e saponina de grãos. Os resultados indi-

cam que as linhagens foram influenciadas mais pela temperatura do que pelo fotoperíodo, nas sementeiras de verão, outono (sucessão) e inverno. O ciclo total variou entre 85 a 130 dias e não se observaram diferenças no período entre a emergência e o início do florescimento. A produtividade de grãos da melhor linhagem foi de 1,8, 2,2, 1,2 e 3,1 t/ha para as sementeiras de verão, outono com irrigação suplementar, outono não irrigado e inverno, respectivamente. Esses resultados indicam que a quinoa pode vir a participar efetivamente dos sistemas de produção dos cerrados, com a continuação do melhoramento. O progresso depende da hibridação entre genótipos de base genética ampla para produtividade, baixo teor de saponina e características agrônomicas desejáveis.

**Palavras-chave:** Fotoperíodo, temperatura, produção de grãos, saponina, melhoramento.

## ABSTRACT

### Potential for cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) in the "Cerrados" (Brazilian savannas)

Alternative grain crops to Cerrado (Brazilian Savannah) cultivation are necessary to achieve sustainability in the production systems. Among the potential grains is the quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). This Andean crop, although new in the world's agriculture, was known long before the conquest of America. Its main virtue is the high biological value of the grain protein, comparable to milk casein. Germplasm selection and evaluation were carried out with breeding lines, from lateness segregating populations of hybrids among Bolivian, Chilean and Peruvian varieties, in Planaltina, DF, Brazil (15°45' SL). They were characterized for days to first flower, days to maturity, plant height, inflorescence type and size, young and mature plant colour, and grain yield, size, quality and saponin content. The results indicate that these lines are less influenced by photoperiod than by temperature in their plant cycle, as measured by

sowing in Summer, Autumn and Winter (dry season). The total cycle varied between 85 and 130 days. Number of days from flowering to maturity were consistently different among the genotypes for all sowing dates, although no significant difference was found for number of days to flower differentiation. Grain yield for the best performer were 1.8, 2.2, 1.2, and 3.2 t/ha for Summer, Autumn moisture-supplemented, Autumn non-irrigated and Winter experiment, respectively. These results indicate that quinoa may effectively participate in the production systems of the cerrados and are encouraging to carry on further selection in a broad base population; new achievements in breeding relies on germplasm addition to increase variability for grain yield, low/free-saponin and other agronomic characteristics.

**Additional index words:** Day-length temperature, grain yield, saponin, breeding.

<sup>1</sup> EMBRAPA-CPAC, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brazil.

## INTRODUCTION

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an Andean crop, was cultivated long before the conquest of America. With the decline of the Inca empire, the native peoples of that part of the world diminished its cultivation. This coincided with a decline in food quality, as a consequence of replaced by barley introduced during the Spanish colonization. The main virtue of this crop is the high biological value of its protein, whose essential amino-acid composition make it similar to milk casein (White *et al.*, 1955). Experimental results with humans on food-derived quinoa and feed for poultry and swine productions illustrate how effective it is in supplying high quality protein (Cardozo & Bateman, 1961; Negron *et al.*, 1976). It contains, however, variable amounts of saponin associated with the fruit, and this is undesirable, anti-nutrient character (Gee, 1993). This is a water soluble compound that may be eliminated by washing and cooking and believed to be selected for by the native population as a natural plant protector against birds and insects (Risi, 1986). It is genetically inherited and allows the acquisition of saponin-free varieties (Gandarillas, 1976).

Quinoa is sensitive to day length and is classified as a short day plant, although it originated at a latitude of around 14° S. Moreover, it is also highly sensitive to temperature and the plant cycle is a consequence of conjugation of these two factors; varietal response has been detected for flowering and maturity under different temperature and day length regimes (Simmonds, 1965). The plant accumulates calcium oxalate in the leaves and this has been referred in the literature as conferring drought tolerance (Antezana & Gandarillas, 1982). There are no data of quinoa performance in Brazil, except the experiments conducted in the *savannas* (cerrados) of the Central Plateaux (Spehar & Souza, 1993).

The grain crop alternatives for production systems in the Cerrados (Brazilian *Savannas*) are scarce. Quinoa germplasm introduction and evaluation have been conducted aiming at high grain yield, low/free-saponin and other suitable agronomic characters for crop adaptation to modern production systems.

## MATERIAL AND METHODS

Breeding lines, obtained from lateness segregating population originated from hybridizations among Bolivian, Chilean and Peruvian varieties, were tested in Planaltina, DF, Brazil. The original populations were grown in Cambridge, England, in 1987. The present lines are a result of further selection on available germplasm (Spehar & Souza, 1993). Selection was carried out during five growing cycles within line, using pedigree method. Variability among lines of the same cycle was still present and indicated that there was a degree of outcross, in accordance to what was obtained elsewhere (Rea, 1969). The lines were characterized for days

to first flower, days to maturity, plant height, inflorescence type and size, young and mature plant colour, grain production, size, quality and saponin content. These data were statistically analyzed per individual observation. Correlation coefficients have been calculated to assess the relationship among characters.

## RESULTS AND DISCUSSION

The Cerrado selected quinoa lines are highly influenced by day length and temperature in their plant cycle. The latter seemed to affect more plant response to maturity, as measured by sowing in different dates: i.e., Summer, Autumn and Winter (dry season). The total cycle varied between 85 and 130 days, and was considerably less than what has been observed in the Andes and Mexico (Risi, 1986; Taváres *et al.*, 1995). Number of days from flowering to maturity were consistently different among the geno-types for all sowing dates. Contrary to what has been found in the temperate zone, no significant difference among the lines was found for number of days to flower differentiation (Taváres *et al.*, 1995). Plants for the dry season experiment had a longer plant cycle than Summer and Autumn sowing, when the days are longer and temperatures are higher than in Winter, indicating predominant effect of temperature. These are partly confirmed by results obtained in the Andean Region and Mexico where plants, although have grown smaller, had a prolonged cycle (Espíndola & Gandarillas, 1986; Taváres *et al.*, 1995). The main condition in those environments may have been the lower average temperature than in the Cerrados Central Plateaux. The total plant cycle was positively associated with grain yield, plant height and inflorescence size. No association was found between grain yield and inflorescence type (variable between glomerulate and amaranthiform, which can be either open or closed).

Grain yield for the best performing line was 1.8, 2.2, 1.2, and 3.2 t/ha for Summer, Autumn moisture-supplemented, Autumn non-irrigated and Winter experiments respectively. These confirmed previously obtained results for the Brazilian *Savannas* and are superior to the crop performance in the Andean Altiplanos (Perez *et al.*, 1980). High yields have been obtained in other environments with different varieties (Gandarillas, 1976). The present results evidence the prospects for growing quinoa in rotation/double-cropping systems of the *savannas*. The limiting factor in this germplasm is the saponin content, which varied from medium to high. Screening germplasm for low/saponin-free, followed by broad-base hybridizations for high yielding shall be employed in the breeding programme to further adapt the crop. The high prices in the international market turn its growth feasible, at a first instance, to compensate for the additional cost to remove saponin. The Summer cultivation needs further studies to overcome limitations of

low yields and the possible low quality of grains due to intense rain fall and relatively high temperatures at the end of plant cycle.

## CONCLUSIONS

1. Quinoa may effectively participate in the production systems of the cerrados for high quality food production.
2. Grain yields, although preliminary, are encouraging to carry on further selection in a broad base hybrid population.
3. The continuation of the breeding programme relies on new germplasm addition to increase variability for high yield, low/saponin-free and suitable agronomic characteristics.

## REFERENCES

- ANTEZANA, A.G.; GANDARILLAS, H. Estructura anatómica de los organos de la planta de quínoa *In*: GANDARILLAS, H. [Ed.] Estructura anatómica de los organos de la planta de quínoa/Estúdio de caracteres correlacionados y sus efectos sobre el rendimiento en quínoa/Hibridaciones entre especies de la subsección cellulata del genero *Chenopodium*. Ministério de Asuntos Campesinos y Agropecuários/Instituto Boliviano de Tecnologia Agropecuária/Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. p.3-18. 1986.
- CARDOZO, A.; BATEMAN, J.V. La quínoa en la alimentación animal. *Turrialba*, v.11, p.72-77, 1961.
- ESPÍNDOLA, G.; GANDARILLAS, H. Estúdio de caracteres correlacionados y sus efectos sobre el rendimiento en quínoa. *In*: GANDARILLAS, H. [Ed.] Estructura anatómica de los organos de la planta de quínoa/Estúdio de caracteres correlacionados y sus efectos sobre el rendimiento en quínoa/Hibridaciones entre especies de la subsección cellulata del genero *Chenopodium*. Ministério de Asuntos Campesinos y Agropecuários/Instituto Boliviano de Tecnologia Agropecuária/Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. p.19-22. 1986.
- GANDARILLAS, H. Genética y origen de la quínoa (*Chenopodium quinoa*). *Bol. Genét. Inst. Fitotec.*, v.9, p.3-14, 1976.
- GEE, J.M.; PRICE, K.R.; RIDOUT, C.L.; WORTLEY, G.M.; HURRELL, R.F.; JOHNSON, I.T. Saponins of quinoa (*Chenopodium quinoa*): Effects of processing on their abundance in quinoa products and their biological effects on intestinal mucosal tissue. *J. of the Science of Food And Agriculture*, v.63, n.2, p.201-209. 1993.
- NEGRON, A.A.; ALVARES, G.E.; CALMET, U.E. La quínoa y la cañihua en raciones de pollos parrilleros en Puno, Perú. *In*: CONVENCIÓN INTERNACIONAL DE QUENOPODIÁCEAS, 2. *Actas. Potosí*: Universidade Boliviana "Tomas Frías", 1976. p.170-176.
- PEREZ, G.C.; LAMENCA, M.B.; BARBOSA, J.B. Epocas de siembra y deshierbo para el cultivo de la quínoa en condiciones del Altiplano de Puno, Perú. *Turrialba*, v.30, p.220-223, 1980.
- REA, J. Biología floral de la quínoa (*Chenopodium quinoa*). *Turrialba*, v.19, p. 91-96, 1969.
- RISI, J.J.M.C. **Adaptation of the Andean grain crop quinoa for cultivation in Britain**. Cambridge: University of Cambridge, 1986. 338p. Ph.D. Thesis.
- SIMMONDS, N.W. The grain chenopodes of tropical American highlands. *Economic Botany*, v.19, p.223-235, 1965.
- SPEHAR, C.R.; SOUZA, P.I.M. Adaptação da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) ao cultivo nos cerrados do Planalto Central: Resultados preliminares. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.28, n.5, p.635-639, 1993.
- TAVÁRES, O.B.; MARTÍNEZ, G. D.M.; ONTIVEROS, J.L.R.; OROZCO, A.M. Evaluación forrajera de 18 variedades de quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Montecillo, México. *Rev. Fac. Agron.(LUZ)*, v.12, p.71-79, 1995.
- WHITE, P.L.; ALVISTUR, J.E.; DIAS, C.; VIÑAS, E.; WHITE, H.S.; COLLAZOS, C. Nutrient contents and protein quality of quinoa and cañihua, edible seed products of the Andes mountains. *J. Agric. Food Chem.* v.3, p.531-534, 1955.

# AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE GIRASSOL (*Helianthus annuus*) NOS CERRADOS DO DISTRITO FEDERAL

AUSTECLÍNIO L. DE FARIAS NETO<sup>1</sup>, RENATO F. AMÁBILE<sup>1</sup>, E CARLOS E. L. DA FONSECA<sup>1</sup>  
e JUSCELINO A. de AZEVEDO<sup>1</sup>

## RESUMO

Com os objetivos de avaliar e selecionar genótipos de girassol para os Cerrados do Distrito Federal, bem como identificar fatores que limitem o desenvolvimento da cultura na Região, foram instalados dois experimentos no campo experimental do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC-EMBRAPA). Em cada um deles foram avaliados 17 genótipos de girassol oriundos de diversas instituições de pesquisa.

Os ensaios obedeceram a um delineamento de blocos ao acaso com 4 repetições e foram instalados em 15 de fevereiro e 12 junho de 1995, sendo este último conduzido sob regime de irrigação.

Os resultados obtidos mostraram um bom comportamento dos genótipos testados, indicando ser o girassol uma boa opção de cultivo para a Região.

**Palavras-chave:** Seleção, adaptação, oleaginosa.

## ABSTRACT

### Evaluation of sunflower (*Helianthus annuus*) genotypes in the "Cerrados" of the District Federal

To evaluate and select sunflower genotypes and to identify limiting factors to the development of the crop on the Savannas of the District Federal, seventeen sunflower genotypes were evaluated at Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (EMBRAPA-CPAC).

One experiment was planted in February 15, 1995, and another under irrigated conditions, was planted in June 12,

1995. The experimental design was a randomized complete block with four replications.

In both experiments the genotypes showed a good development, indicating that sunflower is an alternative crop to the Region.

**Additional index words:** Selection, adaptation, oleaginous.

## INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) constitui-se, ao nível mundial, uma importante fonte de óleo vegetal para o consumo humano, como também uma boa fonte protéica para a alimentação animal. A demanda e a produção desta espécie é crescente, apresentando um dos maiores índices de crescimento em área plantada entre as oleaginosas. Suas sementes apresentam um alto teor de óleo, cuja qualidade é reconhecida mundialmente como um produto nobre para a nutrição humana.

Por ser uma cultura de ampla adaptação e alta tolerância à seca (Fick, 1978), o girassol pode contribuir para uma maior diversificação dos sistemas agrícolas dos Cerrados hoje calcados em poucas culturas e caracterizados por altos custos de produção. De acordo com Simmonds (1984) e Jolliff & Snap (1988), a expansão dos recursos agrícolas disponíveis para a indústria e consequente aumento da diversidade agrícola tem sido largamente recomendada, visando a melhoria de vários aspectos do sistema produtivo, como a melhoria do solo, o controle de pragas e doenças pela rotação de culturas e a maior oferta de produtos para a indústria.

<sup>1</sup> EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, BR-020, km 18, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil.

Para que ocorra a expansão da cultura é preciso que se detenha conhecimentos nas diversas áreas científicas, sendo a avaliação e seleção de genótipos adaptados às diversas regiões de plantio uma importante fase do melhoramento genético de plantas (Miller, 1987).

O Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (EMBRAPA-CPAC), vem, em associação com outras instituições de pesquisa, desenvolvendo diversos estudos com a cultura do girassol no sentido de se obter bases tecnológicas para o estabelecimento e a expansão da cultura no país. O presente trabalho tem como objetivos a avaliação e seleção de genótipos para os Cerrados do DF, bem como a identificação de fatores que limitem o desenvolvimento da espécie na Região.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados dois experimentos no campo experimental do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (EMBRAPA-CPAC), localizado em Planaltina, Distrito Federal. Em cada um deles foram avaliados 17 genótipos de girassol, oriundos de diversas instituições de pesquisa.

Os ensaios, que fazem parte da rede oficial de ensaios da cultura, coordenada pelo Centro Nacional de Pesquisa de Soja (EMBRAPA-CNPSo), obedeceram a um delineamento experimental de blocos ao acaso com 4 repetições. O ensaio de sequeiro foi instalado em 12 de fevereiro de 1995, sendo o outro ensaio implantado no dia 12 de junho de 1995 e conduzido sob irrigação por aspersão (pivô-central). A parcela experimental constituiu-se de 4 linhas de 6,0 metros de comprimento, com espaçamento de 80 cm entre linhas, deixando-se as duas linhas laterais e 0,50 metros em cada extremidade das linhas centrais como bordadura. Os genótipos testados em ambos os ensaios foram: C 9302, C 9201, C 9303, C 9202, C 9301, P 91012, Pxf 3617, M 733, M 731, M 734, M 702, M 735, DK 170, DK 180, DK 190, V 2000 e GR 16. A adubação básica foi de 80 kg/ha de  $P_2O_5$ , 60 kg/ha de  $K_2O$  e 10 kg/ha de F.T.E Br12 aplicados no sulco de plantio e 50 kg/ha de N aplicados em cobertura, 30 dias após a emergência das plântulas.

Os caracteres avaliados foram: produção de aquênios (kg/ha), porcentagem de óleo nas sementes, florescimento inicial (dias), florescimento final (dias), maturação fisiológica dos aquênios (dias), ponto de colheita (dias), altura de planta (cm) e diâmetro do capítulo (cm).

A análise de variância foi realizada inicialmente para cada experimento individualmente, procedendo-se em seguida à análise conjunta dos mesmos.

## RESULTADOS

As Tabelas 1 e 2 mostram os resultados obtidos nos en-

saio de sequeiro e irrigado, respectivamente. Os resultados da análise conjunta de experimentos são mostrados na Tabela 3.

Para todos os caracteres avaliados, em ambos os experimentos, foram observadas diferenças significativas entre os genótipos testados pelo teste F a 5% de probabilidade. Pelos valores apresentados nas Tabelas 1 e 2 foi evidenciada, para todos os caracteres avaliados, uma superioridade das médias obtidas no ensaio irrigado em relação ao ensaio de sequeiro, valores esses discutidos a seguir.

### Ensaio de sequeiro

Apesar de ser sido instalado no final da época chuvosa, os genótipos apresentaram uma boa produtividade de aquênios, alcançando um índice médio de 1 502,8 kg/ha, e um intervalo de variação de 2 211,6 kg/ha a 1 091,3 kg/ha, obtidos pelo genótipo C 9302 e M 702, respectivamente. A porcentagem de óleo nos aquênios apresentou valores que variaram de 31,9%, observada para o genótipo GR 16 a 43,0% obtida pelo genótipo Pxf 3617. Para esse caráter a média geral observada foi de 39,3%, valor considerado razoável.

O florescimento inicial ocorreu em média cerca de 61 dias após a emergência das plântulas, tendo uma duração de aproximadamente 10 dias, quando foi observada a floração final média (71,9 dias). Os aquênios alcançaram a maturação fisiológica em média aos 90 dias após a emergência das plântulas e o ponto de colheita para os genótipos testados foi observado 100 dias após a emergência. O intervalo (dias) entre as fases anteriormente citadas teve pouca variação entre os genótipos. Os genótipos V 2000 e GR 16 foram os mais precoces, apresentando os menores valores para esses caracteres; por outro lado os genótipos mais tardios foram o C 9303 e o C 9202.

O caráter altura de planta variou de 190,2 cm, verificado para o genótipo C 9202, a 139,5 cm, verificado para o M 733. Para esse caráter a média observada foi de 163,0 cm. Para o caráter diâmetro do capítulo a média observada foi de 13,9 cm, sendo o menor valor verificado para o genótipo M 735 e o maior para o genótipo GR 16.

### Ensaio irrigado

Os genótipos C 9301 e M 733 foram as que apresentaram os mais altos índices para o caráter produtividade de aquênios, com valores de 4 358,3 kg/ha e 4 325,9 kg/ha, respectivamente. Esses valores podem ser considerados muito bons, tendo em vista a carência de informações sobre o cultivo do girassol sob regime de irrigação para a Região. O valor médio para esse caráter foi de 3 372,16 kg/ha. A porcentagem de óleo nos aquênios apresentou um valor médio de 43,3%. Assim como no ensaio de sequeiro, os genótipos GR 16, com 39,3% e Pxf 3617, com 43,03% de óleo nos aquênios, apresentaram, respectivamente, os menores e maiores valores para esse caráter.

No presente ensaio o número médio de dias verificado da emergência ao florescimento inicial e florescimento final

**TABELA 1 - Médias obtidas por genótipo e por caráter, média geral e coeficiente de variação experimental por caráter, relativos aos caracteres produtividade de aquênios (Prod.), porcentagem de óleo nos aquênios (Óleo), florescimento inicial (Flo. Ini), florescimento final (Flor.Fin.), maturação fisiológica (Mat. Fis.), ponto de colheita (Colh.), altura de planta (Alt.Pla) e diâmetro de capítulo (Diam. Cap), obtidos no ensaio de sequeiro. CPAC, 1995.**

Genótipo	Prod. (kg/ha)	Óleo (%)	Flo. Inic. (dias)	Flor. Fin. (dias)	Mat. Fis. (dias)	Colh. (dias)	Alt. Pla. (cm)	Diam. Cap. (cm)
C 9302	2211,6 A	40,75 ABC	61,7 EF	72,2 CDEF	90 CD	101,2, CD	164,5 ABC	14,5 A
C 9201	1805,9 AB	40,04 ABCD	61,2 EF	70,0 EFG	91 CD	101,7 C	163,7 ABC	14,5 A
P 91012	1784,1 AB	40,53 ABCD	63,7 DEF	74,0 CDE	93 BC	100,7 CD	173,5 ABC	15,2 A
Pxf 3617	1768,7 AB	43,03 A	53,0 E	68,0 FG	86 CD	94,0 EF	152,0 BC	15,0 A
C 9301	1666,9 AB	38,12 CDE	68,0 BC	76,2 BCD	96 AB	104,7 ABC	175,7 AB	13,2 AB
M 733	1650,8 AB	39,76 BCD	51,7 G	67,5 G	88 CD	95,7 ED	139,5 D	13,7 AB
M 731	1693,9 AB	39,92 BCD	60,5 F	70,2 EFG	90 CD	100,0 CD	164,0 ABC	14,2 A
M 734	1533,8 AB	37,64 DE	64,7 CDE	73,7 CDE	89 CD	101,0 CD	157,7 ABC	14,5 A
V 2000	1470,7 AB	35,73 E	47,7 GH	57,2 I	78 E	89,0 F	144,0 BC	13,2 AB
M 735	1358,5 AB	40,77 ABC	60,5 F	70,5 EFG	89 CD	100,5 CD	159,2 ABC	12,7 AB
DK 170	1344,3 AB	41,89 AB	64,7 CDE	76,5 BC	89 CD	101,0 CD	153,7 BC	15,2 A
DK 180	1272,9 AB	36,18 E	63,7 DEF	72,0 DEF	89 CD	100,2 CD	167,5 ABC	13,7 AB
C 9303	1268,8 AB	42,18 AB	72,0 A	82,0 A	99 A	109,7 A	189,5 A	10,0 B
C 9202	1228,0 AB	41,63 AB	71,7 AB	80,2 AB	97 AB	107,7 AB	190,2 A	13,0 AB
GR 16	1225,6 AB	31,90 F	51,0 G	62,0 H	77 E	89,0 F	146,5 BC	15,5 A
DK 190	1217,4 AB	38,46 CDE	65,7 CD	76,0 BCD	90 CD	102,5 BC	159,5 ABC	14,2 A
M 702	1091,3 B	41,14 ABC	64,7 CDE	74,2 CDE	93 BC	101,0 CD	170,5 ABC	13,5 AB
Média Geral	1502,8	39,35	61,57	71,92	90	100,0	163,02	13,89
CVe %	26,29	4,65	2,51	2,40	3,57	2,24	8,12	11,00

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**TABELA 2 - Médias obtidas por genótipo e por caráter, média geral e coeficiente de variação experimental por caráter, relativos aos caracteres produtividade de aquênios (Prod.), porcentagem de óleo nos aquênios (Óleo), florescimento inicial (Flo. Ini), florescimento final (Flor.Fin.), maturação fisiológica (Mat. Fis.), ponto de colheita (Colh.), altura de planta (Alt.Pla) e diâmetro de capítulo (Diam. Cap), obtidos no ensaio irrigado. CPAC, 1995.**

Genótipo	Prod. (kg/ha)	Óleo (%)	Flo. Inic. (dias)	Flor. Fin. (dias)	Mat. Fis. (dias)	Colh. (dias)	Alt. Pla. (cm)	Diam. Cap. (cm)
C 9301	4358,3 A	41,4 DEF	82,2 B	91,7 B	116,5 A	124,0 A	214,7 AB	20,2 A
M 733	4325,9 A	45,8 AB	62,7 I	75,5 F	98,5 G	108,0 G	165,5 B	19,0 ABCD
M 734	3786,6 AB	40,3 EF	69,7 FG	83,2 DE	104,5 EF	117,7 DE	179,6 AB	17,2 ABCDEF
Pxf 3617	3777,0 ABC	46,7 A	63,7 I	77,0 F	99,2 G	108,0 G	179,6 AB	19,5 ABC
C 9302	3758,7 ABC	44,1 ABCD	73,2 DE	84,5 D	106,0 C	119,0 CD	198,8 AB	18,5 ABCDE
P 91012	3497,5 ABCD	44,1 ABCD	68,0 GH	81,5 E	103,0 F	116,5 EF	193,6 AB	17,0 BCDEF
V 2000	3438,1 ABCD	41,4 CDEF	55,5 K	68,5 H	87,7 H	101,0 H	160,6 B	19,7 AB
DK 180	3430,5 ABCD	39,5 EF	71,2 EF	83,0 DE	104,5 EF	116,2 EF	187,8 AB	15,5 EF
DK 190	3267,9 ABCD	46,5 A	76,0 C	88,2 C	112,7 C	124,0 A	195,3 AB	19,0 ABCD
C 9303	3237,5 ABCD	39,3 EF	88,0 A	99,0 A	120,0 A	124,0 A	229,1 A	15,0 F
M 731	3159,8 BCD	44,6 ABCD	67,2 H	82,0 DE	103,0 F	116,2 EF	185,1 AB	16,5 CDEF
C 9202	3063,2 BCD	42,9 BCDE	80,5 B	93,0 B	113,5 C	121,7 B	217,5 AB	17,7 ABCDEF
M 735	3050,4 BCD	44,9 ABC	70,7 F	82,5 DE	103,2 F	115,7 F	191,5 AB	16,2 DEF
DK 170	3024,1 BCD	44,7 ABCD	76,0 C	88,2 C	110,2 D	120,0 BC	191,6 AB	18,0 ABCDEF
GR 16	3001,4 BCD	39,3 EF	58,0 I	71,2 G	88,0 H	101,0 H	161,8 B	20,0 AB
C9201	2625,7 CD	45,4 AB	69,0 FGH	82,7 DE	104,2 EF	116,5 EF	192,8 AB	19,2 ABCD
M 702	2559,0 D	45,6 AB	75,0 CD	88,0 C	108,7 D	120,0 BC	200,8 AB	15,7 EF
Média Geral	3372,16	43,3	71,0	83,5	104,9	115,86	190,94	17,8
CVe %	19,72	3,12	2,25	1,88	1,48	1,04	17,19	10,47

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**TABELA 3 - Quadrados médios obtidos através da análise conjunta de experimentos envolvendo os ensaios de sequeiro e irrigado relativos aos caracteres produtividade de aquênios (Prod.), florescimento inicial (Flo. Ini), florescimento final (Flor.Fin.), maturação fisiológica (Mat. Fis.), ponto de colheita (Colh.), e altura de planta (Alt.Pla). CPAC, 1995.**

FV	GL	Prod. (kg/ha)	Flo. Inic. (dias)	Flor. Fin. (dias)	Mat. Fis. (dias)	Colh. (dias)	Alt. Pla. (cm)	Diam. Cap. (cm)
Genótipo	16	1133268,7**	402,0**	339,2**	358,8**	318,8**	2824,5**	13,1**
Ambiente	1	192096700,9**	2533,3**	5552,6**	7685,4**	8560,6**	106008,9**	544,0**
Genótipo x Ambiente	16	572899,2 <sup>ns</sup>	49,1**	16,9**	51,4**	15,2**	492,7**	4,9 <sup>ns</sup>
Erro	96	388182,5	1,1	2,0	6,4	3,3	111,8	2,9
CV%		23,9	1,6	1,8	2,6	1,7	5,5	10,7

\*\* , \* -Significativo aos níveis de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

foi de 71,0 e 83,5, respectivamente. Os genótipos, em média, atingiram a maturação fisiológica e o ponto de colheita aos 104,9 e 115,8 dias após a emergência, respectivamente. Foi observado, portanto, um alongamento do ciclo dos genótipos em relação ao ensaio de sequeiro

Para o caráter altura de planta, a média observada foi de 190,9 cm, sendo o menor e o maior valor foram observados, respectivamente, para os genótipos GR 16 (161,8 cm) e M 735 (229,1 cm). O caráter diâmetro de capítulo variou de 15,0 cm (C 9303) a 20,2 (C 9301), alcançando uma média de 17,8 cm.

#### Análise conjunta

Pela Tabela 3, observa-se que os valores de F para o quadrado médio de genótipos foram significativos a 1% de probabilidade para todos os caracteres. O mesmo fato foi verificado para o quadrado médio de ambiente, evidenciando o efeito ambiental no comportamento dos genótipos testados. Em relação ao quadrado médio da interação Genótipo x Ambiente, foi observada significância a 1% de probabilidade pelo teste F para todos os caracteres, exceção feita à produtividade de aquênios e diâmetro de capítulos. Para esses dois caracteres, o erro experimental relativamente alto pode ter contribuído para a não significância dessa fonte de variação.

### CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo permitiram a identificação dos melhores genótipos para a região dos Cerrados do DF. Com base nos resultados desses ensaios e de

outros conduzidos em diferentes localidades do Estado de Goiás, bem como naqueles obtidos em anos anteriores, alguns genótipos foram recomendados para plantio em Goiás e no Distrito Federal. Entre os genótipos recomendados estão C 9201, P 91012, Pxf 3617, M 733 e V 2000, que ocuparam posição de destaque no presente trabalho.

Os níveis de produtividade de aquênios em ambos os ensaios podem ser considerados muito bons, o que nos permite indicar o girassol como uma boa alternativa de cultivo para a Região. Entretanto, além da continuidade dos trabalhos de avaliação e seleção, outras linhas de pesquisa devem ser contempladas, como aquelas relacionadas à sanidade, adubação e técnicas de plantio, visando a obtenção de uma completa tecnologia de cultivo para o estabelecimento da cultura na Região.

### LITERATURA CITADA

- FICK, G.N. Breeding and genetics. In: CARTER, F.J. **Sunflower science and technology**. Wisconsin: American Society of Agronomy, 1978. Cap. 9, p. 279-329.
- JOLLIF, G.D.; SNAPP, S.S. **New crop development opportunity and challenges**. *Prod. Agric.*, Nebraska, v.1, p.83-89, 1988.
- MILLER, J.F. **Sunflower**. In: FEHR, W.R **Principles of cultivar development**. New York: Macmillian, 1987. p626-68.
- SIMMONDS, N.W. **Evolution of crops plants**. 3 ed. New York: Longman, 1984. 33 p.

# MATÉRIA ORGÂNICA, COBERTURA MORTA E OUTROS FATORES FÍSICOS QUE INFLUENCIAM A FORMAÇÃO DE APOTÉCIOS DE *Sclerotinia sclerotiorum* EM SOLOS DE CERRADO

LEILA C. L. FERRAZ<sup>1</sup>, ADALBERTO C. CAFÉ FILHO<sup>1</sup>, LUIZ C. B. NASSER  
e JUSCELINO A. AZEVEDO<sup>2</sup>

## RESUMO

Estudaram-se aspectos físicos que influenciam a formação de apotécios de *Sclerotinia sclerotiorum* em feijão. Nível de matéria orgânica, tensão de umidade do solo e presença de restos de gramíneas no solo foram estudados em experimentos de campo. Observou-se "in vitro" o efeito da maturidade dos escleródios e do nível de matéria orgânica como substrato influenciando a germinação carpogênica. Os escleródios mais velhos e provenientes de solos ricos em matéria orgânica foram favorecidos na formação

de apotécios. Observou-se maior produção de apotécios em solos ricos em matéria orgânica e mais úmidos. Nestes solos, com um regime de irrigação mais seco, houve redução ou nenhuma formação de apotécios. A cobertura do solo com palhada de gramíneas reduziu a formação de apotécios.

**Palavras-chave:** Feijão, *Phaseolus vulgaris*, manejo, restos de cultura, palhada, tensão de umidade do solo, maturação de escleródios.

## ABSTRACT

### Organic matter, crop residue and other physical factors affecting the production of apothecia of *Sclerotinia sclerotiorum* in Cerrado soils

The effect of physical factors on the formation of apothecia of *Sclerotinia sclerotiorum* was studied in field and laboratory experiments. Level of organic matter, soil matric potential and dried grass mulch were studied in the field using bean as a host. The effects of sclerotium age and organic matter levels on carpogenic germination were studied "in vitro". Aging of sclerotia (up to one year) favored carpogenic germination and larger production of apothecia

was found in soils with higher levels of organic matter and soil humidity. In soils with higher levels of organic matter, a drier scheme of irrigation resulted in reduced numbers or elimination of apothecia. Grass mulch also reduced carpogenic germination substantially.

**Additional index words:** Bean, *Phaseolus vulgaris*, disease management, crop residue, grass mulch, soil matric potential, sclerotium maturation.

## INTRODUÇÃO

A murcha de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) DeBary é uma doença muito importante no Cerrado, principalmente

para o cultivo de feijão, tomate e ervilha sob pivô central. Em 1990 foram observadas perdas de 60% em feijão irrigado na região dos Cerrados (Nasser *et al.* 1990). O efeito do nível de matéria orgânica no solo na ocorrência de *Sclerotinia*

<sup>1</sup> Departamento de Fitopatologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF 70910-900, Brasil.

<sup>2</sup> EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, DF 73301-970, Brasil.

*sclerotiorum* é pouco estudado. Outros patógenos de solo têm sido investigados (Chung *et al.* 1988), e observou-se a interação entre o nível de decomposição de matéria orgânica e a severidade de doenças de solo, principalmente podridão de *Rhizoctonia*.

Observações feitas por Sutton & Nasser (1992), em algumas áreas do Distrito Federal com plantio direto sobre palhada de arroz em feijão<sup>4</sup>, mostraram a redução de ataque de *S. sclerotiorum* (Nasser *et al.*, 1994). A recomendação de alguns autores de enterrio profundo de escleródios para o controle desse patógeno (Merriman *et al.*, 1979), visto que o controle químico nem sempre tem sido eficiente, ensejaram estudos considerando aspectos de manejo cultural para o controle da doença. Por exemplo, Nasser *et al.* (1994) conduziram estudos em que solos cobertos com 3 a 5 cm de restos de cultura (trigo ou feijão) foram comparados com solos desnudos e manipulou-se a umidade do solo. Observou-se a redução da sobrevivência dos escleródios com alta e prolongada duração de umidade do solo.

Nos Cerrados, os solos têm como característica serem bem drenados, profundos, de baixa fertilidade e sujeitos a alto grau de intemperismo (Pinto, 1994). O baixo nível de matéria orgânica desses solos tem levado alguns agricultores a praticar a adição de matéria orgânica, como cama de frango, com a finalidade de melhorar suas características físico-químicas. Outros aspectos físicos importantes são umidade do solo e presença ou ausência de restos de cultura. Supõe-se que esses fatores possam afetar a capacidade dos escleródios (estruturas de resistência do fungo) de germinar carpogenicamente (formando apotécios) em condições ambientais favoráveis. Apotécios são produtores de ascósporos e estes são considerados a principal fonte de infecção em feijão. Este trabalho teve como objetivo estudar o efeito de alguns fatores físicos na formação de apotécios de *S. sclerotiorum*, processo de importância crítica no ciclo de vida do patógeno e da doença.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos quatro ensaios em campo e "in vitro". No primeiro experimento observou-se o efeito da quantidade de matéria orgânica na formação de apotécios "in vitro" (18 °C / 12 h luz e 12 h escuro por 60 dias) a partir de escleródios produzidos em meio de cultura. Os 3 tratamentos constituíram no plaqueamento dos escleródios em substratos 0% (somente solo), 50% composto (50% solo-v/v) e 100% composto (esterco de gado, palha e sabugo de milho e outros). As avaliações foram feitas pela contagem do número de apotécios a cada 15 dias.

No segundo experimento os efeitos da origem e da idade dos escleródios na capacidade de germinação carpogênica foram observados "in vitro" (mesmas condições do ensaio

anterior), mas os escleródios foram plaqueados em substrato ágar-água (20%) para contagem do número de apotécios. Os 5 tratamentos foram: (a) escleródios originados de meio de cultura (BDA); (b) escleródios colhidos de plantas de feijão e de solos onde estavam incubados por 1 ano; e escleródios provenientes de: (c) 0%; (d) 50%; e (e) 100% composto.

Em um experimento de campo observou-se o efeito de composto no solo (0 e 50% composto) e da presença de palhada de gramínea sobre o solo (3cm de altura) em microparcels circulares de 40 cm de diâmetro, onde foram semeadas diferentes cultivares de feijão. Foi feita uma avaliação no final do experimento, observando o número de apotécios formados.

Em outro experimento de campo, observou-se o efeito do nível de composto e da tensão de água em parcelas de 0,80 x 0,80 m com plantas de feijão cv. Carioca, em solos com 0%, 50% e 100% composto. Utilizando-se um simulador de aspersão, irrigou-se de acordo com leituras de tensiômetro à vacuômetro e da curva de retenção de água construída para esses tipos de solo, com tratamentos úmido (19 cm Hg), ideal (41 cm Hg) e seco (8 dias após 41 cm Hg). Este experimento foi conduzido em 2 épocas (fevereiro e maio de 1995); avaliações foram feitas semanalmente após o surgimento de apotécios. Os tratamentos foram em número de 9 (3 níveis de água x 3 níveis de composto do solo).

## RESULTADOS E CONCLUSÕES

Em todos os experimentos, tanto os de campo como os "in vitro", observou-se uma maior produção de apotécios em solos mais ricos em matéria orgânica, principalmente com 50% composto.

Quanto à idade de escleródios observou-se um efeito direto favorecendo a formação de apotécios daqueles que tinham sofrido uma maturação por 1 ano no solo, principalmente dos escleródios provenientes de solo com maior teor de matéria orgânica. Em comparação, os escleródios formados em plantas mais recentemente foram os que produziram menor número de apotécios.

Sob palhada, os escleródios formaram menor número de apotécios, principalmente aqueles que estavam em solo com 0% composto. Em contraste, solos desnudos com 50% composto foram os maiores promotores da formação de apotécios. Isso indica que a presença de palhada sobre o solo poderá reduzir o potencial de inóculo deste patógeno (Figura 1).

Em experimentos em que se observou o efeito do nível de composto e do nível de tensão de água, em fevereiro/95, não foi constatada formação de apotécios em tratamentos secos independente do nível de composto do solo. Os tratamentos 50% C - 'úmido' e 'ideal' - foram aqueles que produziram maior número de apotécios. (Figura 2).

Em maio de 1995 todos os tratamentos produziram

## Média de número de apotécios - Palhada

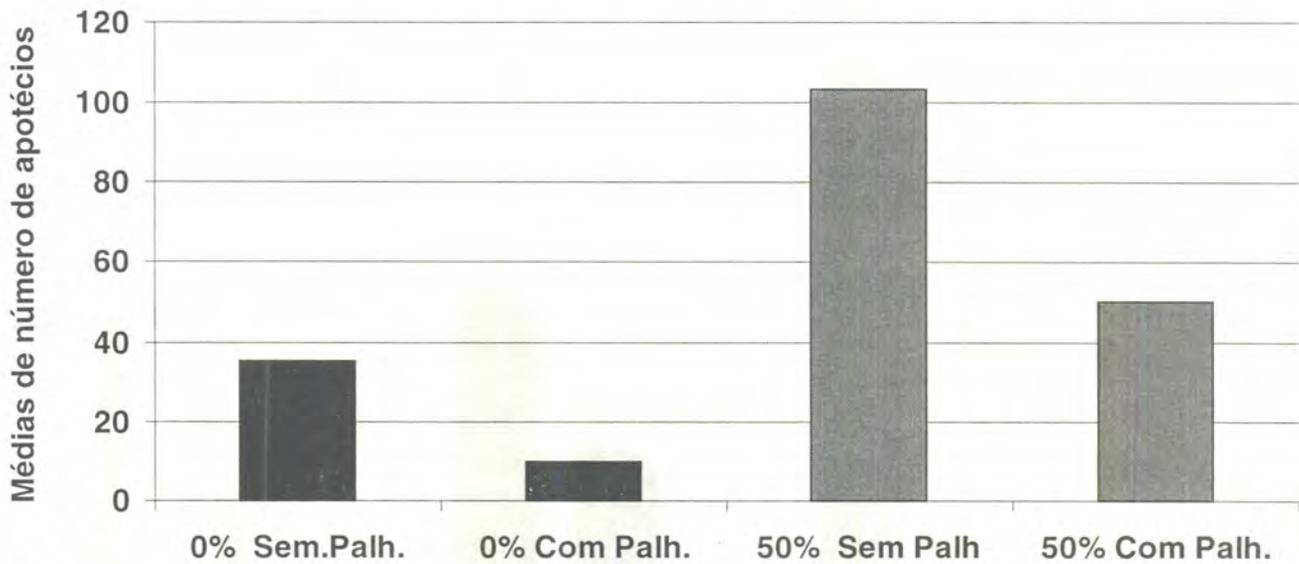


FIG. 1 - Número médio de apotécios por microparcela observados ao final do ciclo de feijão sob 2 níveis de matéria orgânica e 2 níveis de cobertura. Brasília, DF, 1995.

## Composto X Água (fev/95) - Apotécios- 25/03

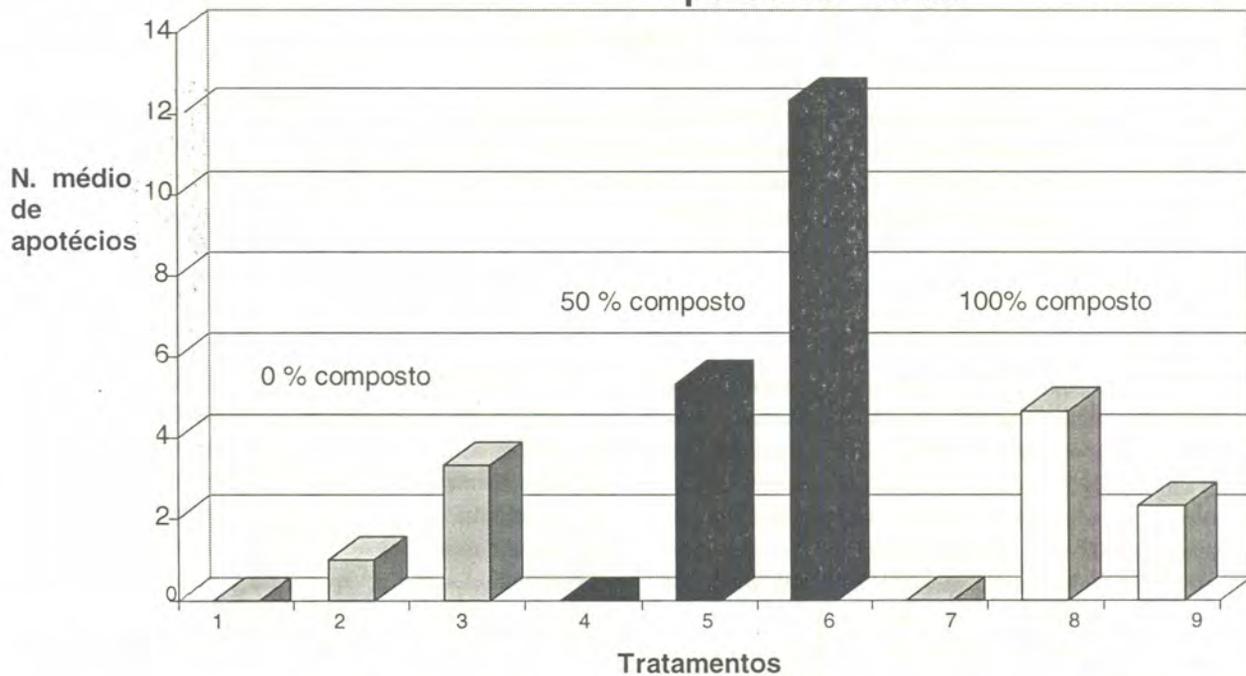
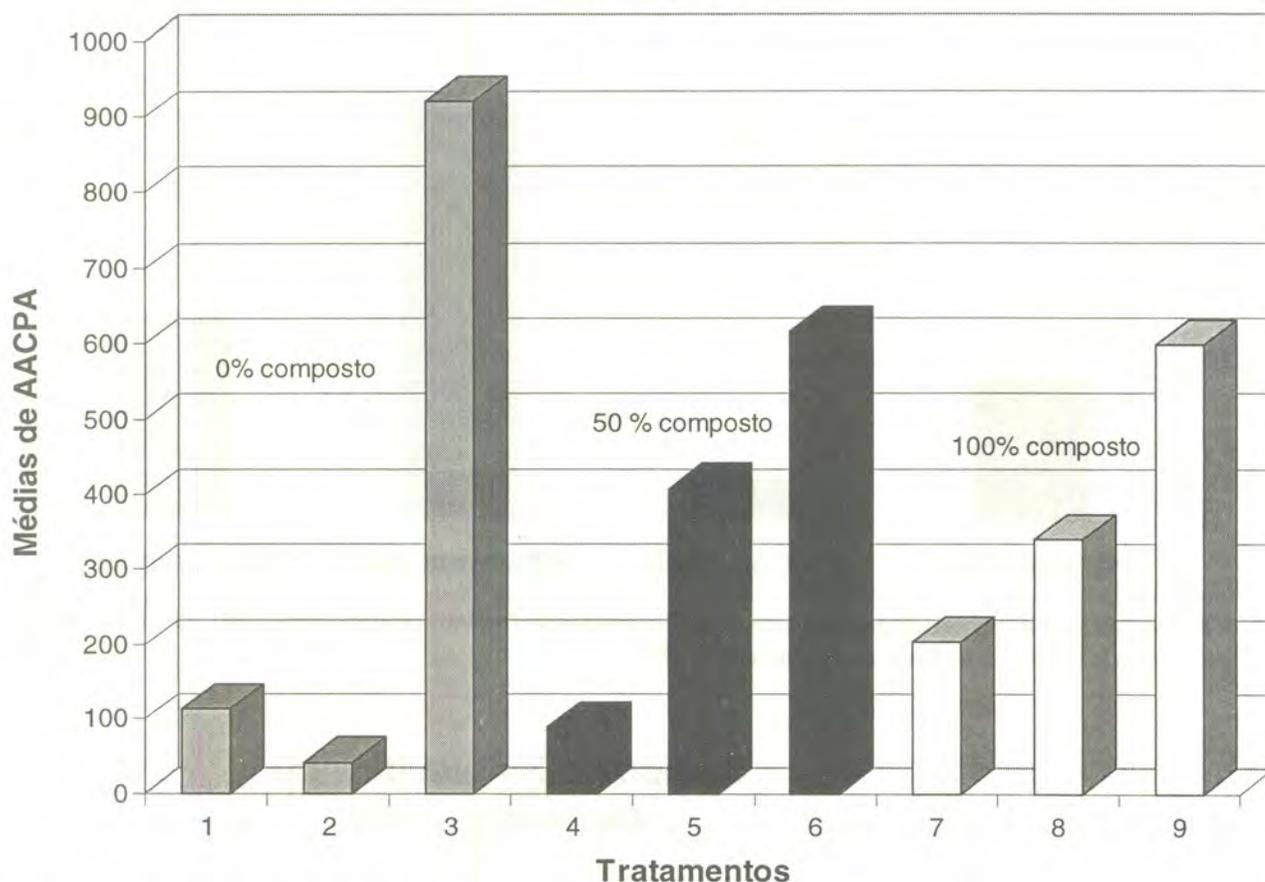


FIG. 2 - Formação de apotécios em fevereiro de 1995 em 3 níveis de composto orgânico e 3 níveis de água. Tratamentos: 1- (0% composto/ Seco); 2- (0% composto/ Ideal); 3- (0% composto/ Úmido); 4- (50% composto/ Seco); 5- (50% composto/ Ideal); 6- (50% composto/ Úmido); 7- (100% composto/ Seco); 8- (100% composto/ Ideal); 9- (100% composto/ Úmido). Brasília, DF, 1995.

## AACPA (Área abaixo da curva de prod. de apotécios) - (maio/95)



**FIG. 3 -** Formação de apotécios em maio de 1995 em 3 níveis de composto orgânico e 3 níveis de água. Tratamentos: 1- (0% composto/ Seco); 2- (0% composto/ Ideal); 3- (0% composto/ Úmido); 4- (50% composto/ Seco); 5- (50% composto/ Ideal); 6- (50% composto/ Úmido); 7- (100% composto/ Seco); 8- (100% composto/ Ideal); 9- (100% composto/ Úmido). Brasília, DF, 1995.

apotécios, em função de que as temperaturas mínimas foram menores (média de mínimas 11°C vs. 18°C, em maio e fevereiro de 1995, respectivamente). Por outro lado, a média das máximas em ambas as épocas ficaram em torno de 31° C. Maior número de apotécios foi observado nos tratamentos úmidos, independente do nível de composto do solo, e os tratamentos que apresentaram menor número de apotécios foram 0% C ideal e 50% C seco (Figura 3).

Em ambas as épocas não foi observada produção de apotécios, ou esta foi muito reduzida, nos tratamentos 'secos', em comparação aos tratamentos 'úmido' e 'ideal' no mesmo tipo de solo. Também foi observada maior produção de grãos em solos com maior porcentagem de matéria orgânica (presença de composto).

Os resultados integrados de todos os experimentos sugerem que solos com alto teor de matéria orgânica poderão favorecer a germinação carpogênica dos escleródios, principalmente daquele inóculo presente no solo por um tempo de pelo menos 1 ano (da safra anterior), como observado no experimento de idade do escleródio ("in vitro"). Estes dados sugerem que uma boa produção de feijão pode ser obtida com plantio nestes solos e que medidas, como a cobertura do solo com palhada de gramíneas e redução da lâmina de água a ser aplicada na cultura podem diminuir ou mesmo evitar a ocorrência de *Sclerotinia sclerotiorum* em feijão, contribuindo para reduzir ou suprimir o uso de fungicidas para o controle deste patógeno.

## LITERATURA CITADA

- CHUNG, Y.R.; HOITINK, H.A.H.; LIPPS, P.E. Interactions between organic-matter decomposition level and soilborne disease severity. **Agriculture, Ecosystem and Environment**, v.24, p.183-193. 1988.
- MERRIMAN, P.R. *et al.* Survival of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* and effects of cultivation practices on disease. **Soil Biol. Biochem.**, v.11, p.567-570, 1979.
- NASSER, L.C.B.; SUTTON, J.C.; BOLAND, G.J.; JAMES, T.W. Influence of crop residue and soil moisture on *Sclerotinia sclerotiorum*. In: ANNUAL MEETING OF THE CANADIAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY, 60, Alberta, 1994.
- NASSER, L.C.B.; RESCK, D.V.; CHARCHAR, M.J.D'A. Soil management, crop sequence and plant diseases in the cerrado region of Brazil. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS, Passo Fundo, RS, Brazil, 1990. p.190-203.
- PINTO, M. N. **Cerrado**: Caracterização, ocupação e perspectivas. **Proceedings**, 2 ed. Brasília: Edit. Univ. de Brasília. p. 321-344. 1994.
- STEADMAN, J. R Nature and epidemiological significance of infection of bean seed by *Whetzelinia clerotiorum* (notes). **Phytopathology**, v.65, n.11, p.1323-1324, 1975.
-

# NITRATE ASSIMILATION IN "CERRADO" WOODY SPECIES

MERCEDES M.C. BUSTAMANTE.<sup>1</sup>, ALESSANDRA R. KOZOVITS<sup>1</sup>, LILIANE F. SILVA<sup>1</sup>  
and GIOVANA F. DUARTE<sup>1</sup>

---

## ABSTRACT

The actual (without nitrate in the incubation buffer) and potential (with nitrate) nitrate reductase activity (NRA) was measured in leaves of eleven cerrado woody plants through *in vivo* essay. The actual NRA was lower than the potential activity for all the species, except for *Erythroxylum suberosum* what indicates that NRA in these species can be substrate limited under field conditions.

The potential activity was substantially higher for *Dalbergia miscolobium* and *Pterodon pubescens*. The results indicate that the nitrate reduction can be an important aspect of nitrogen nutrition in cerrado woody plants, although low soil pH.

**Additional index words :** Savanna, nitrate reductase, woody plants, nitrogen metabolism.

## RESUMO

### Assimilação de nitrato em espécies lenhosas do "Cerrado"

A atividade real (sem adição de nitrato no tampão de incubação) e potencial (com nitrato) da redutase do nitrato foi medida em folhas de onze espécies lenhosas de cerrado através de ensaio *in vivo*. A atividade real foi menor que a potencial, com exceção de *Erythroxylum suberosum*, o que indica que a redução de nitrato nestas espécies pode estar limitada por substrato em condições de campo. A atividade po-

tencial foi substancialmente maior em *Dalbergia miscolobium* e *Pterodon pubescens*. Os resultados indicam que a redução de nitrato pode ser um importante aspecto na nutrição nitrogenada em espécies lenhosas de cerrado, apesar dos baixos valores de pH do solo.

**Palavras chaves:** Redutase do nitrato, plantas lenhosas, metabolismo do nitrogênio.

---

## INTRODUCTION

The Cerrado is the second most important vegetation type occupying a large extension of the Brazilian territory (ca. 23%). Although several ecological and energetic relationships that sustain this ecosystem are not yet well-known, large areas of native vegetation are being replaced by agroecosystems. Thus a detailed study of the ecophysiology of cerrado plants is required in order to offer basis to management and conservation policy.

The nutrient economy by plants is one of the most variable aspect of tropical ecosystems and it is difficult to obtain general patterns. According to Sarmiento (1984), in soils of seasonal savannas, the nitrogen concentration is about 24-80 times higher than that found in the tree biomass. However, only a minor fraction is available to plants. Approximately 40% of nitrogen is annually recycled in the vegetation. The other part is supplied by precipitation, biological fixation and mineralization of organic matter.

Differences in the efficiency of nitrogen assimilation

---

<sup>1</sup> Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia, Brasília, DF 70910-900, Brazil.

could determine the distribution of plant species as well their capacity to survive in areas frequently disturbed. Tilman (1982) pointed out that the competition between plants and the population dynamics are regulated by specific differences in the nutritional compensation point, i.e., the minimal amount of resource needed for survival in a certain habitat.

The understanding of the relationships between carbon and nitrogen metabolism is of fundamental importance for the knowledge of adaptive strategies of the vegetation. The nitrate reduction requires energy and reductant power and C-skeletons are needed for the N-assimilation. On the other hand, a great part of leaf nitrogen content is allocated in the photosynthetic apparatus. The assimilation of nitrate or ammonium represents different potential water and energy costs. The low energetic costs for the assimilation of ammonium can be particularly interesting for woody plants growing under limitations of light and water.

Stewart *et al.* (1988) suggested that pioneer species or species from sites with high light present high levels of nitrate reductase and chloroplastic glutamine synthetase in leaves, while species from climax communities or from more closed habitats would present the nitrate reduction and the ammonium assimilation in the roots.

The present study aims to compare the nitrate assimilation through the nitrate reductase activity (NRA) in different cerrado woody plants.

## MATERIAL AND METHODS

### Study Area

The study was conducted in an area of cerrado *sensu stricto*, located at the Reserva Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (RECOR-IBGE), 35 km south from Brasília, Brazil.

The soil type is described as oxisol (acid, well drained and deep soils with low fertility). The study site was burnt on August 92 and August 94.

### Plant species

The plant species were chosen according to the following functional groups: **Al-accumulators** - *Qualea parviflora* Mart. (Vochysiaceae), *Miconia ferruginata* (Melastomaceae); **putative nitrogen fixer** - *Dalbergia miscolobium* Benth. (Fabaceae), *Sclerolobium paniculatum* Vog. Benth. (Fabaceae); **non Al-accumulator, non nitrogen-fixer** - *Pterodon pubescens* Benth. (Fabaceae), *Ouratea hexasperma* (St.Hil.) Bail. (Ochnaceae), *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae), *Erythroxylum suberosum* St. Hil. (Erythroxylaceae), *Kielmeyera coriacea* Mart. (Guttiferae), *Styrax ferrugineus* Nees & Mart. (Styracaceae).

### Nitrate reductase activity (NRA)

The NRA in mature leaves was determined in the field with *in vivo* assay. The leaf tissue was cut and infiltrated

under vacuum with TRIS buffer 0.05 M, pH 7.5 with and without nitrate (50 mM KNO<sub>3</sub>). The sample was incubated in the dark and under anaerobic conditions for 60 minutes. The activity was measured as the amount of produced nitrite (absorbance 540 nm) after reaction with sulphanilamide and NED (Faria, 1992). The activity obtained with the buffer with nitrate and without nitrate were assumed to be the *potential activity* and the *actual activity*, respectively.

The NRA was measured on April/May (end of the rainy season), September (dry season) and December 1995 (begin of the rainy season).

### Photosynthesis measurements

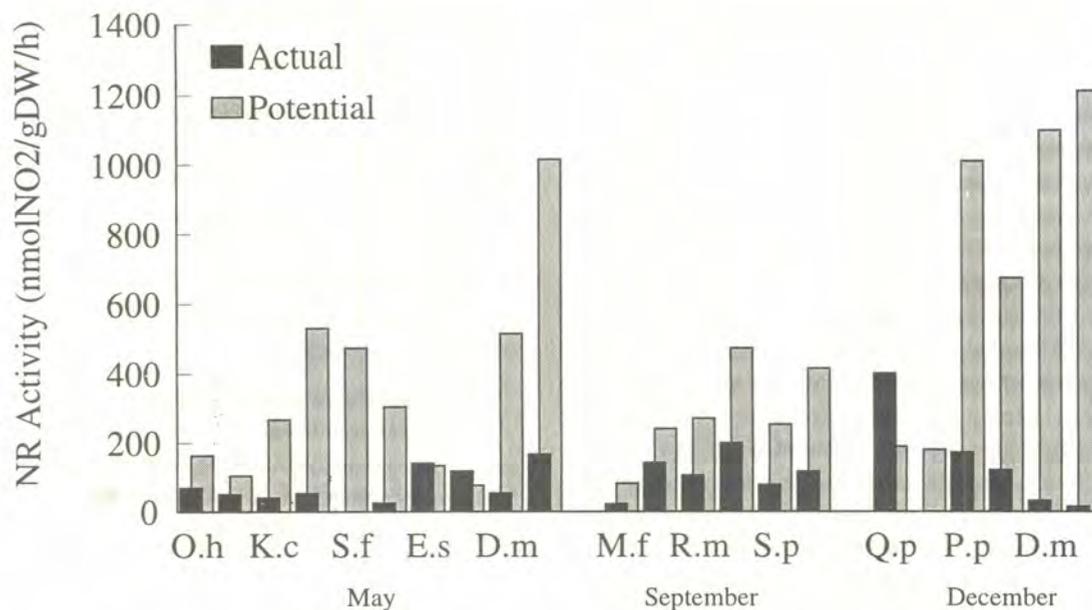
The photosynthesis was measured with a closed gas exchange system (portable Infra-red gas analyser LICOR-6200) concomitantly with NRA determinations on the begin of the rainy season (December).

## RESULTS AND DISCUSSION

Despite the tendency of decreasing NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> ratio with increasing soil acidity, incubation experiments with different forest soils showed, even in very acid soil matter, that NO<sub>3</sub>-N can constitute a high proportion of the total N<sub>min</sub> production (see Runge, 1981 for a review). Thus the capacity for nitrate reduction is an important factor for the optimal utilisation of the natural N supply and nitrate reductase is the enzyme limiting this process.

The NR is a classical example of substrate-induced enzyme. The actual NR activity was lower than the potential activity for the all the species, except for *Erythroxylum suberosum* (Figure 1), what indicates that the NRA activity in these species can be substrate limited under field conditions. Runge (1981) pointed out that because the capacity for NR production is not completely used, the plants are able to utilise temporary seasonal increases in NO<sub>3</sub> production by reacting with a corresponding increase in reduction and assimilation. *Ouratea hexasperma* (O.h), *Kielmeyera coriacea* (K.c), *Styrax ferrugineus* (S.f), *Erythroxylum suberosum* (E.s), *Roupala montana* (R.m), *Miconia ferruginata* (M.f), *Qualea parviflora* (Q.p), *Sclerolobium paniculatum* (S.p), *Dalbergia miscolobium* (D.m), and *Pterodon pubescens* (P.p).

Although differences in the NRA of individuals of the same species were observed, there were considerable differences among the species as regards the potential activity. The potential activity was substantially higher for the legumes *Dalbergia miscolobium* and *Pterodon pubescens*. The other legume *Sclerolobium paniculatum* showed lower potential NRA, but the measurements with this species were carried out during the dry season. A seasonal effect on the NRA could be expected, since the water status of the plants also has a strong influence on the NRA. *D. miscolobium* and



**FIG. 1 - Actual and potential nitrate reductase activity in leaves of cerrado woody species in the end of rainy season (May), dry season (September) and begin of the rainy season (December).**

*P. pubescens* are deciduous species and were not sampled during the dry season. The absence of NR induction in *E. suberosum* leaves could be due to a preferential ammonium uptake or to a great activity in the root system. Stewart *et al.* (1992) measured the NRA in leaves and roots of another cerrado species and suggested that the ability of the root system to acquire, export or metabolise nitrate determines shoot nitrogen status. The other analysed species showed intermediary values of potential NRA activity but higher levels of induction were observed for *Kielmeyera coriacea* and *Styrax ferrugineus*. There were not marked differences between the Al-accumulators species and the non-legume species, although *Qualea parvilifera* (Al-accumulator) showed slightly lower values for potential NRA. Similar results were observed for *Vochysia elliptica* which belongs to same family (Vochysiaceae) (unpublished data).

Photosynthetic rates and NRA were measured concomitantly in *P. pubescens* and *D. miscolobium*, which were the species with the highest NR activities. The light values were between 130 and 800  $\mu\text{mol photons}/(\text{m}^2/\text{s})$ . A comparison of individuals of *D. miscolobium* showed that the actual and potential NRA was lower individuals with higher photosynthesis (Figure 2). This was observed in *P. pubescens* only for the potential activity (Figure 3). In green leaves nitrate reduction is essentially a photosynthetic reaction. If the light intensities are not high enough to saturate photosynthesis nitrate and carbon dioxide can compete for reductant and ATP.

Field and Mooney (1986) stated that, for a wide variety of plant communities, much of the differences in photosynthetic capacity can be explained by variation in leaf nitrogen. This relationship opens the question how the productivity of plants or communities will respond to changes in nitrogen availability.

The results show that nitrate reduction can be an important aspect of the nitrogen nutrition in Cerrado woody plants, although the low soil pH. There were considerable differences among the species as regards the potential NRA. Highest NRA values were found in legume species. In relation to the other analysed species, there were not marked differences in the NRA between the Al-accumulators species and non-Al accumulators. Differences between species in relation to their capacity to use nitrate may change the plant responses to variable environmental conditions.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to IBGE for the permission to work at the Reserva Ecológica and to Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) e Tecnológico and Fundação de Amparo à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF) for the financial support. A.R. Kozovits, L.F.Silva and G.F.Duarte have fellowships of the CNPq. The gas exchange system was kindly provided by Dr. G. Goldstein.

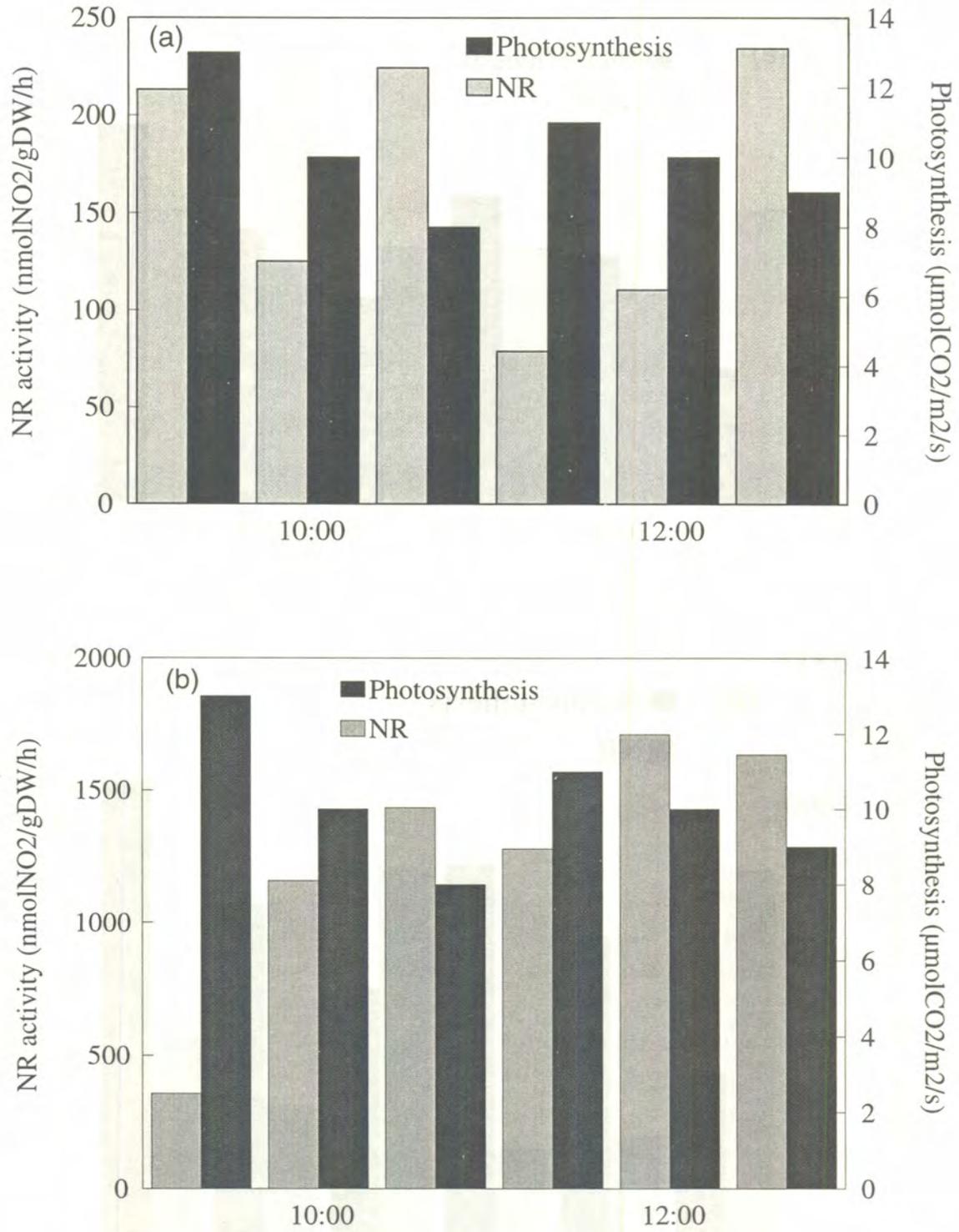


FIG. 2 - Actual (a) and potential (b) nitrate reductase activity and photosynthetic rates for three individuals of *Dalbergia miscolobium* measured at 10:00 and 12:00 am.

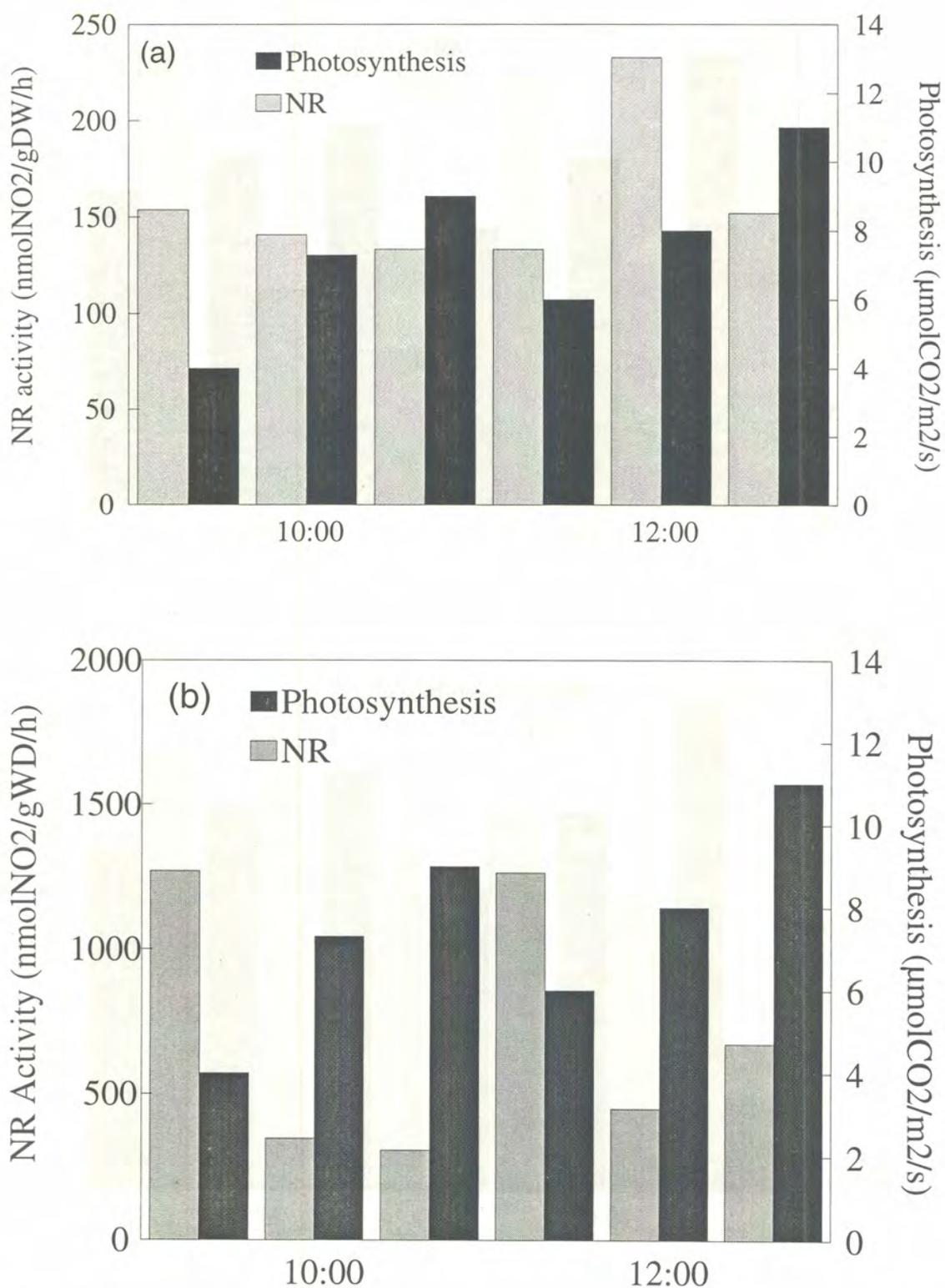


FIG. 3 - Actual (a) and potential (b) nitrate reductase (NR) activity and photosynthetic rates for three individuals of *Pterodon pubescens* measured at 10:00 and 12:00 am.

## REFERENCES

- FARIA, C. R. S. M. **Atividade da redutase de nitrato em folhas de *Pterodon pubescens* (Leguminosae) e *Ouratea hexasperma* (Ochnaceae) crescendo em condições de cerrado.** Brasília: Universidade de Brasília, 1992. MSc. Thesis.
- FIELD, C.; MOONEY, H.A. The photosynthesis-nitrogen relationship in wild plants. *In*: GIVNISH, T.J., ed., **On the economy of plant form and function.** New York: Cambridge University Press, 1986.
- RUNGE, M. Physiology and ecology of nitrogen nutrition. *In*: LANGE, O.L., NOBEL, P.S., OSMOND, C.B.; ZIEGLER, H., eds., **Encyclopedia of Plant Physiology - New Series 12A.** Berlin: Springer Verlag, 1981. p. 163-200.
- SARMIENTO, G. **The ecology of neotropical savannas.**, USA: Harvard University Press, 1984.
- STEWART, G.R., HEGARTY, E.E.; SPECHT, R.L. Inorganic nitrogen assimilation in plants of Australian rainforest communities. **Physiologia Plantarum**, v.74, p.26-33, 1988.
- STEWART, G.R., JOLY, C.A.; SMIRNOFF, N. Partitioning of nitrogen assimilation between the roots and shoots of cerrado and forest trees of contrasting plant communities of South East Brazil. **Oecologia**, v.91, p. 511-517, 1992.
- TILMAN, D. **Resource competition and community structure.** Princeton: Princeton University Press, 1982.
-

# IMPORTÂNCIA DA TRANSMISSÃO DE *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis* PELA SEMENTE DE SOJA (*Glycine max*) NA REGIÃO DOS CERRADOS

NELSON R. L. ROMÁN<sup>1</sup>, MARCOS A. de FREITAS<sup>1</sup>, LUIZ C. B. NASSER<sup>2</sup>  
e WILMA R. C. RIBEIRO<sup>1</sup>

## RESUMO

Avaliou-se sementes de soja dos cultivares FT-Seriema e Emgopa 302 (campos 1 e 2), para determinar a taxa de transmissão de *Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis* por intermédio das sementes, utilizando-se água e paraquat 1,5% como umidecedores. Constatou-se que quando se utilizou água como umidecedor a porcentagem de transmissão foi de 2,1%, 1,33% e 1,0% para os cultivares FT-Seriema, Emgopa 302 (campo 1) e Emgopa 302 (campo 2), respectivamente. Quando se utilizou paraquat a porcentagem foi de 1,83% no cultivar FT-Seriema, 1,85% no Emgopa 302 (campo 1) e 1,16%

no Emgopa 302 (campo 2). A semente de soja representa grande importância na transmissão e disseminação do fungo causador do cancro da haste da soja, implicando em elevadas perdas econômicas para a sojicultura nos cerrados - 50 milhões de US\$ de 1991 a 1995, justificando, portanto, a inclusão de análise sanitária de sementes pelas Empresas Produtoras de Sementes Certificadas.

**Palavras-chave:** Cancro da haste da soja, patologia de sementes, disseminação de patógeno por sementes, sanidade de semente.

## ABSTRACT

### Importance of the transmission of *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis* associated to soybean (*Glycine max*) seeds in the "Cerrado" region

Soybean seeds of the FT-Seriema and Emgopa 302 cultivar (fields 1 and 2) were surveyed to determine transmission levels of *Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis*, using water and 1.5% paraquat as seed humidifiers. When using water as the humidifier the results indicated that the transmission percentage was 2.1%, 1.33%, and 1.0% for the FT-Seriema and Emgopa 302 cultivars (field 1) and Emgopa 302 (field 2), respectively. 1.83% on the FT-Seriema cultivar, 1.85% on Emgopa 302 (field 1) and 1.16 on Emgopa (field 2),

when using paraquat. The soybean seed represents great importance in the transmission and dissemination of the soybean canker causing fungus on the soybean stem, implicating high economic losses for soybean cultivation in the Cerrados - 50 million US\$ between 1991 and 1995, justifying, therefore, the implantation of seed health analysis programs by the Certified Seed Production Companies.

**Additional index words:** Soybean stem canker, seed pathology, seed-borne pathogen, seed health test.

## INTRODUÇÃO

O cancro da haste da soja, causado pelo fungo *Diaporthe*

*phaseolorum* f. sp. *meridionalis* (= *Phomopsis phaseoli* f. sp. *meridionalis*) (Morgan-Jones, 1989), foi constatado pela primeira vez em fevereiro de 1989, na Estação Experimental de

<sup>1</sup> Universidade de Brasília, Departamento de Fitopatologia, Brasília, DF 70910-900, Brasil.

<sup>2</sup> EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil. Email: lnasser@sede.embrapa.br

Ponta Grossa - Ponta Grossa-PR e em área restrita no Mato Grosso (Yorinori *et al.* 1989; Yorinori, 1990). Na Safra 1989/90 foi encontrado em todas as regiões produtoras de soja do país; e na safra 1991/92, milhares de hectares de soja dos Estados do Paraná, Santa Catarina e, inclusive, do Paraguai foram dizimados pelo cancro da haste da soja (Yorinori *et al.*, 1993). Na área de Cerrado do Centro-Oeste, foi relatado por Dianese & Gillioli (1991)<sup>1</sup> no PAD-DF e no Município de Barreiras-BA, relatado por Nasser *et al.* (1993), causando perdas de até 60% na cultura da soja. Recentemente Nasser *et al.* (1995), constataram perdas de até 80% em lavouras de soja, em cultivares moderadamente resistentes, no Município de Formosa-GO, sendo a estimativa de perdas acumuladas, devido ao cancro da haste nos cerrados, desde o primeiro relato na safra agrícola de 1991/92 a 1994/95, equivalentes a 50 milhões de US\$.

Sementes são frequentemente a principal via de disseminação e sobrevivência de diferentes patógenos de plantas. Cuidados especiais devem ser tomados, para que não haja introdução e disseminação de patógenos exóticos (ou mesmo isolados ou raças mais agressivas) originados de diferentes países ou regiões, para outros ainda indenes (Kaiser, 1987). Roman (1995), estudando o comportamento de isolados originados de diversas regiões do Brasil e Paraguai, constatou, por meio de análise de proteínas, a possibilidade de ocorrência e variação genética do patógeno *D. phaseolorum* f. sp. *meridionalis*. Henning *et al.* (1980), Zorrilla *et al.* (1994) relatam que o principal fator responsável pela baixa germinação "in vitro" de sementes de soja foi o fungo *Phomopsis* sp., o qual apresenta-se internamente no tegumento das sementes.

A seca da haste e da vagem da soja ou *Phomopsis* da semente, causada pelo fungo *D. phaseolorum* f. sp. *sojae* (= *Phomopsis phaseoli* f. sp. *sojae*) é uma das doenças mais tradicionais da soja e anualmente junto com antracnose (*Colletotrichum dematium* var. *truncata*), é responsável pelo descarte de grande número de lotes de sementes nos cerrados. Em anos chuvosos, nos estádio iniciais de formação das vagens e na maturação, quando ocorre o retardamento da colheita por excesso de umidade são observados os maiores danos na qualidade das sementes (Yorinori *et al.*, 1993).

Devido a importância da transmissão de *D. phaseolorum* f. sp. *meridionalis*, por sementes de soja, para áreas distantes, onde o patógeno encontra-se ausente, objetivou-se neste trabalho verificar a porcentagem de sementes infectadas, coletadas em lavouras comerciais de soja no Brasil central.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar a porcentagem de sementes infectadas, utilizou-se 600 sementes de cada variedade, FT-Seriema e

EMGOPA 302 (campo 1 e 2), desinfestadas superficialmente com álcool etílico a 50% por 45 segundos, em seguida tratadas com hipoclorito de sódio a 1% e lavadas por 30 segundos com água destilada e esterelizada, colhidas em uma fazenda no Município de Formosa-GO (15° 10' S). Foram colocadas 20 sementes por gerbox (caixa plástica transparente de 12x12x4,5 cm), contendo 3 folhas de papel de germinação previamente esterilizado e umedecido com água esterilizada e paraquat 1,5%. Após 10 dias, efetuou-se a leitura dos dados utilizando-se microscópio estereoscópio (40X). As frutificações (picnídios), quando presentes, foram transferidas para o meio de BDA (Batata-Dextrose-Ágar) acidificado com ácido láctico, até atingir pH 4,5. Após 20 dias foram observadas, em microscópio óptico, as características do anamorfo (*Phomopsis* sp.).

Para verificar a patogenicidade dos isolados foram utilizados vasos plásticos com capacidade para 4 kg, contendo solo previamente esterilizado, em autoclave durante 24 horas. Cada tratamento consistiu de 1 vaso com 10 plantas/isolado das linhagens de soja LCM 48 (Bragg X Paraná) e LCM 50 (Bragg X Paraná), suscetíveis, inoculadas pelo método do palito (Hildebrand, 1953), para a reprodução da doença.

O inóculo foi obtido pelo método do palito de dentes descrito por Hildebrand (1953). Os palitos de dentes foram cortados a 1,5 cm das extremidades e fervidos por 10 minutos, três vezes consecutivas e colocados em meio de Batata-Dextrose (BD) e autoclavados a 120°C por 25 minutos. Nas placas de Petri contendo BDA acidificado, foram colocados três discos de micélio com 0,5 mm de diâmetro. Após três dias os palitos foram depositados de forma horizontal na superfície do meio, colocando-se 100 a 120 palitos por placa, deixando-se por mais 3 dias até a total colonização, a temperatura de 27 °C, com luz fluorescente contínua (40 Watts), acima das placas.

## RESULTADOS E CONCLUSÕES

No cultivar FT-Seriema, quando se utilizou apenas água destilada como umedecedor do papel de germinação, a porcentagem de transmissão de *D. phaseolorum* f. sp. *meridionalis* pela semente atingiu a 2,1% e 1,83% quando o papel foi umedecido com paraquat (Tabela-1).

Verificou-se que o cultivar Emgopa 302, umedecido diariamente com água, a porcentagem de transmissão do fungo pelas sementes foi de 1,33% no campo 1, no qual a colheita foi efetuada no epicentro de desenvolvimento da doença; e de 1,0% no campo 2 no qual a colheita foi feita distante do epicentro de ocorrência da doença.

Quando se utilizou paraquat como umedecedor, a por-

<sup>1</sup> Comunicação pessoal.

**TABELA 1 - Percentagem de transmissão de *D. phaseolorum* f. sp. *meridionalis* por sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill).**

Cultivar	Umedecido com	Percentagem de transmissão (%)
FT- Seriema	Água	2,10
	Paraquat 1,5 %	1,83
EMGOPA 302 (campo 1)	Água	1,33
	Paraquat 1,5 %	1,85
EMGOPA 302 (Campo 2)	Água	1,00
	Paraquat 1,5 %	1,16

centagem de transmissão do fungo pela semente foi de 1,5% no campo 1 e 1,16% no campo 2. O uso do paraquat, portanto, não favoreceu a recuperação de *D. phaseolorum* f. sp. *meridionalis* em sementes de soja.

O nível de infecção de 2,1% encontrado nas sementes do cultivar FT-Seriema é considerado dentro dos limites citados na literatura, sendo relativamente alto. Segundo Backman, Weaver & Morgan-Jones (1989) em campos do Sul dos E.U.A. a infecção por sementes não excede a 5%. Entretanto, segundo Sinclair & Backman (1989) o nível de infecção não ultrapassa 2%, resultado encontrado por Freitas & Miranda (1995 - dados não publicados) em um lote de sementes do cultivar FT-Seriema, colhidos na Fazenda Campos no Município de Formosa-GO, para *Phomopsis* sp. Isto se deve provavelmente a colheita das sementes ter sido feita em um dos epicentros das áreas de campo de soja infectados com o patógeno.

A semente é portanto um veículo de grande importância para transmissão e disseminação do fungo causador do cancro da haste da soja, *D. phaseolorum* f. sp. *meridionalis*. A inclusão da análise sanitária de sementes pelas Empresas Produtoras de Sementes Certificadas serão plenamente justificadas após as perdas de sojicultura brasileira estimadas, até a última safra 1994/1995, em 350 milhões de dólares. O tratamento de sementes é indicado para a cultura da soja devendo também ser associado com outras medidas de controle, citadas por Yorinori *et al.* (1993) como variedades resistentes, rotação/sucessão de culturas, o manejo do solo como a incorporação dos restos culturais, semeadura em épocas de menor frequência de chuvas, maior espaçamento entre linhas, população de plantas que evite o estiolamento e o acamamento e adubação equilibrada.

## LITERATURA CITADA

- BACKMAN, P.A.; WEAVER, D.B.; MORGAN-JONES, G. Soybean stem canker: an emerging disease problem. **Plant Disease**, v.69, p.641-647, 1985.
- HENNING, A.A.; FRANÇA NETO, J. B. Problemas na avaliação da germinação de sementes de soja com alta incidência de *Phomopsis* sp. **Revista Brasileira de Sementes**, v.2, n.3, p.9-22, 1995.
- HILDEBRAND, A.A. An elaboration of the toothpick method of inoculating plants. **Canadian Journal of Agricultural Science**, v.33, p.506-508, 1953.
- KAISER, W.I. Plant pathology research at the western regional plant introduction station pullman, Washington, U.S.A. In: **International Advanced Course on Seed Pathology**. NASSER, L.C.B.; WETZEL, M.M.S.; FERNANDES, J.M.C., eds., Passo Fundo-RS, Brasil: Abrates, 1987. p. 75-84.
- NASSER, L.C.B.; ANJOS, J.R.N. dos; PERES, J.R.R.; MEDEIROS, A.C. de S.; SEPEHAR, C.R.; URBEN FILHO, G.; MELLO de SOUZA, P.I. **Fungicidas para tratamento de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. EMBRAPA-CPAC. Comunicado Técnico 40, p.1-6. 1984.
- NASSER, L.C.B.; FREITAS, M.A. de ; OLIVEIRA, J.N.S. **Campo de demonstração de perdas pelo cancro da haste da soja a nível de lavoura, no município de Formosa GO**. Subprojeto: ATT. Relatório Interno. EMBRAPA-CPAC. p.12. 1995.
- NASSER, L.C.B.; SOUZA, P.; TEIXEIRA, C. **Cancro da haste da soja destrói lavouras no cerrado**. EMBRAPA-CPAC. Noticiário 005. 3p. 1993.
- ROMÁN, N. R. L. ***Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis*: Caracterização de isolados, avaliação e detecção de fontes de resistência e transmissão por semente em soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Brasília: Universidade de Brasília, 1995, p. 96. Tese de Mestrado.
- YORINORI, J.T. **Cancro da haste da soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1990. 8p. (EMBRAPA-CNPSO. Comunicado Técnico, 44).
- YORINORI, J.T.; ALMEIDA, M.R.A.; HOMECHIN, M.; KIIHL, R.A.S.; POLA, J.N. Epifitias do cancro da haste da soja nos municípios de Castro, Palmeira, Ponta Grossa e Tibagi, no Paraná e Rondonópolis, no Mato Grosso, na safra 1988/89. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 5. Campo Grande, 1989. **Resumos**. Londrina: EMBRAPA- CNPSO, 1989. p. 22-23.
- YORINORI, J.T.; CHARCHAR, M.J.d'A; NASSER, L.C.B.; HENNING, A.A. **Doenças da soja e seu controle**. In: CULTURA DA SOJA NOS CERRADOS. ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I. de M., eds., Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1993. 535p.

## GENETIC IMPROVEMENT THROUGH EXPLOITING NATURAL DIVERSITY

PETER C. KERRIDGE<sup>1</sup>, ESTEBAN A. PIZARRO<sup>1</sup>, JOSÉ FRANCISCO M. VALLS<sup>2</sup>,  
PEDRO J. ARGEL<sup>1</sup>, ALEXANDRE BARCELLOS<sup>3</sup> and BRIGITTE L. MAASS<sup>1</sup>

---

Genetic improvement suggests recombination and selection to many people. Indeed this has been the case with the common peanut (*A. hypogaea*), which has been domesticated for thousands of years and in this century been subject to improvement through classical breeding programs. However, molecular characterization has shown there is little polymorphism within *A. hypogaea*, in other words little chance of making major improvement with the existing variation. In the last 50 years, attention has been focused on the wealth of genetic diversity in other species of the genus. The focus initially was on species which might provide genes that would improve attributes within *A. hypogaea*. However, attention has been given recently to species that might be used directly as sources of livestock feed and for soil improvement.

Geraldo Pinto recognized the agronomic potential of one of these wild species, *A. pintoi*, which he collected in 1954, but it was not until 1967 that this accession was widely distributed. This paper presents an overview of the gradual realization of the potential impact that this species may have on agricultural production and sustainable land use in the future and measures being taken to increase the available genepool through collection and thus ensure that genetic diversity is conserved.

*A. pintoi* belongs to the section Caulorrhizae of the genus *Arachis*, which contains one other species, *A. repens*. Known occurrence is largely confined to the valleys of the

Jequitinhonha, Araçuaí, San Francisco and Parana rivers in Central Brazil. Collections made over the last five years have increased the number of accessions to 148.

Biochemical characterization shows no duplication of genetic material that has been collected to date. Agronomic characterization and evaluation have demonstrated contrasting features in growth, and adaptability to varying climatic conditions, from those with 1400 mm rainfall with a long dry season to 4000 mm with no period of soil moisture deficit.

It is a strong perennial with stoloniferous growth, with prolific underground seed production, and forms a dense cover under conditions where initial competition from other plants is controlled. Thus it has characteristics that make it compatible when grown with vigorous grasses or alternatively as a cover crop that can control weed growth. It is tolerant of shady conditions. However, it shows typical features of an undomesticated plant such as non-uniform flowering and seed set.

Agronomic data is presented on the impact on livestock production, on contribution to N fixation, on contribution as a cover legume in tree crops, its use in erosion control and as an ornamental.

Finally, there is a brief presentation of a collaborative research activity to increase the knowledge of the genetic diversity within the species with a view to ensure that there is safe *ex-situ* and *in-situ* conservation for the future.

---

<sup>1</sup> Centro Internacional de Agricultura Tropical.

<sup>2</sup> EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF, Brazil.

<sup>3</sup> EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, DF, Brazil.

# FLUXOS DE CO<sub>2</sub> SOBRE UM CERRADO *STRICTO SENSU*

JOYCE M.G. MONTEIRO<sup>1</sup> e ANTONIO C. MIRANDA<sup>2</sup>

## RESUMO

Fluxos de dióxido de carbono foram medidos pelo método de covariância de vórtices turbulentos sobre um cerrado *stricto sensu*, de julho a novembro de 1994 na Estação Ecológica de Águas Emendadas - DF. O cerrado foi um sumidouro (dreno) de CO<sub>2</sub> em julho e novembro e uma fonte em agosto,

setembro e outubro. Considerando a assimilação durante a estação chuvosa obtida em trabalhos anteriores, o cerrado *stricto sensu* pode contribuir significativamente para o balanço anual de carbono.

**Palavras-chave:** Savana, fluxo, CO<sub>2</sub>, carbono.

## ABSTRACT

### Flux of CO<sub>2</sub> on a *stricto sensu* "Cerrado"

Eddy correlation measurements of fluxes of carbon dioxide over a cerrado *stricto sensu* vegetation were carried out during the dry season of 1994 at the Estação Ecológica de Águas Emendadas - DF. The cerrado was a sink of CO<sub>2</sub> in July and November and a source in August, September

and October. Data from other work have shown that the cerrado *stricto sensu* behaved as a sink in the wet season, therefore, it may play an important role in the global carbon balance.

**Additional index words:** Savanna, carbon.

## INTRODUÇÃO

Com a Revolução Industrial a concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera tem aumentado rapidamente, principalmente devido à queima de combustíveis fósseis, produção de cimento, desflorestamento e queimadas (Gates, 1993). O CO<sub>2</sub> é considerado responsável por 60% do efeito estufa, isso porque sua concentração na atmosfera é ainda bem maior do que a de outros gases-estufa (Kirchhoff, 1992).

O balanço global anual de carbono (C) é atualmente considerado da seguinte forma: são liberadas para a atmosfera 5.5 Gt C/ano pela queima de combustíveis fósseis e de 1.0 a 2.0 Gt C/ano por desflorestamento e, por outro lado, são removidas da atmosfera 2.0 Gt C/ano pelos oceanos e 3.0 Gt C/

ano são armazenadas na atmosfera. Portanto, faltam cerca de 2 Gt C/ano para fechar o balanço anual.

A assimilação de carbono pelas florestas temperadas não são suficientes para fechar o balanço anual de carbono (Grace *et al.*, 1995; Wofsy *et al.*, 1993). Pouco se sabe sobre a contribuição dos sistemas savânicos no processo de absorção de carbono da atmosfera. Entretanto, as savanas cobrem uma superfície de cerca de 15 x 10<sup>12</sup> m<sup>2</sup> e representam cerca de 30% da produção primária de toda vegetação terrestre (IPCC, 1990). No Brasil, após a floresta tropical úmida com 3.5 x 10<sup>13</sup> m<sup>2</sup> o cerrado é o segundo mais importante ecossistema em termos de área ocupada (2.0 x 10<sup>12</sup> m<sup>2</sup>).

Este trabalho apresenta dados sobre fluxos de CO<sub>2</sub> entre um cerrado *stricto sensu* e a atmosfera, medidos pelo método de covariância dos vórtices turbulentos ("eddy

<sup>1</sup> Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, SIA, Trecho 2, Lote 1130, Brasília, DF 71200-020, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia, Brasília, DF 70910-900, Brasil.

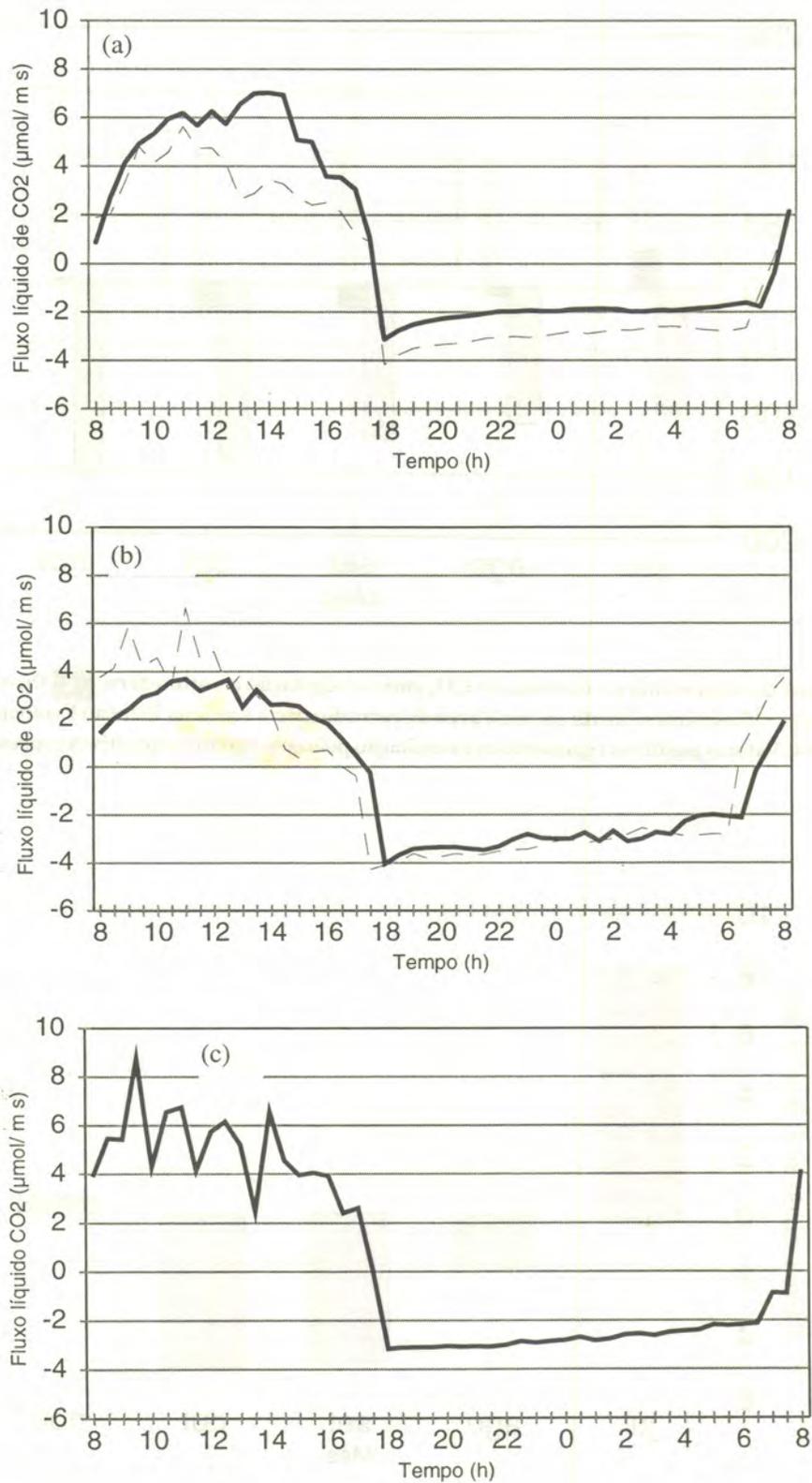


FIG. 1 - Variação diária de fluxo líquido de CO<sub>2</sub> em uma área de cerrado *stricto sensu*: (a) 31 de julho (linha grossa) e 27 de agosto (linha pontilhada); (b) 15 de setembro (linha grossa) e 22 de outubro (linha pontilhada) e (c) 11 de novembro na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF, 1994.

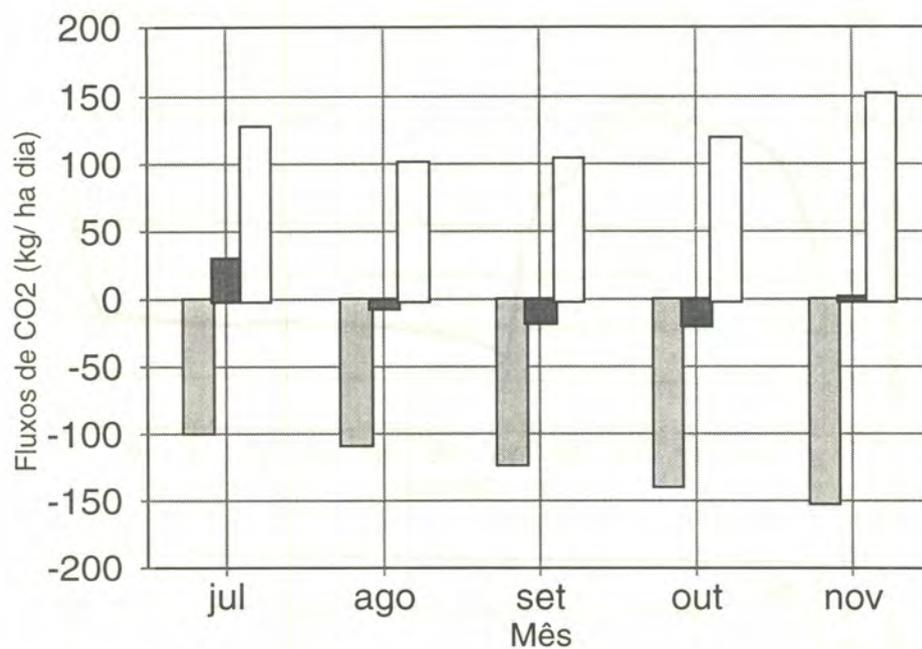


FIG. 2- Média mensal de valores diários da troca de CO<sub>2</sub> entre a vegetação e a atmosfera: ■ fluxo líquido de CO<sub>2</sub>, ■ respiração e □ fotossíntese bruta em uma área de cerrado *stricto sensu* na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF, 1994. Valores positivos representam assimilação pelo ecossistema e negativos representam liberação para atmosfera.

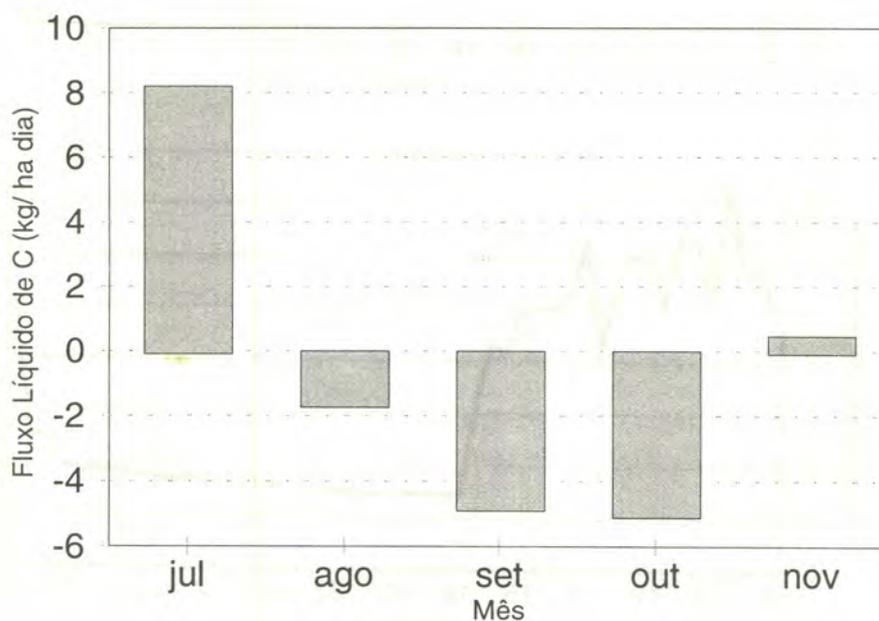


FIG. 3- Média mensal do somatório diário do fluxo líquido de carbono em uma área de cerrado *stricto sensu* na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF, 1994. Valores positivos representam assimilação pelo ecossistema e negativos representam liberação para a atmosfera.

correlation”) durante a estação seca de 1994. Esses dados visam complementar as informações já obtidas durante a estação chuvosa de 1993 (Miranda *et al.* 1995) e permitirão avaliar a contribuição deste sistema savânico no balanço anual de carbono.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado de julho a novembro de 1994 em uma área de cerrado *stricto sensu* da Estação Ecológica de Águas Emendadas (15°33'S, 47°36'W, 1000 m acima do nível do mar) localizada a 50 km à nordeste de Brasília - DF.

Uma torre de andaimes, de 12 metros de altura, foi utilizada para fixar os instrumentos de medidas micrometeorológicas. O vento passava por uma área extensa e plana de cerrado *stricto sensu* antes de chegar na torre.

O método utilizado foi o de covariância de vórtices turbulentos, desenvolvido por Swinbank em 1951. Esse é o único método que permite medidas diretas de fluxos de CO<sub>2</sub>, mas só tem sido usado recentemente graças ao avanço da tecnologia de microcomputadores portáteis e de instrumentos para medidas rápidas de flutuações da velocidade do vento e da concentração de CO<sub>2</sub>.

As três componentes do vetor velocidade do vento ( $u$ ,  $v$ ,  $w$ ) e a temperatura do ar ( $T_a$ ) foram medidas por um anemômetro sônico (Solent 3-D sonic anemometer, Biral, Bristol, UK) instalado a 15 m de altura.

A concentração de CO<sub>2</sub> foi medida por um analisador de gás infravermelho (IRGA 6262, LI-COR, Lincoln, Nebraska, USA). O ar foi aspirado próximo ao anemômetro sônico, a 4 litros/min, e levado ao analisador de gás por um tubo de 5.5 mm de diâmetro e 6 metros de comprimento (Dekabon 1300, Deane & Co., Glasgow, UK).

A velocidade do vento, temperatura do ar e concentração de CO<sub>2</sub> foram medidas a 21 Hz e transferidas para um computador (laptop 486 Toshiba) onde os fluxos eram calculados em tempo real pelo programa EDDYSOL da Universidade de Edimburgo (UK).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores máximos do fluxo líquido de CO<sub>2</sub> variaram de 7  $\mu\text{mol CO}_2/(\text{m}^2 \text{ s})$  no final de julho, para 3  $\mu\text{mol CO}_2/(\text{m}^2 \text{ s})$  em setembro, atingindo 9  $\mu\text{mol CO}_2/(\text{m}^2 \text{ s})$  na primeira quinzena de novembro (Figura 1). O balanço de CO<sub>2</sub> em 24 horas depende, no entanto, tanto da magnitude como da duração dos valores positivos e negativos do fluxo de CO<sub>2</sub>.

Durante a noite os fluxos de CO<sub>2</sub> representam a respiração do ecossistema, que em média foi de 2  $\mu\text{mol CO}_2/$

( $\text{m}^2 \text{ s})$  em julho e agosto, aumentando no decorrer da estação seca até atingir 3  $\mu\text{mol CO}_2/(\text{m}^2 \text{ s})$  em outubro e novembro.

Na Figura 1 observa-se que a média mensal do fluxo noturno de CO<sub>2</sub> (respiração) cresce no decorrer da seca. O somatório diário da fotossíntese bruta, que representa a quantidade de CO<sub>2</sub> que foi assimilada pelo ecossistema, com o avanço da estação seca teve o valor decrescendo de aproximadamente 135 kg CO<sub>2</sub>/ha dia em julho para 100 kg CO<sub>2</sub>/ha dia em agosto e setembro. Com o início das chuvas em outubro, as gramíneas quebram seu estado de dormência e, junto com folhas novas de outras espécies, fazem com que a taxa de fotossíntese bruta aumente. Já no início de novembro a fotossíntese bruta praticamente ultrapassa a respiração do ecossistema e o cerrado deixa de ser uma fonte de CO<sub>2</sub> para a atmosfera.

A média ponderada do somatório diário do fluxo líquido de C (Figura 3) mostra o valor de 8.2 kg C/ha dia no mês de julho indicando que após um período de 38 dias sem chuva a área de cerrado em estudo continua a se comportar como sumidouro de C. Depois, passa a se comportar como fonte de C para a atmosfera de agosto a outubro. No início de novembro volta a ser sumidouro.

## CONCLUSÃO

Durante os meses em estudo o balanço de CO<sub>2</sub> foi quase nulo e, de acordo com dados anteriores de Miranda *et al.* (1995, no prelo), durante a estação chuvosa o cerrado assimila mais carbono pelo processo de fotossíntese do que libera por respiração. Portanto, este cerrado *stricto sensu* assimila mais CO<sub>2</sub> durante o ano do que libera e pode contribuir significativamente para o balanço global de carbono.

## LITERATURA CITADA

- GATES, D. M. **Climate change and its biological consequences**. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts: 1993. 279op.
- GRACE, J.; LLOYD, J.; MCINTYRE, J.; MIRANDA, A.C.; MEIR, P.; MIRANDA, H.S.; NOBRE, C.; MONCRIEFF, J. B.; MASSHEDER, J.; MALHI, Y.; WRIGHT, I.; GASH, J. Carbon dioxide uptake by an undisturbed tropical rain forest in southwest Amazonia, 1992 to 1993. **Science**, v.270, p.778-780. 1995.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Climate change: the IPCC Scientific Assessment**. In: HOUGHTON, J.T.; JENKINS, G.J.; EPHARAUMS, J.J. eds., Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

KIRCHHOFF, V.W.J.H. **Queimadas na Amazônia e efeito estufa**. São Paulo: Editora Contexto, 1992. 188p.  
MIRANDA, A.C.; MIRANDA, H.S.; LLOYD, J.; GRACE, J.; FRANCEY, R.J.; MCINTYRE, J.A.; MEIR, P.; RIGGAN, P.; LOCKWOOD, R.; BRASS, J. Fluxes of carbon, water and energy over Brazilian cerrado: an analysis using eddy covariance and stable isotopes. **Plant Cell & Environment**, 1995. (no prelo).

SWINBANK, W.C. The measurements of vertical transfer of heat and water vapour by eddies in the lower atmosphere. **Journal of Meteorology**, v.8, p.135-145, 1951.  
WOFSY, S.C.; GOULDEN, M.L.; MUNGER, J.W.; FAN, S.C.; BAKWIN, P.S.; DAUBE, B.C.; BASSOW S.L.; BAZZAZ, F.A. Net exchange of CO<sub>2</sub> in a mid-latitude forest. **Science**, v.260, p.1314-1317, 1993.

---

**Manejo do Solo**  
*Soil Management*

# FRAÇÕES ORGÂNICAS E INORGÂNICAS DE FÓSFORO EM UM SOLO DE CERRADO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

ALEXANDRE G. de ARAÚJO<sup>1</sup>, MIGUEL A. AYARZA<sup>2</sup>, DENNIS K. FRIESEN<sup>2</sup>  
e LOURIVAL VILELA<sup>3</sup>

## RESUMO

Este trabalho foi realizado objetivando caracterizar as mudanças nas frações orgânicas ( $P_o$ ) e inorgânicas ( $P_i$ ) de fósforo, num latossolo vermelho-escuro argiloso de Cerrado, induzidas pelos seguintes sistemas de uso: cerrado nativo, pastagem contínua e culturas anuais, após quatro anos de manejo. Através do fracionamento seqüencial de P, foram analisadas amostras de solo de um experimento iniciado no

CPAC-EMBRAPA em 1991. Devido às maiores quantidades de P aplicadas, as frações mais lábeis de  $P_i$  e  $P_o$  foram em geral maiores nos sistemas de culturas. Em percentagem do P total, porém, somente as frações  $P_i$  lábeis sofreram acréscimo nesses sistemas.

**Palavras-chave:** Fracionamento seqüencial de fósforo, sistemas de uso e manejo do solo.

## ABSTRACT

### Sequential organic and inorganic phosphorus fractions in a "Cerrado" soil under different management systems

A study has been done to characterize the changes in organic ( $P_o$ ) and inorganic ( $P_i$ ) phosphorus fractions in a Dark Red Latosol, induced by the following land use systems: native cerrado, continuous grass-pasture and continuous cropping, after a 4-year period. The sequential P fractionation was used to analyse soil samples from a long term experiment that has been carried out in CPAC/EMBRAPA, since 1991.

The greater amounts of P added as fertilizer to the crops increased the most labile organic ( $P_o$ ) and inorganic ( $P_i$ ) phosphorus fractions in the soil. As a percentage of the total P, however, only the labile  $P_i$  fractions of cropping systems increased.

**Additional index words:** Sequential phosphorus fractionation, cerrados, land use.

## INTRODUÇÃO

Nos solos de cerrado, onde os teores naturais de fósforo disponível são baixos e a capacidade de fixação é alta, as formas orgânicas de P ( $P_o$ ) representam uma fonte importante de P para as plantas, através da mineralização (Tate, 1984). Portanto, é necessário o estudo dos mecanismos que contro-

lam o ciclo do P orgânico, o qual interfere diretamente no ciclo do  $P_i$ , via balanço mineralização/imobilização.

Uma alternativa para o estudo da dinâmica do P no solo é o fracionamento seqüencial, que remove primeiramente o P lábil e, em seguida, formas mais estáveis. Um dos primeiros métodos foi desenvolvido por Chang & Jackson (1957), ci-

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, CIAT/EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil.

<sup>2</sup> Pesquisador, CIAT (Convênio CIAT/EMBRAPA-CPAC), Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil

<sup>3</sup> Pesquisador, EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil.

tados por Tiessen & Moir (1993). Esse procedimento, porém, foi abandonado por apresentar sérios erros de interpretação. Mais recentemente, Hedley *et al.* (1982) desenvolveram um esquema de fracionamento sequencial que permitiu a separação e caracterização de diversas formas de P do solo. Primeiramente, é extraída a fração trocável. Em seguida, são extraídas as frações solúveis em bases e ácidos de forças variáveis. Pelo método, os autores mostraram que o cultivo de uma área por 65 anos com culturas anuais levou à redução do P total em 29 %, em relação a uma área adjacente com pastagem permanente. As perdas ocorreram tanto nas frações  $P_i$  lábeis quanto nas de  $P_o$  moderadamente lábeis. Num estudo utilizando o fracionamento sequencial de Hedley (1982) modificado, Tiessen *et al.* (1983) observaram que 65 anos de cultivo induziram à perda de 70 % das frações  $P_i$  prontamente disponíveis do solo. Já as perdas nas frações orgânicas foram de 45 % da perda de P total verificada.

O objetivo deste trabalho foi determinar as diversas frações de  $P_o$  e  $P_i$  do solo, nos sistemas cerrado nativo, pastagem cultivada e culturas anuais, através do método do fracionamento sequencial.

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de solo são oriundas de um experimento conduzido em parceria entre o CIAT e a EMBRAPA, que foi implantado em fins de 1991, num latossolo vermelho-escuro argiloso, no campo experimental do CPAC/EMBRAPA, Distrito Federal. Sua localização é 15°35' S e

47°42' W, a uma altitude de 1200 m. Trata-se de um experimento de longa duração, que visa a avaliar a eficiência de sistemas integrados de culturas anuais e pastagens na produtividade agropecuária e na manutenção das propriedades do solo. O projeto estuda sistemas de uso e manejo do solo, os quais incluem diferentes níveis de fertilidade, de preparo de solo e de intensidades de pastejo. A área total do experimento é de 14,2 ha, sendo que cada parcela tem 2 000 m<sup>2</sup>.

Os tratamentos escolhidos foram:

- 1 - Cerrado nativo;
- 2 - Pastagem de *Andropogon gayanus* (I1);
- 3 - Pastagem de *A. gayanus* (I2);
- 4 - Culturas anuais (soja-soja-milho-soja), T1;
- 5 - Culturas anuais (soja-soja-milho-soja), T2.

Nos tratamentos com pastagens, I1 é a intensidade de pastejo calculada para deixar um resíduo de forragem de  $\pm 1.500$  kg MS/ha; enquanto I2 é a intensidade para um resíduo de  $\pm 3.000$  kg MS/ha. Nos tratamentos com culturas, T1 é o sistema de preparo de solo convencional (grade aradora/niveladora); enquanto T2 é um sistema flexível (com aração profunda a partir do 2º ano). As quantidades de corretivos e de nutrientes aplicados aos diversos tratamentos encontram-se na Tabela 1. O delineamento experimental usado foi de blocos ao acaso, com duas repetições, sendo coletadas quatro amostras por parcela.

As amostras de solo foram coletadas na camada de 0-10 cm de profundidade, em maio de 1995 (após quatro anos de manejo, portanto). Após secagem ao ar, retirada das raízes e passagem por uma peneira de 2 mm, foram submetidas à metodologia do fracionamento sequencial de P, descrito por

**TABELA 1 - Relação de corretivos aplicados e adubação efetuada no experimento de integração de culturas anuais-pastagem. CPAC, Planaltina, DF, 1991-1994.**

Ano-culturas	Corretivos e nutrientes					
	Calcário <sup>1</sup>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Micros <sup>2</sup>	Gesso agrícola <sup>3</sup>
	t/ha		kg/ha		t/ha	
	Culturas anuais					
1991-soja	5,8	-	98	98	63	2,8
1992-soja	-	-	100	100	-	-
1993-milho	-	80	100	60	2 <sup>4</sup>	-
1994-soja	-	-	100	100	-	-
	Pastagens					
1991	3,4	-	90	-	30	-

<sup>1</sup> PRNT = 45%.

<sup>2</sup> Micronutrientes aplicados na forma de FTE BR-12 (9% de Zn, 1,8% de B, 0,8% de Cu, 3,0% de Fe, 2,0% de Mn e 0,1% de Mo).

<sup>3</sup> Teor de água no gesso de 22,6%.

<sup>4</sup> Zinco aplicado através da fórmula 05-25-15+Zn.

Tiessen & Moir (1993). Assim, as diferentes frações de  $P_0$  e  $P_i$  foram determinadas, usando os reagentes:  $H_2O$  com resina trocadora aniônica, 0,5 M  $NaHCO_3$ , 0,1 M  $NaOH$ , 1 M  $HCl$  e  $HCl$  concentrado/quente. O P residual foi determinado através da digestão do restante do solo com ácido perclórico. O  $P_i$  foi determinado pelo método do ácido ascórbico-molibdato. O P total nos extratos em  $H_2O$ ,  $NaHCO_3$ ,  $NaOH$  e  $HCl$  concentrado/quente foi medido após a digestão com  $K_2S_2O_8$ . O  $P_0$  foi estimado pela diferença entre P total e  $P_i$ .

## RESULTADOS

Os resultados das diversas frações de  $P_i$  e  $P_0$  encontram-se na Tabela 2. Observa-se que, em geral, não houve diferença significativa entre o cerrado e as pastagens. Demonstra-se, assim, que a quantidade de P aplicada nas pastagens não foi suficiente para aumentar os níveis de P mais lábeis, após quatro anos de manejo. Este resultado é semelhante ao obtido nos Llanos colombianos, num experimento de longa duração, em que foram comparadas uma pastagem nativa (savana) e uma pastagem de *Brachiaria decumbens* (CIAT, 1994).

Nas frações resin- $P_i$ ,  $H_2O$ - $P_0$ , Bic- $P_i$  e Bic- $P_0$ , que são consideradas as mais prontamente disponíveis às plantas, observa-se que os tratamentos envolvendo culturas anuais

diferiram dos demais, mostrando a importância do suprimento de  $P_i$  ao solo para manter teores de P adequados nas frações mais lábeis (Chauhan *et al.*, 1981).

A fração  $P_i$ -HCl IM apresentou valores muito baixos para todos os tratamentos. Esse resultado era esperado, uma vez que o HCl diluído extrai principalmente o P ligado a minerais primários ricos em Ca, os quais são escassos no solo em estudo (Tiessen & Moir, 1993). Na fração residual, que é formada por compostos altamente recalcitrantes, os tratamentos não diferiram, indicando que todo o P aplicado ainda se encontra em formas potencialmente aproveitáveis pelas plantas.

Observa-se que os valores encontrados no tratamento cultura T2 foram, em geral, maiores em relação às pastagens e ao cerrado, porém menores em relação à cultura T1. Denota-se o efeito da diluição do adubo aplicado, devido ao preparo de solo profundo realizado no tratamento T2.

Uma vez que as quantidades de P aplicadas foram muito distintas entre os tratamentos, é interessante também analisar os resultados em termos relativos (Tabela 2). Em percentagem do P total, os tratamentos de culturas apresentaram maiores valores nas frações inorgânicas mais lábeis, assim como na  $P_i$ -NaOH, considerada moderadamente lábil. Porém, o fato de as frações orgânicas terem se mantido praticamente sem alterações, em termos relativos, indica que o aumento das frações inorgânicas deveu-se muito mais à presença do fertilizante fosfatado do que à mineralização do  $P_0$ .

TABELA 2 - Frações de P orgânico e inorgânico na camada de 0-10 cm nos sistemas de cerrado nativo, pastagens e culturas<sup>1</sup>. CPAC, Planaltina, DF.

	Fração de P										
	Resina- $P_i$	$H_2O$ - $P_0$	Bic- $P_i$	Bic- $P_0$	NaOH- $P_i$	NaOH- $P_0$	HCl- $P_i$	HClhc- $P_i$ <sup>2</sup>	HClhc- $P_0$	Resid- $P$ <sup>3</sup>	P SUM <sup>4</sup>
mg/kg de solo											
CERRADO	0.79 b	2.24 ab	2.33 c	6.74 b	26.30 c	40.55 b	0.61 a	55.70 b	6.63 a	114.62 a	256.50 c
Sum (%) <sup>5</sup>	0.31	0.88	0.90	2.65	10.26	15.84	0.25	21.69	2.66	44.57	100.00
PAST I1	1.40 b	1.88 b	4.21 bc	6.70 b	31.73 c	40.95 b	0.42 a	62.94 ab	3.52 a	112.97 a	266.73 bc
Sum (%)	0.52	0.71	1.56	2.56	11.93	15.40	0.17	23.55	1.27	42.32	100.00
PAST I2	1.61 b	1.97 b	4.61 bc	6.90 b	32.95 c	45.85 ab	0.20 a	58.15 b	4.73 a	118.62 a	275.59 bc
Sum (%)	0.60	0.74	1.71	2.60	12.08	16.74	0.09	21.10	1.53	42.81	100.00
CULT T1	6.92 a	2.80 a	15.00 a	8.53 a	68.19 a	56.57 a	1.06 a	73.85 a	5.85 a	134.98 a	373.75 a
Sum (%)	1.82	0.75	3.98	2.29	18.20	15.13	0.29	19.81	1.63	36.10	100.00
CULT T2	3.91 ab	2.36 ab	9.91 ab	7.91 a	50.53 b	48.26 ab	0.44 a	64.98 ab	3.01 a	130.51 a	321.82 ab
Sum (%)	1.19	0.75	3.03	2.51	15.59	14.97	0.14	20.31	0.90	40.61	100.00

<sup>1</sup>Médias de 8 amostras por tratamento. Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste t ao nível de 5%.

<sup>2</sup>Extrato de HCl concentrado/quente.

<sup>3</sup>P residual.

<sup>4</sup>Somatório de todas as frações.

<sup>5</sup>Valores em percentagem de P SUM.

## CONCLUSÕES

1) Em termos absolutos, as frações mais lábeis (extraídas em  $H_2O$ , resina e  $NaHCO_3$ ) de  $P_i$  e  $P_o$  foram geralmente maiores nos tratamentos com culturas anuais, os quais receberam maior adubação. A fração P-residual não diferiu entre os tratamentos;

2) Em percentagem do P total, as frações  $P_i$  lábeis diferiram das demais nos tratamentos de cultura. Já as frações  $P_o$  lábeis foram semelhantes nos três sistemas.

## LITERATURA CITADA

- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Annual Report 1994**. Tropical Lowlands Program, CIAT, Cali, Colombia. 258 p., 1995.
- CHAUHAN, B.S.; STEWART, J.W.B.; PAUL, E.A. Effect of labile inorganic phosphate status and organic carbon additions on the microbial uptake of phosphorus in soils. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.61, p.373-385, 1981.
- HEDLEY, M.J.; STEWART, J.W.B.; CHAUHAN, B.S. Changes in inorganic and organic soil phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubations. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.46, p.970-976, 1982.
- TATE, K.R. The biological transformation of P in soil. **Plant and Soil**, The Hague, v.76, p.245-256, 1984.
- TIESSEN, H.; MOIR, J.O. Characterization of available P by sequential extraction. In: CARTER, M.R., ed., **Soil sampling and methods of analysis**. Boca Raton: CRC Press, 1993. p. 75-86.
- TIESSEN, H.; STEWART, J.W.B.; MOIR, J.O. Changes in organic and inorganic phosphorus composition of two grassland soils and their particle size fractions during 60-90 years of cultivation. **Journal of Soil Science**, Oxford, v.34, p.815-823, 1983.
-

# INFLUENCE OF LAND-USE ON THE DISTRIBUTION OF WATER STABLE AGGREGATES AND P STATUS OF SANDY AND CLAYEY CERRADO OXISOLS, BRAZIL

JULIA LILIENFEIN<sup>1</sup>, ANETTE FREIBAUER<sup>1</sup>, HENRY NEUFELDT<sup>1</sup>, ROELOF WESTERHOF<sup>1</sup>, MIGUEL A. AYARZA<sup>2</sup>, JOSÉ E. DA SILVA<sup>3</sup>, DIMAS V.S. RESCK<sup>3</sup> and WOLFGANG ZECH<sup>1</sup>

---

## ABSTRACT

Aggregate fractionation and a modified Hedley P fractionation were used to study the effects of land-use (conventional tillage and pasture in comparison to savanna) on bulk soil and macroaggregate fractions of a sandy and a clayey Cerrado Oxisol of Brazil.

The size distribution of water-stable aggregates under native Cerrado savanna is similar in the sandy and clayey soil. The large macroaggregate fraction (2-8 mm) is depleted under crop by 75 % and 30 % in the sandy and the clayey soil, respectively. Large macroaggregates are enriched in organic P relative to bulk soil only in the sandy Oxisol.

In the clayey soil total P concentrations are three times higher than in the sandy soil. In both soils the most important

P fractions are stable Fe associated inorganic P and organic P in savanna and pasture, but Al associated inorganic P for crops. The absolute concentrations of organic P are higher for crop than for savanna and pasture soils, but the proportion of organic P to plant available P is reduced.

After ten years of conventional tillage, aggregation and P status of the clayey Oxisol do not indicate strong degradation as small differences were encountered between the management systems. For the sandy crop a soil organic matter conserving management system is recommended to reduce aggregate disruption and depletion of formerly protected P fractions.

**Additional index words:** Macroaggregates, oxisol, phosphorous fractions.

---

## INTRODUCTION

Oxisols of the Brazilian Cerrados have a stable structure which is favourable for land-use. Following Tisdall and Oades (1982) model of aggregate hierarchy, large macroaggregates (> 2 mm) are formed of microaggregates (< 0.25 mm) with organic matter as the dominant binding agent. This explains why macroaggregation of a soil is influenced by soil management. Thus, inadequate land-use practices may destroy the macroaggregates causing surface soil crusting and then accelerated soil erosion as well as the release and

loss of nutrients, which have been protected within the interior of aggregates. In contrast, microaggregates are stabilised by inorganic binding agents which are unaffected by land-use. According to Oades & Waters (1991), macroaggregates of Oxisols are stabilised by organic and inorganic compounds. In addition to the low nutrient status and high phosphorous fixation capacity of Cerrado Oxisols, the loss of aggregate stability due to inadequate soil management can therefore become a major constraint.

To estimate the plant availability of soil P pools, Hedley *et al.* (1982) developed a sequential P fractionation method

---

<sup>1</sup> University of Bayreuth, Department of Soil Science and Soil Geography, Germany.

<sup>2</sup> CIAT, Cali, Colombia.

<sup>3</sup> EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, DF, Brazil.

that allows to extract inorganic and organic P fractions with increasingly stronger agents. Currently this P fractionation method is the only approach recommended to estimate plant available  $P_o$  and to characterise the soil P status applying the conceptual model of P pools and their transformations (Tiessen & Moir, 1993). In undisturbed Oxisols organic phosphorous ( $P_o$ ) is the dominant source of plant available P (Cross & Schlesinger, 1995) and Beck & Sanchez (1994) could show a greater influence of inorganic P fractions for high input systems for Peruvian Ultisols.

Up to now Hedley fractionation data for Oxisols are limited to few studies (Tiessen & Moir, 1993; Cross & Schlesinger, 1995). Furthermore, P dynamics in aggregate fractions have currently not been studied at all.

The objectives of this study were to quantify the effect of land-use practices (cropping, pasture) on the size distribution of water-stable aggregates of two Cerrado Oxisols and to characterise the P status in bulk soil and macroaggregate fractions with the Hedley *et al.* (1982) fractionation.

## MATERIAL AND METHODS

The study was carried out in the region of Uberlândia (Minas Gerais), Brazil. The treatments on both a sandy and a clayey Oxisol were (1) soybean/maize crop rotation for ten years with annual fertilisation of approximately 80 Kg P-ha<sup>-1</sup>·yr<sup>-1</sup>, (2) pasture (*Brachiaria decumbens* Stapf.) for twelve years, with an initial fertilisation of around 130 Kg P per ha of weakly soluble Araxá apatite, and (3) native Cerrado savanna as reference. Selected topsoil properties of the savanna soils are given in Table 1. The soils were classified as coarse-loamy isohyperthermic Typic Haplustox and as very fine isohyperthermic Anionic Acrustox (Neufeldt, unpublished data) according to Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1992). For each treatment, three soil samples consisting of two pooled subsamples were taken along a transect from a homogeneous 100x100 m<sup>2</sup> plot at a depth of 0 to 12 cm. An Uhland auger was used which allowed for sampling without disturbing aggregates. The field-fresh soil samples were gently sieved to 8 mm and oven-dried (40 °C). Aggregate fractionation was carried out in eight replicates after capillary rewetting of the soil with a Yoder sieving apparatus following the standard method of EMBRAPA-SNLCS (1979).

The soils were separated into five fractions and oven-dried (40 °C): 8 - 2 mm (the large macroaggregate fraction), 2 - 1 mm, 1 - 0.25 mm, 0.25 - 0.106 mm, and 0.106 - 0.053 mm. The fraction < 0.053 mm was calculated by difference between the total soil weight and the sum of all other fractions. Fractions 0.25 to 2 mm were pooled into the small aggregate fraction.

Bulk soil and large macroaggregates were sieved to 2 mm. Inorganic P ( $P_i$ ) and organic P ( $P_o$ ) of the bulk soil and the two macroaggregate fractions were determined following a modified sequential Hedley *et al.* (1982) fractionation. The fractionation scheme and a characterisation of the obtained fractions are given in Figure 1. Inorganic P was measured colorimetrically by the molybdenum blue method (Page, 1982). Total P ( $P_t$ ) in the extracts was measured with ICP-MS.  $P_o$  was calculated by difference between  $P_t$  and  $P_i$ .

Organic C, total N and total S were determined by dry combustion with a Elementar Vario EL CNS-Analyser. Texture as well as pH in H<sub>2</sub>O and KCl were obtained according to EMBRAPA-SNLCS (1979).

## RESULTS AND DISCUSSION

### Water-stable aggregates

Table 2 shows the distribution of water-stable aggregates. Generally differences are more pronounced on the sandy soil due to a lower content of clay, being responsible for the overall stronger aggregation of the clay soil sites (Oades and Water, 1991), but some change has occurred on the clay soil due to management as well. The difference between the two soils of contrasting texture is least between the savanna sites, where it might be considered insignificant. In comparison, large macroaggregates (LMA) of the crop sites are decreased by 78 % and 32 % on the sandy and clayey soil, respectively, when compared to the Cerrado sites. While the sandy soil pasture occupies an intermediate position, the amount of LMA lying between savanna and crop, the clay soil pasture shows a different dynamic. There LMA are enriched in comparison to the Cerrado savanna. The clay pasture's dense topsoil rooting system seems to be responsible for this enrichment.

TABLE 1 - Surface soil (0-12 cm) properties of the sandy-loam and clayey Oxisols under savanna vegetation.

	Corg	N <sub>t</sub>	S <sub>t</sub>	P <sub>t</sub>	pH		texture (%)		
					H <sub>2</sub> O	KCl	clay	silt	sand
Sandy-loam	10.4	0.7	0.12	0.10	5.0	4.2	18	1	81
Clay	23.5	1.5	0.20	0.30	4.6	4.2	70	7	23

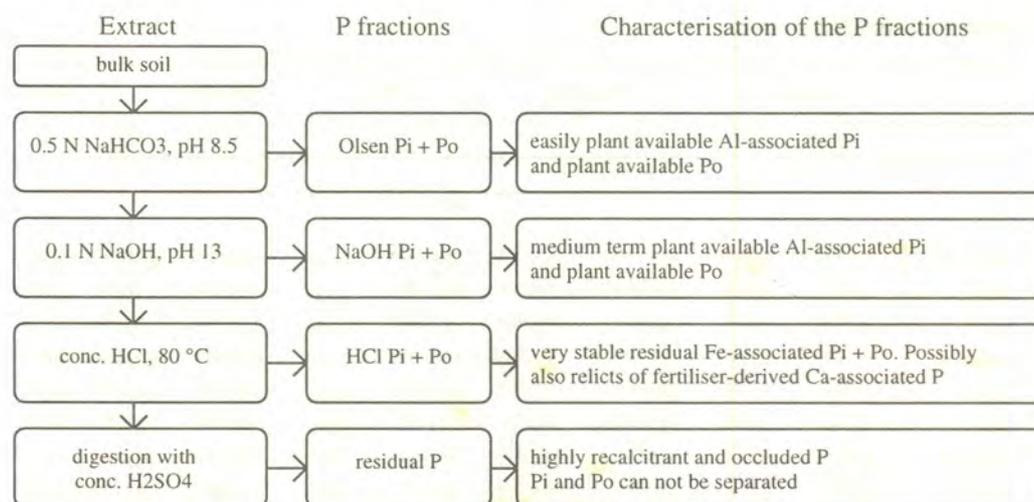


FIG. 1 - Schematic modified Hedley *et al.* (1982) fractionation and characterisation of obtained P forms.

TABLE 2 - Size distribution of water-stable aggregates.

Aggregate fraction	Sandy-loam soil			Clay soil		
	savanna	pasture	crop	savanna	pasture	crop
	% (weight/weight)					
LMA <sup>1</sup>	27	19	6	31	41	21
SMA <sup>2</sup>	63	68	78	62	54	71
MIA <sup>3</sup>	10	13	16	7	5	8

<sup>1</sup>large macroaggregates

<sup>2</sup>small macroaggregates

<sup>3</sup>microaggregates

TABLE 3 - P fractions of the sandy-loam oxisol.

Treatment land-use	Fraction	Olsen		NaOH		HCl		res. P Pi+O	Pi <sup>3</sup>	total P	
		Pi	PO	Pi	PO	Pi	PO			Pi	PO
mg P · kg <sup>-1</sup> soil											
Savanna	bulk soil	3Aa	3Aa	14Aa	24Aa	36Ba	n.d.	14Aa	68Aa	27Aa	95Aa
	LMA <sup>1</sup>	3Aa	4Aa	16Aa	36Ab	42Bb	n.d.	14Aa	75Aa	40ABb	115Ab
	SMA <sup>2</sup>	3Aa	3Aa	13Aa	29Aab	38Aab	n.d.	13Aa	67Aa	33Aab	100Aa
Pasture	bulk soil	3Aa	2Aa	15Aa	29Aa	27Aa	n.d.	14Aa	59Aa	31Aa	90Aa
	LMA	4Aa	3Aa	18Ab	33Aa	29Aa	n.d.	18Aa	69Aa	36Aa	104Ab
	SMA	3Aa	1Aa	16Aa	26Aa	28Aa	n.d.	14Aa	62Aa	28Aa	90Aa
Crop	bulk soil	14Ba	3Aa <sup>b</sup>	53Ba	40Bab	43Ca	n.d.	16Aa	126Ba	44Bab	170Ba
	LMA	17Ba	6Ab	77Bb	54Bb	85Cb	n.d.	28Bc	207Bb	60Bb	267Bb
	SMA	14Ba	1Aa	58Ba	28Aa	41Ba	n.d.	21Bb	134Ba	29Aa	163Ba

Same upper case letters are not different between land-use systems, and same lower case letters are not different between soil fractions for each land-use system at the  $p < 0.05$  level according to the LSD procedure

<sup>1</sup>large macroaggregates

<sup>2</sup>small macroaggregates

<sup>3</sup>assuming that Pres is completely inorganic

n.d. not detected

TABLE 4 - P fractions of the clay oxisol.

Treatment land-use	Fraction	Olsen		NaOH		HCl		res. P	P <sub>i</sub> <sup>3</sup>	total P	
		P <sub>i</sub>	P <sub>o</sub>	P <sub>i</sub>	P <sub>o</sub>	P <sub>i</sub>	P <sub>o</sub>	P <sub>i+o</sub>		P <sub>o</sub>	P <sub>i+o</sub>
mg P · kg <sup>-1</sup> soil											
Savanna	bulk soil	4 <sup>Aa</sup>	6 <sup>Aa</sup>	33 <sup>Aa</sup>	66 <sup>Aa</sup>	100 <sup>Ab</sup>	n.d.	93 <sup>Aa</sup>	230 <sup>Aa</sup>	73 <sup>Aa</sup>	303 <sup>Aa</sup>
	LMA <sup>1</sup>	5 <sup>Aa</sup>	5 <sup>Aa</sup>	33 <sup>Aa</sup>	70 <sup>Aa</sup>	100 <sup>Bb</sup>	n.d.	92 <sup>Aa</sup>	230 <sup>Aa</sup>	75 <sup>Aa</sup>	305 <sup>Aa</sup>
	SMA <sup>2</sup>	4 <sup>Aa</sup>	5 <sup>Aa</sup>	34 <sup>Aa</sup>	70 <sup>Aa</sup>	87 <sup>Aa</sup>	n.d.	107 <sup>Aa</sup>	232 <sup>Aa</sup>	76 <sup>Aa</sup>	308 <sup>Aa</sup>
Pasture	bulk soil	5 <sup>Aa</sup>	4 <sup>Aa</sup>	33 <sup>Aa</sup>	82 <sup>Aab</sup>	117 <sup>Aa</sup>	n.d.	108 <sup>Aa</sup>	263 <sup>Aa</sup>	86 <sup>Aab</sup>	349 <sup>Ab</sup>
	LMA	4 <sup>Aa</sup>	5 <sup>Aa</sup>	30 <sup>Aa</sup>	90 <sup>Bb</sup>	115 <sup>Ba</sup>	n.d.	95 <sup>Aa</sup>	244 <sup>Aa</sup>	95 <sup>Bb</sup>	339 <sup>Aab</sup>
	SMA	3 <sup>Aa</sup>	5 <sup>Aa</sup>	32 <sup>Aa</sup>	76 <sup>Aa</sup>	101 <sup>Aa</sup>	n.d.	93 <sup>Aa</sup>	229 <sup>Aa</sup>	81 <sup>Aa</sup>	310 <sup>Aa</sup>
Crop	bulk soil	14 <sup>Ba</sup>	9 <sup>Ba</sup>	95 <sup>Ba</sup>	100 <sup>Ba</sup>	94 <sup>Aa</sup>	33 <sup>a</sup>	106 <sup>Aa</sup>	309 <sup>Ba</sup>	142 <sup>Ba</sup>	451 <sup>Ba</sup>
	LMA	13 <sup>Ba</sup>	8 <sup>Ba</sup>	92 <sup>Ba</sup>	98 <sup>Ba</sup>	88 <sup>Aa</sup>	39 <sup>a</sup>	101 <sup>Aa</sup>	293 <sup>Ba</sup>	145 <sup>Ca</sup>	438 <sup>Ba</sup>
	SMA	13 <sup>Ba</sup>	7 <sup>Ba</sup>	90 <sup>Ba</sup>	95 <sup>Ba</sup>	98 <sup>Aa</sup>	34 <sup>a</sup>	99 <sup>Aa</sup>	300 <sup>Ba</sup>	137 <sup>Ba</sup>	437 <sup>Ba</sup>

Same upper case letters are not different between land-use systems, and same lower case letters are not different between soil fractions for each land-use system at the  $p < 0.05$  level according to the LSD procedure

<sup>1</sup>large macroaggregates

<sup>2</sup>small macroaggregates

<sup>3</sup>assuming that Pres is completely inorganic

n.d. not detected

Small macroaggregates (SMA) make up more than 50 % of all aggregates but relative differences between management systems or soils are small. Together with LMA they result in more than 80 % of the whole soil. Microaggregates (MIA) are slightly but significantly higher on the sandy soil than on the clay soil. Absolute differences between MIA are small, however, showing strong relative increase with respect to the savanna soil, such that on the sandy soil pasture and crop are enriched by respectively 30 % and 60 %. Again management effects are more accentuated on the sandy soil demonstrating its overall higher sensibility to inadequate management.

In general Tisdall & Oades (1982) model of aggregate hierarchy, large aggregates being composed of small aggregates that are formed of microaggregates, explains the patterns of aggregate enrichment/depletion on both soils well, but the different dynamics of the pasture sites remain unaccounted for.

### P fractions in bulk soil

#### Sandy soil

Phosphorous concentrations in seven P fractions of bulk soil, large and small macroaggregates are shown in Table 3. Total P contents of the pasture soils are at the same level as native Cerrado soils. Phosphorous fertiliser applied during the establishment of the pasture might have been removed from the system by grazing. Leaching can be disregarded because of the high P fixation capacity of the Oxisols. The high P level of the crop site is due to annual P application.

The most important P fractions in the native Cerrado and pasture soils are stable inorganic Fe-associated P (HCl-P<sub>i</sub>)

and organic P (NaOH-P<sub>o</sub>), representing 63 % of total P concentration in both treatments. Under cultivation, NaOH-P<sub>i</sub> is the most important fraction (31 % of total P).

Plant available P (Olsen-P<sub>t</sub> + NaOH-P<sub>t</sub>) is 44, 49, and 110 mg P · kg<sup>-1</sup> soil (46, 54, and 64 % of P<sub>t</sub>) in native Cerrado, pasture, and crop, respectively. Assuming that P<sub>res</sub> is completely inorganic, organic P accounts for 29, 33, and 26 % of P<sub>t</sub> but 62, 63, and 39 % of plant available P (Olsen-P<sub>t</sub> + NaOH-P<sub>t</sub>) in savanna, pasture, and crop, respectively. Thus, organic P is the major source of plant available P in the native Cerrado and pasture, but inorganic P is the dominant source of plant nutrition in fertilised cultivated soils. This agrees with results of Beck & Sanchez (1994).

Phosphorous fractions under pasture are not different from native Cerrado except for HCl-P<sub>i</sub> which has been reduced by one fourth under pasture. On the cultivation site, however, fertilisation has changed the P fractions to a large extent. Easily plant available Olsen-P<sub>i</sub> has increased 5.6 times in LMA under crop, but Olsen-P<sub>o</sub> has not changed. Thus the P<sub>i</sub>/P<sub>o</sub> ratio of the Olsen extract has increased from 0.75 in the native Cerrado to 4.5 in the crop. In the same manner medium term available NaOH-P<sub>i</sub> has increased 3.8 times and the P<sub>i</sub>/P<sub>o</sub> ratio from 0.44 to 1.43. Most of fertiliser P has been transformed into plant available Olsen-P<sub>i</sub> and NaOH-P<sub>i</sub> that are Al associated (Page, 1982). Crop soils contain more P<sub>o</sub> than pasture and native Cerrado sites, indicating that a small part of the inorganic P fertiliser has been incorporated into soil organic matter. Inorganic HCl-P was also significantly higher for the crop treatment. This fraction might contain some fertiliser-derived Ca-associated P next to the native stable Fe-P because the Ca-P fraction was not separated (Hedley *et al.*, 1982).

### Clayey soil

The clayey Oxisol has a higher P fixation capacity than the sandy soil because of a greater content of Al and Fe oxides and, thus, a higher proportion of  $P_{res}$  than the sandy one. Total P content of the clayey Oxisol is three times higher in comparison to the sandy soil, but plant available P is only doubled.

The plant available P concentrations (Olsen + NaOH-P) are 110, 124, and 218 mg P·Kg<sup>-1</sup> soil in bulk soil (36, 35, and 49 % of total P) in the clayey Oxisol in savanna, pasture, and crop, respectively (Table 4). Organic P accounts for 24, 25, and 31 % of total P and 66, 70, and 50 % of plant available P in savanna, pasture, and crop, respectively. One third of total P is highly recalcitrant  $P_{res}$ , which seems not to be affected by land-use.

Same upper case letters are not different between land-use systems, and same lower case letters are not different between soil fractions for each land-use system at the  $p < 0.05$  level according to the LSD procedure

The proportion of organic P is similar in both clayey and sandy native Cerrados and pastures, but crop  $P_o$  of the clay soil contributes more to total and plant available P than sandy soil  $P_o$ . The contribution of P fractions to plant nutrition is similar for both soils. Active  $P_o$  (Olsen- $P_o$ , NaOH- $P_o$ ) dominates in the native Cerrados and pastures. On the sandy and the clayey crop, Al-P, partially derived from the fixation of fertiliser P, is the most important P fraction. On the clayey crop site fertiliser accumulated in the plant available P fractions and caused an increase in all organic P fractions. The clay soil crop is the only treatment where organic P was detected in the HCl extract. Thus, fertilisation has created a stable organic P pool only in the clayey but not in the sandy crop. Fertiliser P in the sandy crop, however, accumulated in all inorganic P fractions, including the more recalcitrant ones.

### P fractions in aggregates

As 63 to 78 % of bulk soil consists of small macroaggregates on the sandy Oxisol, most of the P fractions are similar in SMA and bulk soil. Total P contents in the large macroaggregates are 21, 16, and 57 % higher than in bulk soil for Cerrado, pasture, and crop, respectively. Thus, LMA are an important reservoir for plant available P on the coarse textured soil, especially in fertilised cultures what agrees with results published by Tisdall & Oades (1982). The data indicates that disruption of LMA by cropping causes a rapid release and loss of formerly protected P. Aggregate protecting management systems, like no-till, are thus indicated to impede P depletion.

In contrast to the sandy Oxisol P fractions in the two macroaggregate fractions of the clayey Oxisol do not differ expressively from bulk soil and thus could be less affected by land-use in another way than bulk soil.

## CONCLUSIONS

Organic matter might be an important stabilising agent of large macroaggregates and possibly one of the stabilising agents of small macroaggregates, thus fitting into Tisdall & Oades (1982) conceptual aggregate model. However, oxides affect the overall aggregation of the clay soil to a greater extent than on the sandy soil, such that macroaggregate stability is generally greater on the clay soil confirming Oades & Waters (1991).

Topsoil aggregation is greater with rooting intensity and decreases with increasing management due to tillage and loss of organic matter. Concomitant to the loss of soil structure, macroaggregate disruption on the sandy Oxisol leads to a rapid release of formerly protected P, that is enriched in these aggregates with respect to bulk soil. Therefore a soil structure conserving management, like no-tillage or some kind of pasture-crop rotation system, seems necessary to avoid degradation on the sandy Oxisol. On the clay soil, however, due to the generally high aggregate stability, this degradative effect due to cultivation is less expressive.

Organic P fractions form the major plant available P forms on both soils for the savanna and pasture soils. Regular fertilisation leads to a change so that now inorganic fertiliser derived labile P forms are the main constituents of plant P nutrition, confirming the results of Beck and Sanchez (1994). Labile fertiliser  $P_i$  is fixed into more recalcitrant P forms by the transformation to Al-P and Fe-P upon cultivation. The possibility to follow these transformations in detail proves the usefulness of the Hedley et al. (1982) fractionation to characterise the P status of differently managed Cerrado Oxisols.

## ACKNOWLEDGEMENTS

We kindly acknowledge the financial support of the study by the German Federal Ministry of Economic Collaboration (BMZ). Logistic support was kindly given by EMBRAPA-CPAC, Planaltina (DF), Brazil. We also acknowledge W. Wilcke for a critical review of the presented paper and G. Guggenberger for helpful suggestions.

## REFERENCES

- BECK, M.A.; SANCHEZ, P.A. Soil phosphorus dynamics during 18 years of cultivation on a Typic Paleudult. *Soil Science*, v.34, p.1424-1431, 1994.
- CROSS, A.F.; SCHLESINGER, W.H. A literature review and evaluation of the Hedley fractionation: applications to the biogeochemical cycle of soil phosphorus in natural ecosystems. *Geoderma*, v.64, p.197-214, 1995.

EMBRAPA-SNLCS. **Manual de métodos de análise de solo.**  
Rio de Janeiro. 1979.

HEDLEY, M.J.; STEWART, J.W.B.; CHAUBAN, B.S. Changes in inorganic and organic soil phosphorous fractions by cultivation practices and by laboratory incubations. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.46, p.970-976, 1982.

OADES, J.M.; WATERS, A.G. Aggregate hierarchy in soils. **Aust. J. Soil. Res.**, v.29, p.815-828, 1991.

PAGE (ed.). **Methods of soil analysis**, Part 2. Chemical and microbiological properties. Agronomy Monograph n°

9. 2, Madison, USA: ASA-SSA, 1982.

SOIL Survey Staff. **Keys to Soil Taxonomy.** SMSS Technical Monograph n. 19, 5. 1992.

TIESSEN, H.; MOIR, J.O. Characterization of available P by sequential extraction.. *In*: CARTER, M.R., ed., **Soil sampling and methods of analysis.** Boca Raton: CRC Press, 1993. p.75-86

TISDALL, J.M.; OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**, v.33, p.141-163, 1982.

# CARACTERIZAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO DE AGREGADOS DE DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO E SEU CONTEÚDO DE CARBONO EM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO NA REGIÃO DOS CERRADOS, BRASIL

HAMILTON M. GUEDES<sup>1</sup>, DIMAS V. S. RESCK<sup>2</sup>, ISAÍAS da S. PEREIRA<sup>3</sup>, JOSÉ E. da SILVA<sup>3</sup> e LUÍS HERNAN R. CASTRO<sup>3</sup>

## RESUMO

Os sistemas de preparo do solo, quebram os agregados, expondo a matéria orgânica ao ataque de microrganismos e causando, como consequência, a perda de carbono do solo. Cada implemento atua de uma maneira específica no solo, modificando algumas de suas propriedades de uma maneira peculiar. Neste trabalho estudaram-se a caracterização da distribuição do tamanho de agregados em seis sistemas de manejo: arado de discos (AD), cerrado (CE), eucalipto (EUC), grade pesada (GP), pastagem (PAST), plantio direto (PD) e os seus respectivos conteúdos de carbono em latossolo vermelho-escuro argiloso, na região, dos Cerrados em cinco profundidades, com cinco repetições, na área experimental do CPAC-EMBRAPA, Planaltina, Distrito Federal. Foram usados dois procedimentos para preparação dos agregados: (1) as amostras de solo utilizadas foram passadas em peneira de 8mm; (2) as amostras utilizadas foram passadas em peneira de 8mm e retidas em peneira de 2mm. A distribuição das classes de agregados nos diferentes sistemas de manejo, foi diferen-

te quando se considerou os dois procedimentos de separação. Nos sistemas de manejo CE, EUC, PAST e GP a curva característica de distribuição de agregados teve um comportamento exponencial quando foi utilizado o procedimento 2. Os valores de carbono orgânico (CO), no procedimento 1, não diferiram estatisticamente nas classes de agregados >2mm, >1mm, >0,5mm, >0,25mm para os sistemas de manejo AD, CE, GP e PAST. Os maiores percentuais de carbono orgânico nestes sistemas também ocorreu nestas classes de agregados. No sistema de manejo EUC o maior valor de CO ocorreu na classe de agregados >2mm, já no sistema de manejo GP, ocorreram nas classes >2mm, >1mm, >0,5mm e >0,25mm. Em todos os sistemas de manejo a classe de agregados >0,106mm foi a que apresentou os menores percentuais de carbono orgânico.

**Palavras chave-** Manejo do solo, sistemas de preparo do solo, estabilidade de agregados, carbono orgânico do solo.

## ABSTRACT

### Characterization of the aggregate size distribution from diferent soil management systems and its organic carbon content in dark red latosol in the "Cerrados" region, Brazil

Soil tillage breaks down the aggregates, exposing the organic matter to microorganisms action, resulting in loss of soil carbon. Each implement has its specific action, changing some soil properties in a specific way. In this work, it was

studied the characterization of aggregate size distribution in six management systems: disc plow (AD), "cerrado"(CE), eucaliptus (EUC), disc harrow (GP), pasture (PAST), no-till (PD) and its carbon content in clayey dark red latosol in the

<sup>1</sup> Pós graduando UnB/EMBRAPA, Bolsista do CNPq.

<sup>2</sup> Pesquisador, PhD, CPAC-EMBRAPA, BR 020 Km18, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil.

<sup>3</sup> Pós graduando UnB/EMBRAPA, Bolsista da CAPES.

“cerrados” region, in five depths with five replications, in the experimental field of CPAC-EMBRAPA, Planaltina DF, Brazil. Soil samples were selected by two procedures: (1) samples passed through a 8mm-sieve and (2) samples passed through a 8mm-sieve and retained in a 2mm-sieve. Aggregate size distribution curves in the management systems: CE, EUC, PAST and GP presented an exponential shape when was used the procedure number 2. Organic carbon values (CO), in the procedure 1, were not statistically different in the aggregates >2mm, >1mm, >0,5mm and >0,25mm for the AD, CE, GP e PAST

management systems. The highest organic carbon values also occurred in these aggregates size. In the EUC management system the highest CO values occurred in aggregates >2mm whereas in the GP management system occurred in the aggregates >2mm, >1mm, >0,5mm, e >0,25mm. The lowest values for OC was found in aggregates >0,106mm for all management systems studied.

**Additional index words:** Soil management, soil tillage systems, water stable aggregates, soil organic carbon.

## INTRODUÇÃO

Para a exploração dos solos na região dos Cerrados tem que se levar em consideração os elementos que compõem o manejo do solo, ou seja, a calagem, a adubação, a rotação de culturas e os sistemas de preparo. O manejo pode provocar alterações nas propriedades físicas, químicas, físico-químicas e microbiológicas do solo. Através dos sistemas de preparo utilizados, a proteção física da matéria orgânica, deixa de existir em função da quebra dos agregados, expondo-a ao ataque dos microrganismos e causando, como consequência, a perda do carbono do solo (Tisdall & Oades, 1982; e Anderson & Flanagan, 1989). A matéria orgânica tem um papel fundamental nos processos de formação de agregados do solo porque é um agente cimentante bastante eficaz na formação da estrutura do solo (Oades *et al.*, 1989). Possivelmente, cada tipo de implemento atue de uma maneira específica no solo, causando algum tipo de perturbação. Em função disso, é razoável supor que cada implemento modifique determinadas propriedades do solo de uma maneira peculiar.

Este trabalho tem por objetivo caracterizar a distribuição do tamanho de agregados e do seu conteúdo de carbono em seis sistemas de manejo.

## MATERIAL E MÉTODOS

A amostragem de material do solo para as análises físicas e químicas foram realizadas na área experimental do CPAC-EMBRAPA, Planaltina, Distrito Federal, em seis sistemas de manejo: Cerrado (CE), Eucalipto (EUC), Pastagem (Past), Plantio Direto (PD), Arado de Discos (AD) e Grade Pesada (GP), em latossolo vermelho-escuro argiloso, com uma média de 10 anos de uso para os sistemas cultivados, em 5 profundidades: 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm, com 5 repetições.

Foram realizadas análises físicas e químicas: estabilidade de agregados (%AGRE) (por via úmida), carbono orgânico (CO) pelo método de Mebius (Mebius, 1960). Para análise

dos agregados foram utilizados dois procedimentos: (1) os agregados passaram por uma peneira de 8 mm apenas (< 8 mm); (2) os agregados foram selecionados após passarem em uma peneira de 8 mm e serem retidos numa peneira de 2 mm (8 a 2 mm). O procedimento 1 representa o que ocorre no campo sem exclusão de qualquer tamanho de agregados, o procedimento 2 reproduz a metodologia de rotina usada em laboratório para análise de agregados. Após esta seleção, procedeu-se a análise de estabilidade de agregados por via úmida, colocando-se 100 g de amostra de solo na parte superior de um conjunto de peneiras com 2; 1; 0,5; 0,25 e 0,106 mm de diâmetro, segundo Kemper & Chepil (1965).

Foram utilizadas neste estudo médias das cinco profundidades, de todas as repetições, para cada diâmetro de agregado (>2, 2-1, 1-0,5, 0,5-0,25, 0,25-0,106, <0,106 mm) que neste trabalho serão representados por >2, >1, >0,5, >0,25, >0,106, <0,106 e denominados de classe de agregados.

Neste estudo foi utilizado um programa (Profile), para diferenciação estatística de solos, ao nível de significância de 5%, cuja análise de variância determina a tendência polinomial ortogonal, estabelecendo os valores para os parâmetros de um polinômio  $y = p_0 + p_1x + p_2x^2 + p_3x^3$ , onde  $y$  representa as propriedades químicas e físicas consideradas (%AGRE e %CO) e o  $x$  são os valores das profundidades consideradas. Quando  $x=0$ , não se considera a profundidade e  $y = p_0$ , exprime a média geral, considerando-se as cinco profundidades e as cinco repetições, ou seja, têm-se a média dos valores das propriedades.  $P_1$  é o parâmetro da equação que indica a taxa de aumento ou redução dos valores das propriedades estudadas por unidade de profundidade (em centímetros). Os efeitos quadráticos ( $p_2$ ) e cúbicos ( $p_3$ ) desta equação não serão analisados neste trabalho devido a complexidade de sua interpretação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos para percentual de agregados estáveis em água analisados em profundidade em todos os sistemas de manejo são mostrados nas figuras 1A e 1B.

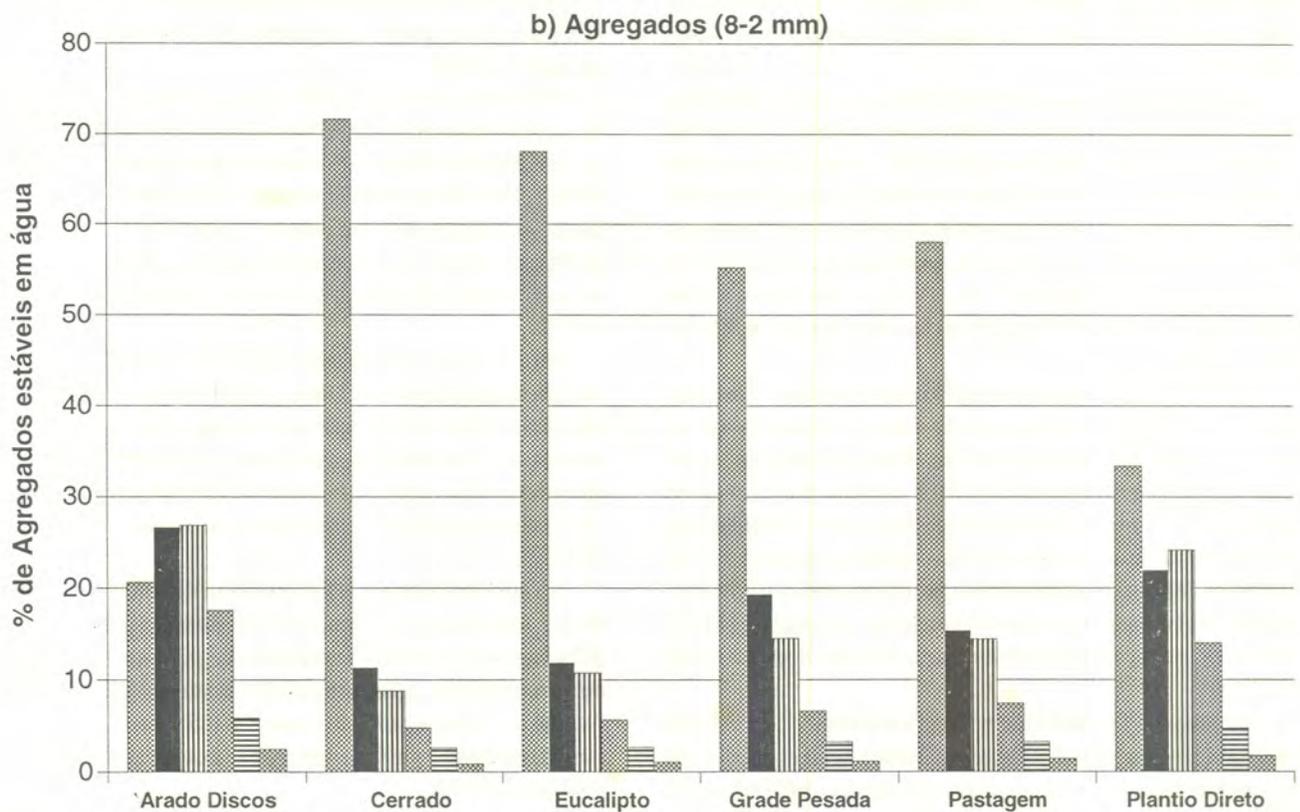
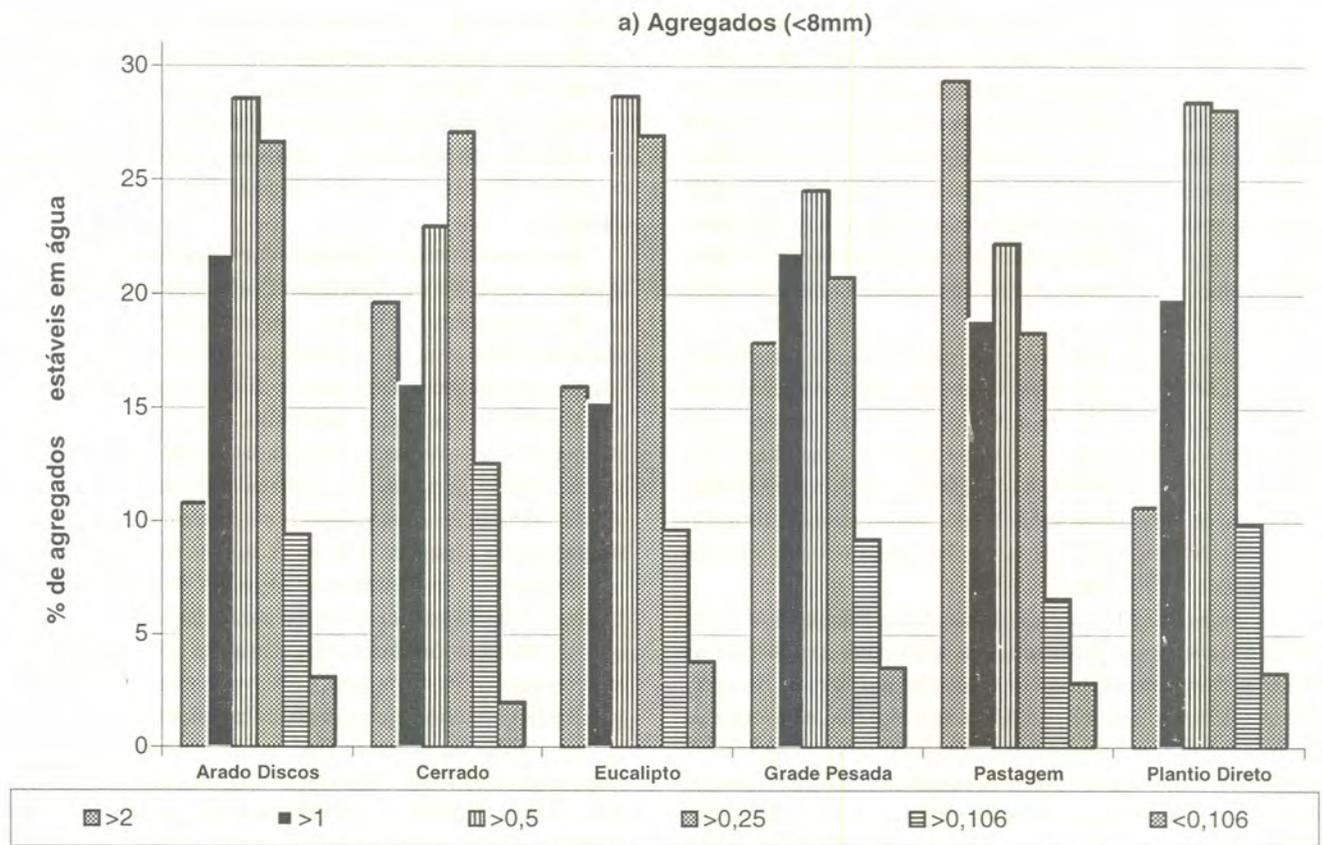


FIG. 1 - Percentual de agregados estáveis em água nos sistemas de manejo AD, CE, EUC, GP, Past e PD.

No manejo AD, analisado pelo procedimento 1, a curva característica de distribuição de agregados foi semelhante a uma normal, onde a maior frequência ocorreu nas classes de agregados  $>0,5$  mm (28,51%) e as menores frequências nas classes  $>2,0$  mm (10,76%),  $>0,106$  (9,37%) e  $<0,106$  mm (3,05%). Estas classes de agregados foram diferentes entre si. A análise pelo procedimento 2 apresentou uma curva de distribuição de agregados também semelhante a uma normal, onde as maiores frequências ficaram entre as classes  $>1$  mm (26,69%) e  $>0,5$  mm (26,87%).

No manejo CE, analisado pelo procedimento 1 a curva de distribuição de agregados foi bimodal, onde todas as classes de agregados foram diferentes entre si. Os valores de maior frequência de agregados foram observados, nas classes de agregados  $>2$  mm (19,59%),  $>0,5$  (22,91%) e  $>0,25$  mm (27,03%). A análise pelo procedimento 2, apresentou uma distribuição que se assemelha a uma exponencial, cuja maior frequência ocorreu na classe  $>2$  mm (71,63%).

No manejo EUC, analisado pelo procedimento 1, a curva de distribuição de agregados foi unimodal, sendo que as maiores frequências foram encontradas nas classes de agregados  $>0,5$  mm (28,61%) e  $>0,25$  mm (26,87%), sendo que as classes  $>2$  mm e  $>1$  mm, não diferiram entre si (15,39%  $\pm$  0,45%), diferindo-se, porém, estatisticamente, de todos os outros classes, que por sua vez diferiram entre si. A análise pelo procedimento 2 apresentou uma curva característica de distribuição de agregados, semelhante a uma exponencial, com maior frequência na classe de agregado  $>2$  mm (68,12%).

No manejo GP, analisado pelo procedimento 1, a distribuição dos agregados apresentou uma curva normal com maior frequência na classe  $>0,5$  mm (24,51%), vindo em seguida as classes  $>1$  mm e  $>0,25$  mm, não diferindo entre si estatisticamente (21,29%  $\pm$  0,80%), porém, diferindo-se de todos os outros classes, que, por sua vez, não diferiram entre si. Na análise pelo procedimento 2 a curva foi semelhante a uma exponencial com maior frequência na classe de agregados  $>2$  mm (55,23%).

No manejo PAST, analisado pelo procedimento 1, a distribuição de agregados seguiu uma curva bimodal, onde as maiores frequências ocorreram nas classes de agregados  $>2$  mm (29,31%) e  $>0,5$  mm (22,18%), seguido das classes de agregados  $>1$  mm e  $>0,25$  mm (18,68%  $\pm$  0,44%), diferenciando-se estatisticamente das outras classes, que por sua vez diferiram entre si. Na análise pelo procedimento 2, o comportamento da curva foi exponencial como nos sistemas CE, EUC, GP, sendo que a maior frequência ocorreu na classe  $>2$  mm (58,10%).

No manejo PD, analisado pelo procedimento 1, a curva de distribuição de agregados foi semelhante a uma normal, com as maiores frequências nas classes de agregados  $>0,5$  mm e  $>0,25$  mm (28,22%  $\pm$  0,24%) não diferentes entre si estatisticamente, que por sua vez diferiram das outras classes. As

classes de agregados  $>2$  mm e  $>0,106$  mm também não diferiram entre si estatisticamente (10,22%  $\pm$  0,54%), embora tenham sido diferentes dos demais. A análise pelo procedimento 2 apresentou uma curva bimodal onde as maiores frequências de agregados foram observadas nas classes  $>2$  mm (33,37%) e  $>0,5$  mm (24,15%), estas diferentes entre si.

Do exposto, pode-se constatar que o procedimento 1 (agregados  $<8$  mm) e o procedimento 2 (agregados 8-2 mm), para um mesmo sistema de manejo, apresentaram curvas características de distribuição de agregados diferentes, e por conseguinte apresentaram frequências diferenciadas das diferentes classes de agregados estudadas. Em todos os sistemas de manejo, as maiores frequências foram observadas no procedimento 2, e na classe de agregados  $>2$  mm, com exceção de AD. A seleção dos agregados no procedimento 2 à priori da análise de agregados, fez com que se obtivesse aqueles agregados mais resistentes nas amostras de cada sistema de manejo. Esta resistência possivelmente advém da constituição da matéria orgânica recalcitrante, sintetizada pelos microorganismos, composta, provavelmente, de lignina e de polifenóis, materiais que são de lenta decomposição.

Na análise do parâmetro  $p_1$ , no procedimento 1, observou-se que no sistema de manejo AD, as classes de agregados  $>2$  mm,  $>0,5$  mm e  $<0,106$  mm não diferiram entre si, embora os agregados  $>2$  mm tivessem decrescido à taxa de 0,508% com a profundidade, os agregados  $>0,5$  mm cresceram a taxa de 0,535% e os agregados  $<0,106$  mm decresceram a taxa de 1,258%.

No sistema de manejo CE, no procedimento 1, os valores de  $p_1$ , nas classes de agregados  $>1$  mm,  $>0,5$  mm,  $>0,25$  mm e  $<0,106$  mm não diferiram entre si, e apresentaram um aumento de 1,84% de agregados para cada centímetro de profundidade. As classes de agregados  $>2$  mm e  $>0,106$  mm não diferiram entre si, apresentando uma taxa média de redução no percentual de agregados com a profundidade igual a 3,62%.

Para o sistema de manejo EUC, no procedimento 1, os classes de agregados  $>0,5$  mm,  $>0,106$  mm e  $<0,106$  mm não diferiram entre si em relação aos valores de  $p_1$ . As mais elevadas taxas de aumento de agregados com a profundidade foram observadas na classe  $>2$  mm (8,729%) e as maiores taxas de redução foram encontradas na classe  $>0,25$  mm (7,812%).

No sistema de manejo GP, no procedimento 1, os valores de  $p_1$ , nas classes  $>2$  mm,  $>0,106$  mm e  $<0,106$  mm, não diferiram entre si, sendo representados por uma taxa negativa de percentual de agregados com a profundidade de 1,87%. As classes de agregados  $>1$  mm e  $>0,5$  mm, não apresentaram diferenças significativas e sua taxa foi positiva correspondente a 0,99%.

No sistema de manejo PAST, no procedimento 1, as classes de agregados  $>0,5$  mm,  $>0,25$  mm e  $>0,106$  mm, não

diferiram estatisticamente, com uma taxa de redução de agregados com a profundidade igual a 4,10%.

No sistema de manejo PD, no procedimento 1, não houve diferenças estatísticas entre as classes de agregados > 2 mm e > 0,106 mm, com uma taxa de redução de agregados de 5,47%, enquanto os agregados > 1 mm e > 0,5 mm não diferiram entre si e apresentaram uma taxa de aumento de agregados com a profundidade de 5,82%.

Observando os valores de  $P_0$  para CO, no procedimento 1, no sistema de manejo AD, pôde-se constatar que o CO nas classes de agregados > 2 mm, > 1 mm e > 0,5 mm não diferiram entre si ( $1,91\% \pm 0,02\%$ ), embora tenham se diferenciado dos demais. No sistema de manejo CE as classes de agregados > 2 mm, > 1 mm e > 0,5 mm não diferiram entre si com relação aos teores de carbono ( $2,49\% \pm 0,07\%$ ), sendo que, a classe < 0,106 mm diferiu estatisticamente de todas as outras classes de agregados. No sistema de manejo EUC as classes de agregados > 0,5 mm, > 0,25 mm e > 0,106 mm não diferiram entre si quanto ao carbono orgânico ( $2,12\% \pm 0,13\%$ ). Para o sistema de manejo GP, as classes de agregados > 2 mm, > 1 mm, > 0,5 e > 0,25 mm não se diferiram estatisticamente entre si ( $1,82\% \pm 0,03\%$ ). O sistema de manejo PAST apresentou o mesmo comportamento do sistema de manejo GP sendo a média destas classes de agregados, neste sistema de manejo, igual a  $2,17\% \pm 0,05\%$ . No sistema de manejo PD, os agregados de tamanho > 2 mm, > 1 mm e > 0,5 mm não diferiram entre si ( $2,46\% \pm 0,85\%$ ). Assim, os valores de CO não se diferiram estatisticamente nas classes de agregados > 2 mm, > 1 mm, > 0,5 mm, > 0,25 mm para os sistemas de manejo AD, CE, GP e PAST. Os maiores percentuais de carbono orgânico nestes sistemas também ocorreu nestas classes de agregados. No sistema de manejo EUC o maior valor de CO ocorreu na classe de agregados > 2 mm, já no sistema de manejo GP ocorreu nas classes > 2 mm, > 1 mm, > 0,5 mm e > 0,25 mm. Em todos os sistemas de manejo a classe de agregados > 0,106 mm foi a que apresentou os menores percentuais de carbono orgânico.

Para os valores de  $p_1$ , no procedimento 1, o conteúdo de CO diminuiu com a profundidade para todos os sistemas de manejo. No sistema de manejo AD, as taxas de redução de CO não diferiram entre si quando comparadas todas as classes de agregados (-0,66%). Para o sistema de manejo CE, não houve diferenças significativas entre as classes de agregados para os valores de  $p_1$  (-1,07%) em relação a CO. No sistema de manejo EUC, as classes de agregados > 2 mm, > 1 mm, > 0,5 mm não diferiram estatisticamente entre si quanto a taxa de redução (-0,97%) de CO. Por sua vez, no sistema de manejo GP, todas as classes de agregados não diferiram entre si quanto a taxa de redução (0,65%) de CO. No sistema de manejo PAST, não existiram diferenças significativas entre as classes de agregados > 2 mm, > 1 mm, > 0,5 mm e > 0,25 mm ( $p_1=0,77\%$ ) quanto a taxa de redução de CO. No PD, os valo-

res para este coeficiente, para as classes de agregados > 1 mm, > 0,5 mm e > 0,25 mm, não diferiram entre si (1,19%).

## CONCLUSÕES

Conclui-se que a distribuição das classes de agregados nos diferentes sistemas de manejos, foi diferente quando se considerou o procedimento 1 (agregados < 8 mm) e o procedimento 2 (agregados 8-2 mm).

No procedimento 1 e no procedimento 2, os sistemas de manejos apresentaram diferentes curvas de distribuição de classes de agregados, sendo alguns semelhantes com relação às curvas, porém, diferentes com relação à frequência de distribuição das classes de agregados, ocorrida nas diferentes classes.

Nos sistemas de manejos CE, EUC, PAST e GP, no procedimento 2, a curva predominante, foi uma exponencial, tendo sua maior frequência ocorrida na classe de agregados > 2 mm.

Os valores de CO, no procedimento 1, não foram diferentes estatisticamente nas classes de agregados > 2 mm, > 1 mm, > 0,5 mm, > 0,25 mm para os sistemas de manejo AD, CE, GP e PAST. Os maiores percentuais de carbono orgânico nestes sistemas também ocorreu nestas classes de agregados. No sistema de manejo EUC o maior valor de CO ocorreu na classe de agregados > 2 mm, já no sistema de manejo GP ocorreu nas classes > 2 mm, > 1 mm, > 0,5 mm e > 0,25 mm. Em todos os sistemas de manejo a classe de agregados > 0,106 mm foi a que apresentou os menores percentuais de carbono orgânico.

## LITERATURA CITADA

- ANDERSON, J.M.; FLANAGAN, P.W. Biological process regulating organic matter dynamics in tropical soils. In: COLEMAN *et al.*, ed., **Dynamics of soil organic matter in tropical soils**. Honolulu: Univ. of Hawaii, 1989. p.97-123.
- KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: BLACK C.A. ed., **Methods of soil analysis. Agronomy**. v.9, p.499-510, 1965.
- MEBIUS, L.J. A rapid method for the determination of organic carbon in soil. **Anal. Chim. Acta**, p.120-124, 1960.
- OADES, J.M.; GILLMAN, G. P.; UEHARA, G. Interactions of soil organic matter and variable-charge clays. In: COLEMAN *et al.*, ed., **Dynamics of soil organic matter in tropical soils**. Honolulu: Univ. of Hawaii, 1989. p.69-95.
- TISDAL, J.M.; OADES, J.M. Organic matter and water stable aggregates in soils, **Journal Soil Science**, v.33, p.141-163, 1982.

# DIAGNOSE FOLIAR NA CULTURA DA SOJA EM ÁREAS DE IMPLANTAÇÃO DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR EM GOIANÉSIA-GO, BRASIL<sup>1</sup>

WILSON M. LEANDRO<sup>2</sup>, J.P. OLIVEIRA JÚNIOR<sup>2</sup>, E. M. BRASIL<sup>2</sup>, S.A. OLIVEIRA<sup>3</sup>, J.C. CHITOLINA<sup>4</sup>, R.T. REIS<sup>5</sup>, R.L. DIAS<sup>6</sup>, R.T. MAGALHÃES<sup>2</sup> e S.A. BOTELHO<sup>7</sup>

## RESUMO

A cultura da soja é de grande importância agrícola no Estado de Goiás. No município de Goianésia, importante região produtora de açúcar e álcool, a cultura da soja constitui opção de cultivo na implantação e reforma de canaviais. O plantio desta cultura é feito em solos típicos de vegetação de cerrado. Com o objetivo de diagnosticar quais os nutrientes mais limitantes à produção da soja, áreas de três fazendas da empresa Jalles Machado Açúcar e Álcool S.A. foram visitadas e, conforme as características locais de topografia, tipo de solo etc., foram divididas em glebas, procurando-se manter uniformidade dentro das glebas e diferenças entre as mesmas. As folhas de soja foram coletadas quando mais de 50% das plantas estavam florescendo. Coletaram-se a 3ª folha a partir do ápice, e 30 folhas por gleba. A produção foi

obtida, retirando-se aleatoriamente um metro linear de plantas de soja em 10 pontos. Os teores de P e S apresentam-se predominantemente na classe baixa, demonstrando que tais nutrientes são os mais limitantes à cultura da soja. Os baixos teores deste elemento se devem à alta capacidade de passagem de P lábil para não-lábil nestes solos. Os baixos teores de S são consequência, provavelmente, do uso de formulações mais concentradas (sem super-simples e sulfato de amônio) e às altas precipitações que ocorreram na época do florescimento, lixiviando os sulfatos a camadas mais profundas. Os teores de Ca e Mg demonstram que o uso de calcário dolomítico corrige a deficiência destes elementos.

**Palavras-chave:** Análise foliar, nutrição mineral, solos cerrados.

## ABSTRACT

### Soybean leaf diagnosis in new sugarcane areas in Goianésia, Goiás state, Brazil

Soybean growing is of great importance for the State of Goiás. In the Goianésia municipality, an important sugar and alcohol area, soybean has been an option in the sugarcane crop management. The objective of this research was to determine the limiting nutrients for soybean growing.

Homogeneous areas of three farms were selected and 30 leaves per area collected at 50% soybean flowering stage, sampling the third leaf from the top. Yielding was determined in a ten 1m soybean row random sample per area. P and S contents were found mostly in the lower classes, being identified as

<sup>1</sup> Dados parciais do Projeto: Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação para a Cultura da Soja na Região de Goianésia, GO, Convênio JALLES Machado Açúcar e Álcool S.A./EA/UFG.

<sup>2</sup> Professor, Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Departamento de Agricultura, Caixa Postal 131, Goiânia, GO 75001-970, Brasil.

<sup>3</sup> Professor, Universidade de Brasília, Departamento de Agronomia, Brasília, DF.

<sup>4</sup> Professor, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Química, Piracicaba, SP, Brasil.

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, Jalles Machado Açúcar e Alcool S.A., Goianésia, GO, Brasil.

<sup>6</sup> Estudante, Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Goiânia, GO, Brasil.

<sup>7</sup> Engenheiro Agrônomo, EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Goiânia, GO, Brasil.

the most limiting nutrients for soybean growing. The low P content is explained by the high transformation capacity to non labile-P forms of these soils. The low S contents are probably due to use of more concentrated fertilizer formulae (without single super phosphate and ammonium sulfate) and

to high rainfall at the flowering stage which would leach sulfates deeper in the profile. Ca and Mg contents shows dolomite lime has eliminated deficiencies.

**Additional index words:** Leaf, analysis, plant nutrition, savannas soils

## INTRODUÇÃO

A cultura da soja é de grande importância agrícola no Estado de Goiás. No município de Goianésia, importante região produtora de açúcar e álcool, a cultura da soja constitui opção de cultivo na implantação e reforma de canaviais. O plantio desta cultura é feito em solos típicos de vegetação de cerrado. Tais solos apresentam vários problemas nutricionais, advindos da acidez do solo e da deficiência de elementos, como P, K, Ca, Mg, S e toxidez de Al, Mn e Fe. A análise foliar constitui uma ferramenta para diagnosticar quais são os nutrientes mais limitantes a obtenção de altas produtividades de soja.

Neste contexto, o objetivo do trabalho é diagnosticar quais os nutrientes mais limitantes à produção da soja.

## MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de três Fazendas (Esplanada, Palmital e Tapajós) da empresa Jalles Machado Açúcar e Álcool S.A. foram visitadas e, conforme as características locais de topografia, tipo de solo etc., foram divididas em glebas (aproximadamente 10.000 m<sup>2</sup>), procurando-se manter uniformidade dentro das glebas e diferenças entre as mesmas. Nestas glebas (116) foram coletadas amostras de folhas de soja cv BR-15 quando mais de 50% das plantas estavam florescendo. Coletaram-se a 3ª folha a partir do ápice, e 30 folhas por gleba (Malavolta *et*

*al.*, 1989). A produção foi obtida, retirando-se aleatoriamente um metro linear de plantas de soja em 10 pontos. As amostras de folha foram analisadas conforme metodologia de Bataglia *et al.* (1978). Os níveis de adubação (uso comercial) variaram de 250 a 350 kg/ha das fórmula 2-20-20 e 2-20-18.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores máximo, mínimo, médio, coeficiente de variação e curtose para os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S. Verifica-se pelos dados apresentados que os teores médios dos nutrientes, com exceção do P, Ca, S e Zn, estão acima do nível crítico. Na Tabela 2 e apresentada a distribuição de freqüência dos dados de análise foliar, conforme classe de interpretação apresentada por Malavolta *et al.* (1989). As produções médias obtidas nas glebas foram 3.234 (coeficiente de variação de 15%). Os teores de P e S estão predominantemente na classe baixa, demonstrando que tais nutrientes são os mais limitantes à cultura da soja. Os baixos teores de P se deve à sua alta capacidade de passagem a P lábil para não-lábil nestes solos. Solos ácidos com altos teores de óxidos de Fe e Al apresentam esta característica. Os baixos teores de S são consequência, provavelmente, do uso de formulações mais concentradas (sem super-simples e sulfato de amônio) e às altas precipitações que ocorreram na época do florescimento, lixiviando os sulfatos a

**TABELA 1 - Teores máximos, médios, mínimos, coeficiente de variação e curtose para os nutrientes nas folhas, soja cv. BR-15, Goianésia, GO (1995), 116 glebas.**

Nutriente	Teores máximos	Teores mínimos	Teores Médios	Coeficiente de Variação (%)	Curtose
N (g/kg)	59,0	48,0	39,0	7,84	0,44
P (g/kg)	02,7	02,2	01,6	10,57	-0,40
K (g/kg)	29,8	24,0	19,4	10,96	-0,67
Ca (g/kg)	11,8	08,5	05,6	15,47	-0,33
Mg (g/kg)	09,0	04,0	02,0	16,58	24,0
S (g/kg)	02,9	02,0	01,6	12,36	0,04
Cu (mg/kg)	18	10	6	22,18	0,93
Fe (mg/kg)	260	95	66	31,09	11,54
Mn (mg/kg)	230	59	30	54,99	4,30
Zn (mg/kg)	49	29	19	16,45	1,16

**TABELA 2 - Distribuição de freqüência dos nutrientes nas folhas. Soja cv BR-15, Goianésia, GO (1995) 116 glebas.**

Nutriente	Abaixo adequado %	Adequado %	Acima adequado %
N	1,72	67,24	31,03
P	97,41	2,58	-
K	-	63,80	36,20
Ca	-	100,00	-
Mg	1,72	98,28	-
S	96,55	2,58	0,86
Cu	46,55	53,44	-
Fe	-	100,00	-
Mn	-	83,62	16,38
Zn	-	97,42	-

camadas mais profundas. Os teores de Ca e Mg demonstram que o uso de calcário dolomítico corrige a deficiência destes elementos.

### CONCLUSÕES

Os nutrientes mais limitantes para a cultura da soja, diagnosticados pela análise foliar, foram o P (97,41%) e S (96,55%).

### LITERATURA CITADA

- BATAGLIA, O. C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M.C.; GALLO, J.R. **Análise química de plantas. Circular Técnica.** n.º 87. Campinas: Instituto Agronômico, 1978. 31p. (Circular Técnica, 87).
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Assoc. Bras. para Pesq. da Potassa e do Fosfato, 1989. 199p.

# NÍVEIS DE SUFICIÊNCIA NO SOLO PARA SOJA (BR-15 E IAC-15) EM GOIANÉSIA-GO, ATRAVÉS DO MÉTODO DRIS<sup>1</sup>

WILSON M. LEANDRO<sup>2</sup>, SEBASTIÃO A. OLIVEIRA<sup>3</sup>, E. M. BRASIL<sup>2</sup>, J. P. OLIVEIRA JR.<sup>2</sup>, J. C. CHITOLINA<sup>4</sup>, R. T. REIS<sup>5</sup>, S. R. ARTIAGA<sup>6</sup>, S. R. PEREIRA<sup>6</sup> e S. A. BOTELHO<sup>7</sup>

## RESUMO

A cultura da soja é de grande importância agrícola no Estado de Goiás. As principais limitações desta cultura são de ordem nutricional. Um dos métodos mais utilizados para a diagnose do estado nutricional é a análise do solo. O método DRIS constitui uma alternativa para contornar as restrições do método de interpretação pelos níveis críticos. Áreas de três fazendas (Esplanada, Palmital e Tapajós) da empresa Jalles Machado Açúcar e Álcool S.A. foram visitadas e, conforme as características locais de topografia, tipo de solo etc., foram divididas em glebas, procurando-se manter uniformidade dentro das glebas e diferenças entre as mesmas. Nestas glebas foram coletadas amostras de solo, quando mais de 50% das plantas estavam em

florescimento. A produção foi obtida, retirando-se aleatoriamente um metro linear de plantas de soja em 10 pontos. Montou-se um banco de dados, do qual calcularam-se os índices Dris para cada gleba. Com base nestes dados, calculou-se a ordem de limitação dos nutrientes em % de ocorrência das glebas. Para a cv BR-15 a ordem de limitação foi: CTC (21,7%) > P (20,3%) > Mat. Orgânica (17,4%) > V% (15,9%) > K (14,5%) > Mg (7,2%) > Ca (2,9%). Para a cv IAC-15 a ordem de limitação foi: P (38,0%) > V% (22,8%) > Mat. Orgânica (18,5%) > K (7,6%) > CTC (6,5%) > Mg (5,4%) > Ca (1,1%).

**Palavras-chave:** Análise de solo, soja, solos de cerrado, nutrição mineral.

## ABSTRACT

### Soil nutrient sufficiency levels for soybean by the dris method

Soybean is a crop of great importance for Goiás State, Brazil. Plant nutrition is among the most important crop limiting factors. Soil analysis is widely used to assess plant nutrition status. The DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System) is an alternative to overcome restrictions to the critical levels interpretation method. Three farms were divided in homogeneous areas and soil was sampled at soybean 50% flowering stage. Yielding was determined from ten random 1m row soybean samples. A database was built and DRIS indexes calculated for each area. Nutrient limiting

rank was calculated as a percentage of occurrence in each area. For the BR-15 soybean cultivar the limitations were ranked as follows: CEC (21,7%) > P (20,3%) > % soil organic matter (17,4%) > base saturation (15,9%) > K (14,5%) > Mg (7,2%) > Ca (2,9%). For the IAC-15 cultivar the limiting ranking was: P (38,0%) > V (22,8%) > % soil organic matter (18,5%) > K (7,6%) > CEC (6,5%) > Mg (5,4%) > Ca (1,1%).

**Additional index words:** Soil analysis, cerrado soils, plant nutrition.

<sup>1</sup> Dados parciais do Projeto: Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação para a cultura da Soja na região de Goianésia, GO, convênio JALLES MACHADO AÇUCAR E ÁLCOOL S.A./EA-UFG.

<sup>2</sup> Professor, Universidade Federal de Goiás, Departamento de Agricultura, Escola de Agronomia, Caixa Postal 131, Goiânia, GO, 75001-970, Brasil.

<sup>3</sup> Professor, Universidade de Brasília, Departamento de Agronomia, Brasília, DF, Brasil.

<sup>4</sup> Professor, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Química, Piracicaba, SP, Brasil.

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, Jalles Machado Açúcar e Álcool S.A., Goianésia, GO, Brasil.

<sup>6</sup> Estudante, Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Goiânia, GO, Brasil.

<sup>7</sup> Engenheira Agrônoma, EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Goiânia, GO, Brasil.

## INTRODUÇÃO

A cultura da soja é de grande importância agrícola no Estado de Goiás. No município de Goianésia, importante região produtora de açúcar e álcool, a cultura da soja constitui opção de cultivo na implantação e reforma de canaviais. As principais limitações desta cultura são de ordem nutricional. Um dos métodos mais utilizados para a diagnose do estado nutricional é a análise do solo. A análise do solo interpretada pelo método dos níveis críticos apresenta as seguintes restrições: interpreta individualmente os nutrientes, não levando em consideração as interações existentes entre os mesmos (Sumner, 1977; Malavolta *et al.*, 1989); não permite um ordenamento dos fatores nutricionais limitantes de produção (Bataglia, 1992). O DRIS constitui uma alternativa para contornar estas restrições. O método DRIS tem sido empregado satisfatoriamente para a interpretação de análise de folhas (Hanson, 1981; Sumner, 1979) e análises de solo (Oliveira & Cassol, 1995) para diagnosticar o estado nutricional de culturas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de três fazendas (Esplanada, Palmital e Tapajós) da empresa Jalles Machado Açúcar e Álcool S.A. foram visitadas e, conforme as características locais de topografia, tipo de solo etc., foram divididas em glebas (aproximadamente 10.000 m<sup>2</sup>), procurando-se manter uniformidade dentro das glebas e diferenças entre as mesmas. Nesta glebas (69 para a cv BR-15 e 98 para a cv IAC-15) foram coletadas amostras de solo, quando mais de 50% das plantas estavam

em florescimento. Coletaram-se dez subamostras/gleba nas linhas de plantio. As amostras de solo foram analisadas conforme metodologia da EMBRAPA (1979). A produção foi obtida retirando-se aleatoriamente um metro linear de plantas de soja em 10 pontos. Com estes dados (Tabelas 1 e 2, respectivamente, para as cv BR-15 e IAC-15) montou-se um banco de dados, do qual calcularam-se os índices Dris para cada gleba. Os níveis de suficiência (1ª aproximação) foram estimados utilizando-se regressão polinomial do segundo grau entre os índices (variável dependente) e os teores no solo (variáveis independentes), para um índice zero. Após o cálculo destes níveis e mediante o uso de superfície de respostas (teores no solo x produtividade), foram feitos cálculos de simulação com a finalidade de encontrar as concentrações dos nutrientes capazes de proporcionar uma produtividade maior ou igual a 3 000 kg/ha, nas melhores condições de balanço nutricional (2ª aproximação).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados da 2ª aproximação e as superfícies de resposta, foram calculados os níveis de suficiência para diferentes produtividades (Tabelas 3 e 4, respectivamente para as cv BR-15 e IAC-15). Com base nestes dados, calculou-se a ordem de limitação dos nutrientes em % de ocorrência das glebas. Para a cv BR-15 a ordem de limitação foi: CTC (21,7%) > P (20,3%) > Mat. Orgânica (17,4%) > V% (15,9%) > K (14,5%) > Mg (7,2%) > Ca (2,9%). Para a cv IAC-15 a ordem de limitação foi: P (38,0%) > V% (22,8%) > Mat. Orgânica (18,5%) > K (7,6%) > CTC (6,5%) > Mg (5,4%) > Ca (1,1%).

TABELA 1 - Valores máximo, mínimo, média, coeficiente de variação (C.V.) e curtose para parâmetro e análise de solo (0 - 20 cm profundidade), soja BR-15, Goianésia-GO (69 observações).

Variável	Teor mínimo	Teor máximo	Média	C.V. (%)	Curtose
Produção (kg/ha)	2 284	4 568	3 234	15	-0.49
Fósforo ( $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ )	1	10	5	41	-0.35
Matéria orgânica (g/kg)	7	40	17	32	4.21
pH	5.6	7.3	6.3	5	0.14
Potássio ( $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ )	53	191	100	30	0.92
Cálcio Cmol (c/kg)	0.8	3.1	1.63	28	0.77
Magnésio (Cmol c/kg)	0.8	2.1	1.3	25	1.05
Al (Cmol c/kg)	0.0	0.5	0.03	30	0.92
M (%)	0.0	15.4	1.13	296	9.13
CTC (Cmol c/kg)	3.4	8.2	5.8	20	-0.58
V (%)	32.8	84.3	55.7	20	-0.49
Argila (g/kg)	190	540	326	25	-0.01
Relação Ca/Mg	0.6	1.9	1.3	18	1.05

**TABELA 2 - Valores máximo, mínimo, média, coeficiente de variação (c.v.) e curtose para parâmetro e análise de solo (0 - 20 cm profundidade). Soja IAC-15. Goianésia-GO. (98 observações).**

Variável	Teor min.	Teor max.	Média	C.V. (%)	Curtose
Produção (kg/ha)	870	4 747	2 710	23	0.77
Fósforo ( $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ )	0	9	3	65	-0.82
Matéria orgânica (g/kg)	5.0	79.0	26.7	40	5.29
pH	4.4	6.8	5.8	7	1.62
Potássio ( $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ )	44	303	118	39	4.40
Cálcio (Cmol c/kg)	0.10	8.10	2.50	64	2.10
Magnésio (Cmol c/kg)	0.30	3.60	1.54	36	2.31
Al (Cmol c/kg)	0.00	0.60	0.07	181	5.38
M (%)	0.0	23.0	2.4	196	6.95
CTC (Cmol c/kg)	3.7	16.8	7.8	31	1.35
V (%)	17.2	86.4	55.0	24	0.31
Argila (g/kg)	260	670	430	21	0.02
Relação Ca/Mg	0.3	4.1	1.6	51	1.05

**TABELA 3 - Níveis de suficiência no solo na profundidade de 0-20 cm para a soja cv. BR-15 a diferentes produtividades. Goianésia-GO, 1995.**

Produção (kg/ha)	2.500	3.000	3.500
P (mg/kg)	3,45	3,97	4,48
K (mg/kg)	82,85	95,19	107,53
Ca (cmolc/kg)	1,34	1,54	1,74
Mg (cmolc/kg)	1,02	1,17	1,32
CTC (cmol/kg)	4,71	5,53	6,25
V (%)	42,00	48,00	54,00
Matéria Orgânica (g/kg)	13,1	15,1	17,0

**TABELA 4 - Níveis de suficiência no solo na profundidade de 0-20 cm para a soja cv. IAC-15 a diferentes produtividades. Goianésia-GO, 1995.**

Produção (kg/ha)	2.500	3.000	3.500
P (mg/kg)	2,94	3,74	4,54
K (mg/kg)	77,81	98,97	120,19
Ca (cmolc/kg)	1,37	1,74	2,12
Mg (cmolc/kg)	1,22	1,55	1,86
CTC (cmol/kg)	4,80	6,10	7,41
V (%)	42,00	53,00	65,00
Matéria Orgânica (g/kg)	19,8	25,2	35,9

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados, pode-se inferir as seguintes conclusões:

- para a cv BR-15 a ordem de limitação foi: CTC (21,7%) > P (20,3%) > Mat. Orgânica (17,4%) > V% (15,9%) > K (14,5%) > Mg (7,2%) > Ca (2,9%);

- para a cv IAC-15 a ordem de limitação foi: P (38,0%) > V% (22,8%) > Mat. Orgânica (18,5%) > K (7,6%) > CTC (6,5%) > Mg (5,4%) > Ca (1,1%).

## LITERATURA CITADA

- BATAGLIA, O.C. Diagnose visual e análise de plantas. *In*: DECHEN, A.R. *et al.*, ed., REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., *Anais*, Piracicaba, 1992. p.355-394.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo - **Manual de Métodos de Análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1979.
- HANSON, R.G. DRIS evaluation of N,P,K status of determinant soybeans in Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.12, p.933-948, 1981.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas - princípios e aplicações**. Assoc. Bras. para Pesq. da Potassa e do Fosfato. 199p. 1989.
- OLIVEIRA, S.A.; CASSOL, J.J. Níveis de suficiência no solo e nas folhas para a soja no município de Campo Novo do Parecis-MT. *In*: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 25., Viçosa-MG, *Anais*. v. II, p.562. 1995.
- SUMNER, M.E. Effect of corn leaf sampled on N,P,K,Ca and Mg content and calculated DRIS INDEX. **Communications in soils science and plant analysis**. v.8, p.269-280, 1977a.
- SUMNER, M.E. Preliminar N, P, and K foliar diagnostic norms for soybeans. **Agronomy Journal**., v.69, p.226-230, 1977b.

# ALTERAÇÕES NAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DE UM LATOSSOLO: SOB PASTAGEM CULTIVADA, APÓS QUEIMA

JOSÉ A. M. BONO<sup>1</sup>, MANUEL C. M. MACEDO<sup>2</sup> e VALÉRIA P. B. EUCLIDES<sup>2</sup>

## RESUMO

A exploração da pecuária de corte no Cerrado é a principal atividade econômica da região. A área de pastagem cultivada é estimada de 45 a 50 milhões de hectares. As espécies de *Brachiaria* são as mais importantes na alimentação dos animais. Frequentemente o fogo é usado como prática cultural com a finalidade de renovar a vegetação. Este experimento teve como objetivo avaliar os efeitos da queima nas propriedades químicas de um latossolo vermelho-escuro

formado com pastagens de *Panicum* e *Brachiaria*. A queima aumentou a saturação de bases, P e pH no solo. Entretanto, as mudanças nas características químicas foram observadas somente na camada de 0-10 cm do solo. Ocorreram consideráveis perdas de N, S e K em consequência da queima.

**Palavras-chave:** *Brachiaria*, *Panicum*, fertilidade, cerrado, saturação de bases, cinzas.

## ABSTRACT

### Changes in the chemical properties of a latosol: under cultivated pasture, submitted to fire

Beef cattle exploitation in "Cerrado" vegetation of Brazil is the major rural economic activity of the region. Introduced tropical grasses reach almost 50 million ha of the useful land. *Brachiaria* species are the most import crop to feed the animals. Unfortunately, burning are still used as cultural practice in order to renovate the old forage. This experiment had the objective to study possible changes in soil chemical

properties as affected by burning *Brachiaria* and *Panicum* species, cultivated in an Oxisol. Burning increased base saturation, P and pH. Considerable losses of N, S and K were observed during burning. Changes were marked only in the 0-10 cm of soil layer. It was found that burning can decrease pasture sustainability, a caused by N, S and K losses.

**Additional index words:** *Brachiaria*, *Panicum*, soil fertility, savanna, base saturation, ashes.

## INTRODUÇÃO

A queima de pastagens na região dos Cerrados constitui uma prática largamente adotada, intencionalmente ou não. É realizada, normalmente, na estação das secas e próximo do início do período chuvoso. Lombardi Neto & Bertoni (1974) destacam que as queimadas não são em todos os casos preju-

iciais e, em algumas circunstâncias, produzem efeito benéfico, como o controle de pragas e ervas daninhas. Demattê (1988) relata que há situações em que o uso do fogo deve ser eliminado ou reduzido, tais como em solos excessivamente arenosos, pobres, com pouca fitomassa a ser queimada e em regiões de deficiência hídrica acentuada.

Trabalhos envolvendo a queima em pastagem, normal-

<sup>1</sup> Bolsista Msc do CNPq, EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, BR 262, Km 04, Campo Grande, MS 79079-790, Brasil.

<sup>2</sup> Pesquisador, PhD EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, BR 262, Km 04, Campo Grande, MS 79079-790, Brasil.

mente, são com espécies nativas. No entanto, nos Cerrados estima-se que a área com pastagem cultivada está em torno de 45 a 50 milhões de ha (Macedo, 1995), onde o uso do fogo é também freqüente.

Uma das vantagens de queimar a pastagem estaria na incorporação ao solo de nutrientes contidos na matéria seca, contribuindo assim para a melhoria da fertilidade. Mott & Popenoe (1977), citados por Monteiro & Werner (1989), destacam que o N e o S são quase que completamente volatilizados no processo de queima. O P, K, Ca e Mg, dependendo da quantidade de biomassa queimada, podem ter seus teores elevados no solo, principalmente o K. Costa *et al.* (1986), citado por Evangelista *et al.* (1993), registram que a liberação de Ca, Mg e K e a ação alcalinizante das cinzas podem elevar o pH do solo. Bono *et al.* (1994), trabalhando com pastagem nativa, encontraram que a queima não alterou o pH, os níveis de P, Ca, Mg e de matéria orgânica no solo. Estes observaram que apenas o K teve seu nível alterado após queima.

Na matéria orgânica o efeito do fogo é variável, dependendo do grau de umidade do solo, do tempo e temperatura da queima. Em pastagem, a ação do fogo é relativamente rápida, e o impacto na matéria orgânica não é significativo quando se considera apenas uma queima. Queimas sucessivas na mesma área podem, ao longo do tempo, modificar os teores de matéria orgânica.

Este experimento teve como objetivo estimar o potencial de fornecimento de nutrientes pelas cinzas com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* e as alterações na fertilidade do solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental é parte de um projeto de pesquisa em andamento no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC), em Campo Grande (MS), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), onde se estuda a recuperação de pastagem com cultivares de *Panicum* e espécies de *Brachiaria*. O solo é um latossolo vermelho-escuro argiloso e distrófico. O experimento vem sendo pastejado de forma controlada desde 1987, com as seguintes forrageiras, *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (BD-BAS), *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (BB-MAR), *Panicum maximum* cvs. Tanzânia-1 (PM-TAN) e Tobiata (PM-TOB).

As pastagens foram recuperadas em fevereiro de 1995, com a aplicação de 400 e 800 kg/ha de adubo formulado (0-20-20). O pastejo teve início em junho de 1995. Cada piquete foi pastejado por 3 novilhos (250 kg), e animais adicionais foram colocados e removidos de cada piquete de acordo com a quantidade de forragem disponível, assegurando a mesma disponibilidade (2,5 t MS/ha) entre os tratamentos.

Em 31/07/95, ocorreu um fogo acidental em cerca de

metade dos piquetes (7500 m<sup>2</sup>) de um bloco do experimento. Para uniformização colocou-se fogo no restante da área do respectivo bloco. Foram coletadas cinzas em oito posições de cada piquete para análise química e amostras de material vegetal remanescente da queima e de forrageiras não queimadas.

Utilizaram-se como método de amostragem quadrados de 1 m<sup>2</sup> e foram tomadas quatro amostras por piquete. Para avaliação do potencial de queima e produção de cinzas, foi extraída uma amostra composta de material não queimado e encaminhado ao laboratório para queima controlada.

O delineamento estatístico aplicado foi o inteiramente casualizado, com os tratamentos arranjados segundo um fatorial completo. Analisaram-se os teores de macronutrientes na matéria seca total, nas cinzas e no material remanescente, segundo Sarruge e Haag (1974). Em 03/11/95, coletou-se amostras de solo em 5 profundidades (0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-50 cm) com um trado tipo sonda compondo-as a cada 12 perfurações, e efetuando-se análise de fertilidade conforme EMBRAPA (1979).

## RESULTADOS

Não foram observados efeitos significativos de espécie e adubação nas variáveis matéria seca total, pH, P, K, Ca e Mg ( $P \geq 0,05$ ). Na produção de cinzas e material remanescente houve efeito significativo para espécies ( $P \leq 0,05$ ).

Na Tabela 1 encontram-se os valores de pH em água, sendo o efeito da queima observado até 10 cm de profundidade. Este pode ter sido em função do efeito alcalinizante das cinzas e da adição de bases como Ca, Mg e K. Entretanto, o aumento significativo médio no pH foi de 0,15 unidades, o que, do ponto de vista prático, é muito baixo, o que normalmente não altera a disponibilidade de nutrientes no solo.

O aumento da saturação de bases comprova que houve um incremento de bases trocáveis devido à queima, mas limitando-se a profundidade de 0-5 cm (Tabela 1).

Na Tabela 2 são apresentados os teores de P e K em função das espécies forrageiras, com e sem queima. As cultivares de *Panicum* proporcionaram maior contribuição de P ao solo do que as espécies de *Brachiaria*, até 10 cm de profundidade.

Nas demais profundidades não houve efeito da queima. Na média, o efeito da queima na profundidade de 5-10 cm aumentou de 1 mg/kg de P no solo, o que é significativo, considerando-se que os solos dos Cerrados apresentam teores em torno de 1 mg/kg. Deve-se ressaltar que na profundidade de 0-5 cm não houve efeito de P no solo. Os teores médios de P foram mais elevados entre 5-10 cm, o que se atribui ao modo de aplicação do adubo.

O K (Tabela 2) teve um incremento com a queima até 10

**TABELA 1 - Valores de pH em solo sob pastagem de cultivares de *Panicum* e espécies de *Brachiaria*, com e sem queima em cinco profundidades, EMBRAPA-CNPGC, Campo Grande (MS), 1995.**

Espécies e Cultivares	QUEIMA	PROFUNDIDADES (cm)				
		0-5	5-10	10-20	20-30	30-50
		pH em H <sub>2</sub> O				
<i>Brachiaria decumbes</i> cv. Basilisk	SEM	5,45 b	5,50 a	5,45 a	5,05 a	4,90 a
	COM	5,60 a	5,50 a	5,50 a	5,10 a	4,95 a
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	SEM	5,50 b	5,40 a	5,45 a	5,05 a	4,95 a
	COM	5,65 a	5,45 a	5,50 a	4,95 a	4,80 a
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	SEM	5,30 b	5,20 b	5,25 a	5,05 a	4,90 a
	COM	5,60 a	5,45 a	5,50 a	5,10 a	5,00 a
<i>Panicum maximum</i> cv. Tobiatã	SEM	5,50 b	5,50 a	5,40 a	5,00 a	4,90 a
	COM	5,55 a	5,40 a	5,35 a	5,04 a	4,95 a
Média	SEM	5,44 b	5,41 b	5,37 a	5,05 a	4,89 a
	COM	5,59 a	5,56 a	5,47 a	5,04 a	4,95 a
		Saturação de bases (%)				
<i>Brachiaria decumbes</i> cv. Basilisk	SEM	35 a	29 b	30 a	18 a	14 a
	COM	40 a	37 a	32 a	16 a	13 a
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	SEM	34 b	37 a	28 a	15 a	13 a
	COM	40 a	35 a	32 a	16 a	09 a
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	SEM	35 b	31 b	29 a	20 a	13 a
	COM	45 a	37 a	33 a	16 a	11 a
<i>Panicum maximum</i> cv. Tobiatã	SEM	33 a	35 a	30 a	11 a	11 a
	COM	36 a	30 a	30 a	12 a	11 a
Média	SEM	34 b	33 a	29 a	16 a	13 a
	COM	40 a	35 a	32 a	14 a	11 a

Valores seguidos da mesma letra na coluna, para espécies, cultivares e na média não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**TABELA 2 - Valores de P e K no solo sob pastagem de cultivares de *Panicum* e espécies de *Brachiaria*, com e sem queima, em cinco profundidades, EMBRAPA-CNPGC, Campo Grande (MS), 1995.**

Espécies e Cultivares	QUEIMA	PROFUNDIDADES (cm)				
		0-5	5-10	10-20	20-30	30-50
		P (mg/dm <sup>3</sup> )				
<i>Brachiaria decumbes</i> cv. Basilisk	SEM	3,0 a	3,5 b	2,4 a	1,5 a	1,0 a
	COM	3,4 a	4,3 a	2,9 a	1,5 a	1,0 a
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	SEM	3,8 a	3,2 a	2,5 a	2,0 a	1,0 a
	COM	3,5 a	3,7 a	3,0 a	1,5 a	1,0 a
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	SEM	3,7 b	3,5 b	2,0 b	1,0 a	1,0 a
	COM	4,3 a	4,4 a	3,0 a	1,5 a	1,0 a
<i>Panicum maximum</i> cv. Tobiatã	SEM	3,4 b	3,2 b	2,1 a	1,5 a	1,0 a
	COM	4,5 a	4,3 a	2,6 a	1,0 a	1,0 a
Média	SEM	3,5 a	3,3 a	2,2 a	1,5 a	1,0 a
	COM	3,9 a	4,3 b	2,9 a	1,4 a	1,0 a
		K (mg/dm <sup>3</sup> )				
<i>Brachiaria decumbes</i> cv. Basilisk	SEM	74 b	47 b	45 a	16 a	10 a
	COM	84 a	57 a	51 a	20 a	12 a
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	SEM	70 a	66 a	39 a	23 a	18 a
	COM	74 a	74 a	39 a	18 a	15 a
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	SEM	70 b	58 a	49 a	23 a	12 a
	COM	86 a	58 a	43 a	20 a	18 a
<i>Panicum maximum</i> cv. Tobiatã	SEM	72 b	37 a	21 a	12 a	10 a
	COM	92 a	43 a	27 a	16 a	09 a
Média	SEM	73 b	53 a	35 a	20 a	12 a
	COM	84 a	58 a	40 a	16 a	13 a

Valores seguidos da mesma letra na coluna, para espécies, cultivares e na média não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**TABELA 3 - Valores de Ca e Mg no solo sob pastagem de cultivares de *Panicum* e espécies de *Brachiaria*, com e sem queima, em cinco profundidades, EMBRAPA-CNPGC, Campo Grande (MS), 1995.**

Espécies e Cultivares	QUEIMA	PROFUNDIDADES (cm)				
		0-5	5-10	10-20	20-30	30-50
		Ca (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )				
<i>Brachiaria decumbes</i> cv. Basilisk	SEM	1,70 b	1,20 b	0,90 a	0,40 a	0,20 a
	COM	1,90 a	1,60 a	1,00 a	0,50 a	0,40 a
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	SEM	1,90 a	1,70 b	1,00 a	0,30 a	0,30 a
	COM	1,80 a	1,50 a	1,10 a	0,40 a	0,30 a
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	SEM	1,70 b	1,30 b	1,20 b	0,30 a	0,20 a
	COM	2,10 a	1,50 a	1,50 a	0,30 a	0,40 a
<i>Panicum maximum</i> cv. Tobiata	SEM	2,00 a	1,40 a	0,70 a	0,30 a	0,30 a
	COM	2,10 a	1,50 a	0,60 a	0,40 a	0,30 a
Média	SEM	1,90 a	1,40 a	1,00 a	0,30 a	0,20 a
	COM	2,00 a	1,40 a	1,20 a	0,40 a	0,30 a
		Mg (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )				
<i>Brachiaria decumbes</i> cv. Basilisk	SEM	0,90 b	0,80 b	0,60 b	0,20 a	0,10 a
	COM	1,10 a	1,10 a	0,90 a	0,40 a	0,20 a
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	SEM	1,00 b	1,00 a	0,50 a	0,20 a	0,10 a
	COM	1,30 a	1,00 a	0,70 a	0,20 a	0,20 a
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	SEM	1,00 b	0,90 b	0,70 a	0,20 a	0,10 a
	COM	1,50 a	1,20 a	0,90 a	0,20 a	0,10 a
<i>Panicum maximum</i> cv. Tobiata	SEM	0,90 b	0,70 a	0,50 a	0,20 a	0,10 a
	COM	1,50 a	0,90 a	0,70 a	0,20 a	0,10 a
Média	SEM	1,00 b	0,90 a	0,50 a	0,20 a	0,10 a
	COM	1,30 a	1,00 a	0,70 a	0,30 a	0,10 a

Valores seguidos da mesma letra na coluna, para espécies, cultivares e na média não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**TABELA 4 - Matéria seca total disponível antes da queima, cinzas e material remanescente após a queima em pastagem de cultivares de *Panicum* e espécies de *Brachiaria*, EMBRAPA-CNPGC, Campo Grande (MS), 1995.**

Espécies e Cultivares	Matéria seca disponível		Cinzas	Material remanescente
	Sem Queima	Com queima		
	t/ha			
<i>Brachiaria decumbes</i> cv. Basilisk	3,99 a	4,19 a	0,54 a	0,24 d
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	4,92 a	4,34 a	0,42 b	0,65 c
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	3,51 a	4,02 a	0,31 c	1,08 a
<i>Panicum maximum</i> cv. Tobiata	4,47 a	4,25 a	0,36 c	0,80 b
Média	4,15 a	4,24 a	0,41	0,69

Valores seguidos da mesma letra na linha para matéria seca, coluna para cinzas e material remanescente não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**TABELA 5 - Quantidade de macronutrientes na matéria seca total, nas cinzas e no material remanescente após a queima, e o percentual de perdas, em pastagem cultivada submetida à queima, média de 8 repetições, EMBRAPA-CNPGC, Campo Grande (MS), 1995.**

NUTRIENTES	Matéria seca total	Cinzas	Material remanescente	Perdas
	kg/ha			g/kg
N	22,19	1,82	3,67	750
P	2,79	2,40	0,22	61
K	48,30	24,02	10,70	281
Ca	19,27	17,10	1,68	25
Mg	16,35	12,73	2,72	60
S	10,40	2,71	0,60	682

cm de profundidade, sendo que as cultivares de *Panicum* tiveram um incremento superior ao das espécies de *Brachiaria*. Na média, o aumento de K foi de 11 e 5 mg/kg nas respectivas profundidades de 0-5 e 5-10 cm. Estes valores podem ser considerados baixos em função do potencial de K nas cinzas (24,02 kg/ha), equivalente a uma adubação de 50 kg/ha de KCl. O K pode ter sofrido perdas por lixiviação devido às precipitações de outubro, que chegaram a um total de 289 mm, e durante a combustão da matéria seca.

Na Tabela 3 observam-se os valores de Ca e Mg no solo em função da queima. Na média somente o Mg na profundidade de 0-5 cm teve aumento detectado com a queima. A baixa contribuição do Ca pode ter decorrido do seu maior potencial de perdas em relação ao Mg.

Pela Tabela 4 verifica-se que não houve diferenças significativas na matéria seca total das forrageiras antes da queima nas áreas queimadas e não queimadas, comprovando o controle da disponibilidade sob pastejo. Entretanto, a produção de cinzas foi diferenciada, sendo que as espécies de *Brachiaria* produziram mais cinzas, principalmente a *Brachiaria decumbens*. A menor produção de cinzas nas cultivares de *Panicum* pode ser atribuída à relação de folha/caule e disponibilidade de material verde, maiores nestas forrageiras.

Na Tabela 5 encontram-se as quantidades de macronutrientes na matéria seca total, nas cinzas e no material remanescente, e as estimativas das perdas ocorridas durante a queima. O N e o S foram os nutrientes que mais se perderam devido à queima, seguidos pelo K.

Em solos com deficiência de N e S, à queima da pastagem pode acarretar problemas sérios de deficiência desses nutrientes, comprometendo a persistência da mesma.

## CONCLUSÕES

1. Houve aumento do pH, saturação de bases, P, K e Mg no solo, após 120 dias da queima.
2. O efeito da queima limitou-se à profundidade de 10 cm.
3. O N, S e K foram os nutrientes que sofreram as maiores perdas em consequência da combustão da biomassa.
4. As espécies de *Brachiaria* apresentaram maior potencial de produção de cinzas em relação às cultivares de *Panicum*.

A curto prazo, o uso do fogo em pastagem cultivada com a finalidade de melhorar a fertilidade do solo, não se justifica, considerando o pequeno incremento observado em algumas características químicas, além de se limitar às camadas superficiais do solo.

## LITERATURA CITADA

- BONO, J.A.M.; CURTI, N.; EVANGELISTA, A.R. Perdas de solo e alterações na fertilidade em área queimada e não queimada sob pastagem nativa. *In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA*, 10, Florianópolis, 1994. **Resumos**. Florianópolis: SBCS, 1994. p.208-209.
- DEMATTÊ, J.L.I. **Manejo de solos ácidos dos trópicos úmidos**: região Amazônica. Campinas: Fundação Cargil, 1988. 215p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: 1979. (não paginado).
- EVANGELISTA, A.R., CARVALHO, M.M.de, CURTI, N. Uso do fogo em pastagens. *In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS*, 2, Jaboticabal., 1993. **Anais**. Jaboticabal: 1993. p.62-99.
- LOMBARDI NETO, F., BERTONI, J. Manejo dos restos culturais: efeitos da queima sobre algumas propriedades físicas e químicas do solo e sobre a produção de milho. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO*, 14, Santa Maria, 1973. **Anais**. Santa Maria: SBCS, 1974. p.690-701.
- MACEDO, M.C.M. Pastagens nos ecossistemas cerrados: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. *In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS*. Brasília, 1995. **Anais**. Brasília: SBZ, 1995. p.28-62.
- MONTEIRO, F.A., WERNER, J.C. Ciclagem de nutrientes minerais em pastagens. *In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS*. Jaboticabal, 1989. **Anais**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. p.149-192.
- SARRUGE, J.R., HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1975. 56p.

# REAÇÃO DE CULTIVARES DE TRIGO DO CERRADO À ACIDEZ DO SOLO

CANTÍDIO N. A. de SOUSA<sup>1</sup>

## RESUMO

O alumínio tóxico é um importante fator limitante para a adaptação do trigo aos solos ácidos em diferentes regiões do Brasil Central. O objetivo do estudo foi avaliar, em condições de campo e em áreas com alumínio tóxico, a reação de 40 cultivares de trigo recomendadas ou em ensaios finais na região do Brasil Central. Entre as cultivares de trigo comum, as mais resistentes foram BH 1146, CPAC 89128, CPAC 91122, IAC 5-Maringá e Trigo BR 25. Quinze cultivares

foram classificadas como moderadamente resistentes e treze como moderadamente suscetíveis. Anahuac 75 e CPAC 89233 mostraram reações suscetíveis. Todas cultivares de trigo duro (Altar 84, Chagual, Monroe e Psathas) foram altamente suscetíveis. Dessa maneira, ocorreu variação de resistência a toxidez pelo alumínio entre as cultivares testadas.

**Palavras-chave:** *Triticum sp*, alumínio, crestamento.

## ABSTRACT

### Reaction of wheat cultivars from cerrado to soil acidity

Aluminum toxicity is an important limiting factor for wheat adaptation to acid soils in different regions of Central Brazil. The objective of this study was to evaluate under field conditions in areas with aluminum toxicity the reaction of 40 wheat cultivars either recommended or in final cultivar yield trials in the region of Central Brazil. Among the bread wheat cultivars the most resistant were BH 1146, CPAC 89128, CPAC 91122, IAC 5-Maringa, and Trigo BR 25.

Fifteen cultivars were classified as moderately resistant, thirteen as moderately susceptible, and Anahuac and CPAC 89233 showed susceptible reactions. All durum wheat cultivars (Altar 84, Chagual, Monroe, and Psathas) were highly susceptibles. This way, there was variation for aluminum toxicity resistance among the tested cultivars.

**Additional index words:** *Triticum sp*, aluminum.

## INTRODUÇÃO

O alumínio tóxico é um importante fator para a adaptação do trigo comum (*Triticum aestivum*) e do trigo duro (*Triticum turgidum* var. *durum*) nas diferentes regiões do Brasil Central, onde existe possibilidade de cultivo do trigo. A toxicidade do alumínio também é problemática em outras regiões do Brasil, onde o trigo é cultivado. Antes do melhoramento genético do trigo no Brasil, iniciado em 1919, mui-

tos dos trigos introduzidos de outras regiões do mundo não se adaptaram aos nossos solos. O trigo introduzido muitas vezes não conseguia se desenvolver, formando um sistema radicular reduzidíssimo, inviabilizando a produção de grãos. Esse problema foi denominado crestamento (Beckman, 1976; Silva, 1976). Araujo (1951), pioneiro na pesquisa para esclarecer o problema do crestamento no Rio Grande do Sul, concluiu que o alumínio era a causa principal do problema. Avaliações sobre a reação do alumínio foram realizadas uti-

<sup>1</sup> EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Trigo Caixa Postal 569, Passo Fundo, RS 99001- 970, Brasil.

lizando o solo (Bona *et al.*, 1991, Foy *et al.*, 1965; Mesdag & Sloodmaker, 1969) ou com soluções nutritivas (Camargo *et al.*, 1987; Kerridge *et al.*, 1971; Reid *et al.*, 1971). A ótima performance de alguns trigos brasileiros em reação ao alumínio, comparados com trigos de outras origens, foi salientada, entre outros, por Foy *et al.* (1965) e por Mesdag & Sloodmaker (1969). Testes em cereais de inverno, utilizando solução nutritivas para avaliação ao alumínio e avaliações de campo, apresentaram boa correlação entre os dados obtidos (Baier *et al.*, 1995; Reid *et al.*, 1971; Sapra *et al.*, 1979). É importante estudar o comportamento das cultivares de trigo em relação ao alumínio, a fim de se ter uma base para conhecer a sua limitação a esse problema. O alumínio é um fator muito limitante no sistema de cultivo de trigo de sequeiro na maioria das regiões do Brasil Central e pouco problemático em solos corrigidos com calcário no sistema irrigado.

O trabalho apresenta a informação obtida em testes para alumínio tóxico, realizados em condição de campo em Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

Anualmente são realizados em Passo Fundo, no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), unidade da EMBRAPA, vinculada ao Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, testes de campo para avaliação do efeito do alumínio tóxico sobre cultivares de trigo. O crestamento é um problema que ocorre naturalmente em solos não corrigidos com calcário ou com uso limitado desse insumo, na área experimental do CNPT em Passo Fundo. Nessa condição, cultivares como Anahuac 75 apresentam o sistema radicular atrofiado e plantas muito debilitadas. Pela facilidade de observação do problema, é feita avaliação visual da parte aérea da planta, sem necessidade de avaliação das raízes. As cultivares testadas foram as recomendadas para o Brasil Central, nos estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso e no Distrito Federal, e os genótipos incluídos em ensaios oficiais de rendimento da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo. São apresentadas as reações de 40 cultivares com no mínimo dois anos de avaliações. As sementes foram enviadas do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados ao CNPT para avaliações. O campo onde a reação ao crestamento foi avaliada, no período de 1989 a 1995, apresentava um pH entre 4,1 e 4,9 e alumínio trocável entre 2,5 e 4,3 me /100 gramas de solo, conforme o ano ou a faixa de plantio da repetição. Nessa condição, a cultivar Anahuac 75 apresentou comportamento de suscetível a altamente suscetível ao crestamento. Em 1965 a análise do solo (repetição 1) apresentou o seguinte resultado:

pH (água)	4,6
Fósforo (ppm)	18,4
Potássio (ppm)	134
Alumínio (me/dL)	3,87
Cálcio (me/dL)	1,01
Magnésio (me/dL)	0,49
Matéria orgânica (%)	2,8

As parcelas foram constituídas de uma linha de 2 metros de comprimento e espaçadas de 0,30 metros e com plantio em 3 repetições. As cultivares IAC 5-Maringá, testemunha resistente ao crestamento, e Anahuac 75, testemunha suscetível, foram colocadas alternadamente nas parcelas de finais 0 e 5. Foi feita uma avaliação da reação ao crestamento no estádio reprodutivo, geralmente um mês após o espigamento, e algumas vezes também no estádio vegetativo, geralmente um mês antes do espigamento.

O solo a ser utilizado no teste deve ser sensível à cultivar Anahuac 75 em relação ao crestamento. Foram dadas notas de 0-1 (altamente resistente) a 5 (altamente suscetível), de acordo com o critério de Sousa *et al.* (1984) com algumas modificações. O critério de notas é descrito a seguir.

0-1 = Altamente resistente: comportamento destacado para resistência ao crestamento (Observação: a nota 0 foi reservada para cultivares de outras gramíneas mais resistentes do que os trigos mais resistentes ao crestamento)

1 = Resistente: bom desenvolvimento, com perfilhamento e espigas normais.

2 = Moderadamente resistente: pequena desvantagem no desenvolvimento, em relação ao grupo anterior.

3 = Moderadamente suscetível: desenvolvimento deficiente da planta, porém formando espigas normais.

4 = Suscetível: desenvolvimento muito deficiente, formando plantas não perfilhadas e de espigas pequenas.

5 = Altamente suscetível: crescimento completamente deficiente, geralmente morrendo ainda no estádio vegetativo ou quando espigam, formando espigas com poucas espiguetas.

Quando a avaliação foi realizada antes do espigamento o critério teve reajuste como descrito a seguir:

0-1 = Altamente resistente: comportamento destacado para resistência ao crestamento.

1 = Resistente: plantas normais e com bom vigor. Em geral com perfilhamento abundante.

2 = Moderadamente resistente: plantas normais e com menos vigor e/ou perfilhamento do que na reação anterior.

3 = Moderadamente suscetível: plantas com tipo intermediário de desenvolvimento.

4 = Suscetível: plantas deficientes e sem perfilhamento

5 = Altamente suscetível: plantas muito deficientes, sem perfilhamento e com provável morte da planta ainda no estádio vegetativo.

Foram também dadas notas intermediárias (Exemplo: 2-3 de valor 2,5 para fins de cálculo). O índice de suscetibilidade

ao crestamento por parcela varia de 0,5 a 5,0. O índice de suscetibilidade no ano é calculado em função das observações realizadas no período. Para obter o índice geral de suscetibilidade foi calculada a média das observações do ano e, depois, a média dos anos. De acordo com esse índice as cultivares foram classificadas de altamente resistentes a altamente suscetíveis, segundo o critério a seguir:

Altamente resistente (AR)	= 0,50 - 0,80
Resistente (R)	= 0,81 - 1,50
Moderadamente resistente (MR)	= 1,51 - 2,50
Moderadamente suscetível (MS)	= 2,51 - 3,50
Suscetível (S)	= 3,51 - 4,50
Altamente suscetível (AS)	= 4,51 - 5,00

A partir de 1989, os dados foram incluídos em um programa de computação "Sistema Reação de Cultivares de Trigo ao Crestamento" elaborado para colocação das avaliações nas coleções, calcular a média das avaliações e emitir vários tipos de relatórios.

A reação ao alumínio apresentada no presente trabalho refere-se à média dos dados de 2 a 7 anos por cultivar, coletados no período de 1989 a 1995.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições do solo em que a coleção foi testada, e a do clima, com vários períodos de estiagem, foram favoráveis à ocorrência do crestamento em 1995. A terceira repetição mostrou-se muito desuniforme e foi eliminada dos cálculos para avaliação do índice de suscetibilidade em 1995. A correlação entre os dados de índice de suscetibilidade ao crestamento de 27 das 40 cultivares, comparando os dados disponíveis em 1995, 1994 e em vários anos, a partir de 1989, apresentou um valor de 0,93 entre os dados de 1995 e de 1994; 0,96 entre os dados de 1995 e da média dos vários anos; e correlação de 0,98 entre os dados de 1994 e da média de vários anos.

A reação ao crestamento, causado principalmente pelo alumínio tóxico, considerando os dados disponíveis em Passo Fundo no período de 1989 a 1995, é apresentada a seguir em relação à cultivares em recomendação no Brasil Central em 1995.

R - BH 1146, IAC 5-Maringá, Trigo BR 25;

MR - Candeias, EMBRAPA 21, EMBRAPA 41, MG 1, Trigo BR 10-Formosa, Trigo BR 16-Rio Verde, Trigo BR 24, Trigo BR 39-Paraúna;

MS - EMBRAPA 22, EMBRAPA 42, Trigo BR 12-Aruanã, Trigo BR 26-São Gotardo, Trigo BR 33-Guará;

S - Anahuac 75;

AS - Nenhuma cultivar.

Considerando as cultivares em experimentação oficial no Brasil Central e que não estão em recomendação, foram obtidos os seguintes resultados:

R - CPAC 89128, CPAC 91122, PF 87373;

MR - CPAC 8717, CPAC 8854, CPAC 8859, CPAC 8909, CPAC 91117, CPAC 91120, EP 8725;

MS - CPAC 8712, CPAC 8947, EP 8724, EP 8737, EP 8764, EP 8784, PF 87950, PF 88437;

S - CPAC 89223;

AS - Altar 84, Chagual, Monroe, Psathas.

Apesar das dificuldades de avaliação do crestamento em condições de campo, em função da falta de uniformidade encontrada nos solos ácidos, da influência do clima, especialmente da estiagem, da provável interferência de fatores como profundidade de plantio e vigor da semente, os dados obtidos foram consistentes ao longo dos anos. Estes dados confirmaram o conceito, já conhecido, de algumas cultivares testadas e permitiram o conhecimento da reação de cultivares ainda sem informação de reação ao alumínio tóxico.

## CONCLUSÕES

Duas linhagens (CPAC 89128 e CPAC 91122) apresentaram comportamento resistente semelhante ao das antigas cultivares BH 1146 e IAC 5-Maringá e de Trigo BR 25, descendente de BH 1146 por retrocruzamento. PF 87373, apesar de ter sido incluída no grupo resistente ficou quase no limite para moderadamente resistente. Quinze cultivares apresentaram-se como moderadamente resistentes, e treze como moderadamente suscetíveis. Apenas a linhagem CPAC 89223 apresentou comportamento semelhante ao de Anahuac 75 (suscetível). As cultivares de trigo duro Altar, Chagual, Monroe, Psathas foram incluídas no grupo altamente suscetível e apresentam suscetibilidade superior à da cultivar Anahuac 75.

## LITERATURA CITADA

ARAUJO, J.E.G. Comunicações complementares a respeito do problema do "crestamento" do trigo. **Archivo Fitotecnico del Uruguay**, v.4, p.377-386, 1951.

BAIER, A.C.; SOMERS, D.J.; GUSTAFSON, J.P. Aluminium tolerance in wheat: correlating hydroponic evaluations with field and soil performances. **Plant Breeding**, v.114, p.291-296, 1995.

BECKMAN, I. Cultivation and breeding of wheat (*Triticum vulgare* Vill.) in the South Brazil. In: WORKSHOP HELD AT THE NATIONAL AGRICULTURAL LIBRARY, 1976, Beltsville, MD., **Plant adaptation to mineral stress in problem soils**, Washington: Agency for International Development, 1976. p.409-416.

- BONA, L.; WRIGHT, R.J.; BALIGAR, V.C. A rapid method for screening cereals for acid soil tolerance. **Cereal Research Communications**, v.19, p.465-468, 1991.
- CAMARGO, C.E. de O.; FELICIO, J.C.; ROCHA JUNIOR, L.S. Trigo: tolerância ao alumínio em solução nutritiva. **Bragantia**, v.46, p.183-190, 1987.
- FOY, C.D.; ARMIGER, W.H.; BRIGGLE, L.W.; REID, D.A. Differential aluminum tolerance of wheat and barley varieties in acid soils. **Agronomy Journal**, v.57, p.413-417, 1965.
- KERRIDGE, P.C.; DAWSON, M.D.; MOORE, D.P. Separation of degrees of aluminum tolerance in wheat. **Agronomy Journal**, v.63, p.586-590, 1971.
- MESLAG, J.; SLOOTMAKER, L.A.J. Classifying wheat varieties for tolerance to high soil acidity. **Euphytica**, v.18, p.36-42, 1969.
- REID, D.A.; FLEMING, A.L.; FOY, C.D. A method for determining aluminum response of barley in nutrient solution in comparison to response in Al-toxic soil. **Agronomy Journal**, v.63, p.600-603, 1971.
- SAPRA, V.T.; MUGWIRA, L.M.; CHOUDHRY, M.A.; HUGHES, J.L. Screening of triticale, wheat and rye germ plasm for aluminum tolerance in soil and nutrient solution. *In*: INTERNATIONAL WHEAT GENETICS SYMPOSIUM, 5., 1978, New Delhi, India. **Proceedings**. New Delhi: Indian Society of Genetics & Plant Breeding, 1979. v.2, p.1241-1253.
- SILVA, A.R. da Application of the genetic approach to wheat culture in Brazil. *In*: WORKSHOP HELD AT THE NATIONAL AGRICULTURAL LIBRARY, 1976, Beltsville, MD., **Plant adaptation to mineral stress in problem soils**. Washington: Agency for International Development, 1976. p.223-231.
- SOUSA, C. N. A. de; MOREIRA, J. C. S.; DEL DUCA, L. de J. A.; SCHEEREN, P. L. Reações de cultivares estrangeiras de trigo ao crestamento em condições de campo. *In*: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 13., 1984, Cruz Alta, RS. **Resultados de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1984. p.212-214. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 7).
-

# EFICIÊNCIA DE DIFERENTES FONTES E DOSES DE FÓSFORO NA PRODUÇÃO DE *Brachiaria decumbens* CV. BASILISK EM AREIA QUARTZOSA

JULIO C.R. de ALMEIDA<sup>1</sup>, MANUEL C.M. MACEDO<sup>2</sup> e CACILDA B. do VALLE<sup>2</sup>

## RESUMO

Avaliou-se, em casa de vegetação, a produção de matéria seca de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, cultivada em uma Areia Quartzosa álica, proveniente da camada arável de uma pastagem degradada. estudaram-se as seguintes fontes de fósforo: 1-superfosfato triplo, 2-termofosfato sílico-magnésiano, 3-fosfato de Gafsa, 4-fosfato de Arad, 5-fosfato da Carolina do Norte e 6-fosfato de Araxá, nas doses de 0, 50, 100, 200 e 400 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total/ha. Estudou-se também, nas doses 0 e 100 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total/ha, a interação com 0 e 1,5 t de calcário/ha nos tratamentos 1, 2, 3 e 6. Observaram-

se efeito das fontes no aumento da produção de matéria seca e diferenças significativas entre as mesmas. Os resultados confirmam a baixa solubilidade e o baixo índice de eficiência agrônômica do fosfato de Araxá. A adição de calcário promoveu incremento de 14% na produção dos tratamentos com superfosfato triplo. A interação entre calcário e fosfato de Araxá foi negativa, reduzindo a produção em 32%.

**Palavras-chave:** Fosfato de rocha, forrageira, mehlich-1, resina, cerrados, matéria seca .

## ABSTRACT

### Efficiency of different sources and dosage of fertilizer in the yield of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk grown in sandy soil

It was evaluated the dry matter yield of *Brachiaria decumbens* c.v. Basilisk to P fertilizer response in a sandy soil (Quartzipsamment). Different sources of P fertilizers were tested: triple superphosphate, thermal phosphate, rock phosphate of Arad, Gafsa, North Carolina and Araxa. All sources were applied based in total P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> contents, with the following rates: 0, 50, 100, 200 and 400 kg/ha. Significant fertilizer responses were

observed with the different P sources. The following agronomic efficiency in decrescent order were observed: triple superphosphate, rock phosphate of Gafsa, North Carolina, Arad, thermal phosphate and rock phosphate of Araxa. Liming reduced the agronomic efficiency of Araxa phosphate.

**Additional index words:** Rock phosphate, tropical grasses, mehlich-1, resin, savannas, dry matter.

<sup>1</sup> Bolsista de Aperfeiçoamento, CNPq / EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Caixa Postal 154, Campo Grande, MS 79002-970, Brasil.

<sup>2</sup> Pesquisador, PhD, EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Caixa Postal 154, Campo Grande, MS 79002-970, Brasil.

## INTRODUÇÃO

Muitos autores têm relatado que os solos agricultáveis da região dos Cerrados são ácidos e deficientes em fósforo. Esta característica, aliada a alta capacidade de fixação do fósforo, tem sido considerada uma das limitações mais severas para a utilização destes solos no processo produtivo e para o aumento da produtividade, já que se fazem necessárias aplicações de altas doses de fósforo, muito acima das exigidas pelas culturas (Lopes, 1983). Goedert & Souza (1986) lembram ainda que os fosfatos são recursos naturais não renováveis, escassos e sem sucedâneos, devendo, portanto, ter utilização eficaz.

Para que a planta utilize o fósforo eficientemente é necessário que ocorra uma reação de transformação do P adicionado como fertilizante para a forma lábil ou para a solução do solo. Esta reação é altamente dependente da textura do solo, da interação entre o fósforo e a fração coloidal e, principalmente, em relação aos seus óxidos de ferro e alumínio.

Embora a calagem exerça efeito direto na disponibilidade de nutrientes do solo, inclusive na do P, e seja considerada essencial para a diminuição da acidez, para o fornecimento de Ca e Mg, para a elevação da saturação de bases e para a diminuição dos níveis tóxicos de alumínio trocável, reduz a eficiência de resposta dos fosfatos naturais de baixa reatividade.

O fosfato natural apresenta-se como um insumo alternativo para uso em pastagens devido a sua disponibilidade e custos menores. A determinação de doses eficientes, de alternativas de fontes e minimização da imobilização no solo são, ainda, objeto de pesquisa.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de diferentes fontes e doses de P na produção de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk em areia quartzosa, dada a sua deficiência nos solos do Brasil Central e a importância do mesmo na sustentabilidade da produção das pastagens.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado em julho de 1994, em casa de vegetação do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). As fontes testadas foram: superfosfato triplo (45% de  $P_2O_5$ ), termofosfato sílico-magnésiano Yoorin Master- granular/vítreo (18% de  $P_2O_5$ ), fosfato natural de Gafsa (26,8% de  $P_2O_5$ ), fosfato natural de Arad (33% de  $P_2O_5$ ), fosfato natural da Carolina do Norte (30% de  $P_2O_5$ ) e fosfato de Araxá (32% de  $P_2O_5$ ). Os valores foram obtidos a partir de análise feita no laboratório do CNPGC ( $P_2O_5$  total).

Os níveis estudados foram: 0, 50, 100, 200 e 400 kg de  $P_2O_5$  total/ha, e 1,5 t. de calcário filler (90% PRNT). Incluíram-se 5 tratamentos extras sem calcário, nas doses 0

e 100 kg de  $P_2O_5$  total/ha adubados com superfosfato triplo, termofosfato sílico-magnésiano, fosfato natural de Gafsa e fosfato de Araxá, de acordo com um delineamento de blocos ao acaso, com 4 repetições.

O solo utilizado foi uma areia quartzosa álica, coletada na camada arável de uma pastagem degradada ao lado da BR 262, saída para Três Lagoas, MS. O solo, depois de seco ao sol, foi homogeneizado e peneirado em malha de 4 mm. Foi retirada uma amostra composta para análise laboratorial, cujos resultados foram os seguintes: 13% de argila, 86% de areia, pH  $H_2O$  = 5,4, pH  $CaCl_2$  = 4,3, CTC = 3,79  $cmol/dm^3$ , V = 11 dag/kg, m = 64 dag/kg, P (Mehlich-1) = 3,2 mg/kg, P(resina) = 2,9 mg/kg, P (remanescente) = 37 mg/kg em solução de equilíbrio de 60 mg de P/litro.

A unidade experimental foi a de um saco plástico com 3 kg de solo, acondicionado em tubo de PVC cortado. Todos os vasos receberam adubação básica com macro e micronutrientes: N (uréia p.a.) e K (KCl) na dose de 100 mg/kg de solo; S (enxofre elementar) na dose de 30 mg/kg de solo; e 3 ml/vaso de solução de micronutrientes (15,8 g de  $CuSO_4$ ; 8,9 g de  $ZnSO_4$ ; 1,5 g de bórax; 0,5 g de molibdato de sódio; 16,8 g de  $MnSO_4$ ; 20,0 g de  $FeSO_4$ , com 20,1 g de ácido cítrico por litro de solução).

Após 40 dias de incubação, cada vaso recebeu 30 sementes e após 20 dias foi feito um desbaste para que permanecessem apenas 5 plantas. O experimento foi irrigado com água destilada, mantendo-se o solo a 80% da porosidade total.

Foram realizados 3 cortes em intervalos de 40 dias a partir do desbaste. Após cada corte, procedeu-se a separação botânica de folha e colmo. Estes permaneceram 72 h em estufa a 65°C, sendo pesados, agrupados, moídos e analisados.

Após o 1º corte, fez-se uma adubação de manutenção com 100 mg/kg de nitrogênio e potássio e, após o 2º corte, reduziram-se as doses para 50 mg/kg de N e K.

As determinações de Ca, Mg, P, K, Al, H+Al, pH em  $H_2O$  e  $CaCl_2$  no solo foram realizadas de acordo com EMBRAPA (1979) e Raji *et al.* (1987).

Os índices de eficiência agrônômica (IEA) foram determinados segundo metodologia descrita em Goedert *et al.* (1986):  $IEA = Y2 - Y1 / Y3 - Y1 * 100$ ; onde Y1 = produção da testemunha; Y2 = produção da fonte testada na dose X; Y3 = produção da fonte referência (supertriplo) na dose X.

## RESULTADOS

De acordo com a Tabela 1, observa-se que significativos aumentos na produção de matéria seca foram obtidos até 200 kg de  $P_2O_5$ /ha e, após este nível, houve uma tendência a estabilidade com exceção do superfosfato triplo. A análise de variância revelou que existem diferenças estatisticamente

**TABELA 1 - Produção média de matéria seca da parte aérea de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, sob diferentes fontes e níveis de fósforo em AQA e respectivos índices de eficiência agrônômica (IEA), total de 3 cortes e média de 4 repetições. CNPGC-EMBRAPA, Campo Grande, MS, 1995.**

Fontes	Matéria seca (g/vaso)						IEA (%)					
	kg de P2O5 / ha						kg / P2O5 / ha					
	0	50	100	200	400	Média	50	100	200	400	Média	
Supertriplo	6,07	18,28	30,23	37,36	42,06	27,67a	100	100	100	100	100	
F. Gafsa	6,07	21,45	29,07	39,03	38,46	26,82a	126	95	105	90	104	
F. C.Norte	6,07	19,23	29,08	36,55	36,59	25,50a	107	95	97	84	96	
F. Arad	6,07	17,21	22,98	32,81	36,30	23,07b	91	70	85	84	83	
T.S.Mag.gv	6,07	11,68	21,38	34,20	36,81	21,95b	46	63	89	85	71	
F. Araxá	6,07	8,54	8,83	11,59	14,86	9,98c	20	11	17	24	18	

Médias seguidas pelas mesmas letras não são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey 5%.

**TABELA 2 - Equações de resposta da produção de matéria seca da parte aérea de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk à adubação fosfatada. CNPGC-EMBRAPA, Campo Grande, MS, 1995.**

Fontes	Equação	r <sup>2</sup>
Supertriplo	$y = 7,70 + 0,23X - 0,0003X^2$ **	0,94
F. Gafsa	$y = 7,76 + 0,25X - 0,0004X^2$ **	0,96
F. C. Norte	$y = 7,43 + 0,24X - 0,0004X^2$ **	0,93
F. Arad	$y = 6,97 + 0,19X - 0,0003X^2$ **	0,95
T.S.Mag.gv	$y = 5,18 + 0,19X - 0,0002X^2$ **	0,94
F. Araxá	$y = 6,27 + 0,027X$ *	0,72

significativas entre as fontes e a resposta à produção de matéria seca (P< 0,01). A Tabela 1 mostra resultados que permitem confirmar a baixa solubilidade e o baixo índice de

eficiência agrônômica do fosfato de Araxá.

Na Tabela 2 são apresentadas as equações de resposta à adubação fosfatada para matéria seca total com relação às doses das diferentes fontes aplicadas. Observa-se que no fosfato de Araxá o componente linear foi significativo (P<0,05), sendo que nos demais o componente quadrático foi o que melhor estimou a resposta às doses de P2O5 aplicadas (P<0,01).

Na Tabela 3 pode-se observar que a adição de calcário ao solo promoveu um incremento médio de 14% nos tratamentos com superfosfato triplo. Contudo, nos tratamentos com fosfato de Gafsa e termofosfato sílico-magnésiano as médias de produção foram inferiores ao tratamento sem calcário, embora esta diferença não fosse significativa (P>0,01). O efeito da adição de calcário no tratamento com fosfato de Araxá foi negativo (P<0,06), tendo reduzido a produção em 32%, e a eficiência agrônômica de 36% para 11%.

**TABELA 3 - Produção de matéria seca da parte aérea e índices de eficiência agrônômica (IEA) de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk com diferentes fontes em dois níveis de fósforo e calagem em AQA, total de 3 cortes e média de 4 repetições. CNPGC-EMBRAPA, Campo Grande, MS, 1995.**

Fontes	Matéria seca (g/vaso)				IEA (%)	
	0 t de calcário		1,5 t de calcário		0 t de calcário	1,5 t de calcário
	kg de P2O5 / ha				kg de P2O5 / ha	
	0	100	0	100	100	
Supertriplo	5.31	26,36	6.07	30,23	100	100
F. Gafsa	5.31	29.10	6.07	29.07	113	95
T.S.Mag. gv	5.31	21.94	6.07	21.38	79	63
F. Araxá	5.31	12,95	6.07	8,83	36	11

**TABELA 4 - Fósforo disponível no solo pelos métodos Mehlich-1 e resina trocadora de íons, após 3 cortes de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em Areia Quartzosa álica, sob diferentes níveis e fontes de P, média de 4 repetições. CNPGC-EMBRAPA, Campo Grande, MS, 1995.**

Fontes		kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / ha					Média
		0	50	100	200	400	
		mg P/kg de solo					
Supertríplo	M	4,4	5,0	8,0	18,2	36,9	14,5
	R	5,0	6,1	6,7	8,9	20,1	9,4
F. Gafsa	M	4,4	6,7	9,8	15,3	43,5	16,0
	R	5,0	6,5	6,5	9,6	19,1	9,3
F. C. do Norte	M	4,4	6,3	7,3	19,9	38,7	15,3
	R	5,0	6,9	6,5	9,5	15,4	8,7
F. Arad	M	4,4	6,3	9,2	18,6	34,9	14,7
	R	5,0	11,3	7,1	13,2	16,8	10,7
T.S.Mag. gv	M	4,4	5,7	5,1	11,1	22,0	9,7
	R	5,0	6,0	5,2	6,7	18,2	8,3
F. Araxá	M	4,4	9,6	16,1	28,3	61,8	24,0
	R	5,0	5,4	5,3	7,6	8,5	6,3

Extratores: M= Mehlich-1;R= Resina.

Verifica-se pelos resultados da Tabela 4 que o extrator Mehlich-1 superestimou o teor de P disponível no solo quando a fonte utilizada foi o fosfato de Araxá. Levando-se em consideração a baixa produção deste tratamento, a resina trocadora de íons apresentou resultados mais condizentes com os níveis de produção obtidos.

## CONCLUSÕES

Identificam-se, na condição estudada, três grupos de eficiência agrônômica em relação à produção de matéria seca de *Brachiaria decumbens* em Areia Quartzosa, descritos a seguir em ordem decrescente: 1° - superfosfato triplo, fosfatos de Gafsa e da Carolina do Norte; 2° - fosfato de Arad e termofosfato sílico-magnésiano; e 3° - fosfato de Araxá.

A calagem influi negativamente na eficiência agrônômica do fosfato de Araxá.

O extrator Mehlich-1 superestima o teor de P disponível no solo em relação à produção, quando se utiliza materiais de baixa reatividade e com características similares ao fosfato de Araxá.

## LITERATURA CITADA

- GOEDERT, W. J.; SOUZA, D. M. G. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. In: SEMINÁRIO FÓSFORO, CÁLCIO, MAGNÉSIO, ENXOFRE E MICRONUTRIENTES - SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS NA AGRICULTURA, São Paulo, 1984, *Anais*. São Paulo: MANAH, 1986. p. 21-53.
- GOEDERT, W. J.; SOUZA, D. M. G.; REIN, T. A. **Princípios metodológicos para avaliação Agrônômica de fontes de fósforo**. Documento n° 22, EMBRAPA/CPAC. julho, 1986. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1986. (EMBRAPA-CPAC, Documentos, 2°).
- LOPES, A. S. **Solos sob "Cerrado"**: Características, propriedades e manejo. 1983, Piracicaba: POTAFÓS, 1983. 162 p.
- RAIJ, B. V.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; *et al.* **Análise do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 179p.

# ADEQUATE NUTRIENT LEVELS FOR CITRUS

A.C.C. BERNARDI<sup>1</sup> and Q.A.C. CARMELLO<sup>1</sup>

## ABSTRACT

Nutritional status was evaluated by adequate range and DRIS methods, there was agreement to K, Mg, S, B e Mn. A methodology was proposed to evaluate adequate nutrient levels for citrus. Adequate nutritional levels were estimated by regression analyses between nutrient foliar levels and DRIS indexes. The estimated levels were respectively

adequate to B and Mn, excessive for Cu, Fe and Zn and low for N, P, K, Ca, Mg and S, regarding São Paulo State (Brazil) standards.

**Additional index words:** Citrus, nutritional status, sufficiency range, DRIS.

## INTRODUCTION

Citriculture of São Paulo State, the greatest area of production in the world, is grown on low fertility soil of Cerrado. These soils show high acidity, low levels of available P, exchangeable cations (K, Ca and Mg) and micronutrient (B, Mn and Zn), and high capacity of P fixation. Field crop responses to lime and fertilizers, in the growing or productive state, have been shown that once soil-related constraints are removed, high yields can be achieved.

Chemical soil and foliar analysis application allow the evaluation of crops nutritional status, display which nutrients are necessary for nutritional balance to make fertilizer recommendations and measure its efficiency, besides to evaluate crop nutrient extraction and exportation. Adequate nutrient supply is one of the indispensable factors to obtain high yields with lower costs.

Two methods of nutritional status evaluation are pointed out: adequate or sufficiency range and the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). Many researchers had compared both methods. Sumner (1979) showed that DRIS was superior to conventional method. With citrus crop, Beverly et al. (1984) and Bataglia (1989) noticed an agreement between the two methods. More recently,

Beverly (1992) used a methodology for comparing nutritional evaluation methods and concluded that sufficiency range was superior to DRIS.

The usual methodology to establish adequate plant nutrient levels is based on yields against nutrient levels curves, assuming that all other nutrients and factors in the system are adequate. Oliveira (1993) proposed the estimate of adequate nutrient foliar levels by DRIS indexes, and compared the calculated levels by this method with adequate nutrient levels from literature for soybean, maize and citrus crops and obtained close values.

Adequate or sufficiency nutrient ranges for citrus in São Paulo State were adapted from few fertilizations experiments and from some results described in literature. Often these ranges cannot evaluate orchard nutritional status of specific sites. The objective of this study is proposing a methodology for evaluate adequate nutrient levels for citrus for particular agricultural systems.

## MATERIAL AND METHODS

Foliar samples were collected in 30 commercial citrus orchards of 'Valencia' sweet orange (*Citrus sinensis* L.

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Química, Caixa Postal 09, Piracicaba, SP 13418-900, Brazil.

Osbeck) budded on rangpur lime (*Citrus limonia* L. Osbeck) at the Araraquara region, São Paulo State, Brazil. Leaf samples were collected from six to seven months old spring cycles from fruiting terminals, according to the Grupo Paulista de Adubação e Calagem dos Citros (GPACC, 1994). Plants are grown in typical acid Cerrado soils, predominant dark red latosol (Haplustox) and yellow red latosol (Acrustox), distrofic, with loamy texture.

Total levels of N, P, K, Ca, Mg and S macronutrients (g/kg) and B, Cu, Fe, Mn e Zn micronutrients (mg/kg) were determined by foliar analysis. DRIS indexes were calculated according to Jones (1981) procedure. Nutrient level standards were proposed by GPACC (1994).

Linear correlations between DRIS indexes and foliar levels were studied. Regression equations between these variables were estimated. Adequate nutrient levels were calculated from these equations for DRIS indexes equal zero.

## RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 shows nutrient levels and DRIS indexes ranging from minimum to maximum values and standard deviation values of 30 foliar samples for macronutrient (g/kg) and micronutrient (mg/kg).

Highly significative linear correlations were obtained

**TABLE 1 - Nutrient levels and DRIS index minimum, average and maximum and standard deviation values of foliar samples for macronutrient (g/kg) and micronutrients (mg/kg).**

Nutrient	Foliar level				DRIS index			
	Min	Avg	Max	Std dev	Min	Avg	Max	Std dev
N	15.50	22.74	29.30	3.003	-5.06	30.12	87.11	21.219
P	0.90	1.11	1.60	0.179	17.00	49.51	100.00	22.435
K	4.90	10.69	14.50	2.652	-21.34	22.74	53.41	17.219
Ca	20.50	29.85	40.30	5.837	-4.82	10.91	27.69	9.507
Mg	1.30	2.86	5.30	1.208	-15.88	14.14	57.54	20.023
S	1.00	1.98	3.40	0.048	-25.74	18.43	82.95	23.703
B	35	66.50	136	26.434	-7.55	-1.48	26.39	6.856
Cu	19	43.60	76	13.130	-6.63	6.91	46.49	10.124
Fe	112	205.57	351	58.293	-65.90	-37.49	-18.68	10.929
Mn	2	21.00	72	15.766	-354.52	-96.34	-15.26	78.044
Zn	2	67.67	123	27.594	-59.93	-29.63	-7.01	13.569

**TABLE 2 - Regression equations, correlation (r) and determination (R<sup>2</sup>) coefficients for foliar levels and DRIS indexes, calculated adequate nutrient levels and adequate nutrient range for macronutrients (g/kg) and micronutrients (mg/kg) according to GPACC, 1994.**

Nutrient	Equation	r	R <sup>2</sup>	Calculated level	Adequate range
N	$N_{DRIS} = -59.058 + 3.922 N$	0.555**	0.308	15.06	23 to 27
P	$P_{DRIS} = -55.296 + 94.505 P$	0.753***	0.567	0.59	1.2 to 1.6
K	$K_{DRIS} = -40.406 + 5.905 K$	0.909***	0.826	6.84	10 to 15
Ca	$Ca_{DRIS} = -35.443 + 1.553 Ca$	0.953***	0.909	22.82	35 to 45
Mg	$Mg_{DRIS} = -30.313 + 15.544 Mg$	0.938***	0.881	1.95	2.5 to 4.0
S	$S_{DRIS} = -66.795 + 42.971 S$	0.878***	0.771	1.55	2.0 to 3.0
B	$B_{DRIS} = -15.599 + 0.212 B$	0.819***	0.670	73.58	36 to 100
Cu	$Cu_{DRIS} = -4.523 + 0.262 Cu$	0.340	0.116	17.26	4.1 to 10.0
Fe	$Fe_{DRIS} = -63.156 + 0.125 Fe$	0.666***	0.443	505.25	50 to 120
Mn	$Mn_{DRIS} = -171.494 + 3.579 Mn$	0.723***	0.523	47.92	35 to 50
Zn	$Zn_{DRIS} = -55.477 + 0.406 Zn$	0.826***	0.682	136.64	35 to 50

between DRIS indexes and P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn and Zn foliar levels, showing that there is a high interrelationship between these variables. N correlation was significant at 1%. Exception was the correlation between DRIS index and Cu foliar levels that was significant at 6.59% only (Table 2).

DRIS method transforms nutrient levels to positive or negative indexes, showing which are most limiting (Sumner, 1979). As close as zero will be a nutrient index, greater is its nutritional balance (Sumner, 1979; Walworth & Sumner, 1987). From the equation for each relationship was calculated the adequate nutrient levels for DRIS index zero.

Regression equations between DRIS indexes and foliar levels showed correlation coefficients greater than 80% for the nutrients, in decreasing order: Ca, Mg and K. Coefficients between 60 and 80% were obtained for: S, Zn and B. Coefficients between 50 and 60% were obtained for: P and Mn. Coefficients for Fe, N and Cu were lower than 50% (Table 2).

Nitrogen levels average was near the adequate levels, however, DRIS indexes showed that there was an imbalance showing excess level. Adequate level calculated by equation was 15.06 g/kg, considered low by the standard (23 to 27 g/kg).

DRIS indexes for P suggested trend to nutrient excess, in spite of sufficiency range showed on opposite response, which there is a deficiency trend in the orchards. P calculated level of 0.59 g/kg was considered low.

Also there wasn't an agreement between the two methods for Ca, while sufficiency range shows deficient levels, DRIS indexes were very close to zero, showing relative nutritional balance, in spite of the high correlation coefficient observed. This fact illustrates that adequate range method may be unsuitable to certain crops. Ca calculated level of 22.82 g/kg is considered low.

K, Mg and S DRIS indexes pointed out a nutritional balance, which were confirmed by average levels, although these values are in the minimum limit, and showed an agreement between nutritional status evaluation methods. But the calculated K, Mg and S levels of 6.84, 1.95 and 1.55 g/kg, respectively, were all considered lows by the São Paulo State standards.

Boron and Mn foliar levels and DRIS indexes are concordant too, and suggested that these micronutrients were adequate. B and Mn calculated levels by the equation of 73.58 and 47.92 mg/kg were into the range of with standard adequate range.

Copper foliar level indicated excess, but DRIS indexes suggested a trend to nutritional balance. Cu calculated level of 17.26 mg/kg was considered excessive.

Iron levels were considered excessive. But, DRIS indexes were negative, which suggested deficiency trend. Fe calculated level of 505.25 mg/kg was considered excessive

when compared with calculate range.

Zinc average levels showed that they were slightly superior to adequate, however DRIS indexes showed that there was a slight trend of deficiency. Zn calculated level of 136.64 mg/kg were also considered high compared with standards.

## CONCLUSIONS

There was concordance between the two nutritional status evaluation methods for K, Mg, S, B e Mn.

The new methodology made possibly to calculated the adequate nutrients levels of citrus crop at the studied region.

The estimated levels were adequate to B and Mn, excessive for Cu, Fe and Zn and low for N, P, K, Ca, Mg and S, regarding São Paulo State (Brazil) standards.

## REFERENCES

- BATAGLIA, O.C. DRIS - Citros, uma alternativa para avaliar a nutrição das plantas. **Laranja**, Cordeirópolis, v.10, n.2, p.565-74, 1989.
- BEVERLY, R.B. Prescient diagnostic analysis shows sufficiency range approach superior to DRIS for citrus. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.23, n.17/20, p.2641-2649, 1992.
- BEVERLY, R.B.; STARK, J.C.; OJALA, J.C.; EMBLETON, T.W. Nutrient diagnosis of 'Valencia' oranges by DRIS. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v.109, n.5, p.649-654, 1984.
- GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS. Recomendação de adubação e calagem para citros no Estado de São Paulo. **Revista Laranja**, Cordeirópolis, v.especial, p.27, 1994.
- JONES, C.A. Proposed modifications of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analyses. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.12, n.8, p.785-94, 1981.
- OLIVEIRA, S.A. Avaliação do balanço nutricional no sistema solo-planta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24, 1993, Goiânia. **Resumos**. Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. p.43-44.
- SUMNER, M.E. Interpretation of foliar analysis for diagnostic purposes. **Agronomy Journal**, Madison, v.71, n.2, p.343-71, 1979.
- WALWORTH, J.L.; SUMNER, M.E. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Advances in Soil Science**, New York, v.6, p.149-88, 1987.

# EFEITO DA CALAGEM E DE ALGUNS NUTRIENTES SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE TRÊS ESPÉCIES DE *Stylosanthes* CULTIVADAS EM SOLO DE CERRADO

VALDINEI T. PAULINO<sup>1</sup>, MARIA T. COLOZZA<sup>2</sup>, JOAQUIM C. WERNER<sup>2</sup> e IVANI P. OTSUK<sup>2</sup>

## RESUMO

Estudaram-se, num solo areia quartzosa, a nutrição mineral e calagem de três espécies de estilosantes: *Stylosanthes guianensis* cv. Schofield, *Stylosanthes hamata* cv. Verano e *S. capitata* cv. CIAT 1019. Os tratamentos (esquema subtrativo) foram dispostos em blocos ao acaso com quatro repetições. O fósforo foi o mais limitante ao crescimento. O potássio beneficiou as três espécies. Com relação à calagem,

o *S. capitata* foi o menos exigente e os *S. hamata* mais responsivo que *S. guianensis* (o mais produtivo). A aplicação isolada de S e de micronutrientes não alterou significativamente as produções, acumulações de nitrogênio e nodulação do estilosantes.

**Palavras-chave:** Calagem, Nutrição mineral, solo de cerrado, estilizantes.

## ABSTRACT

### The effect of lime and nutrients on the growth of three species of *Stylosanthes* in the "Cerrado" soil

It was tested in a Quartz Sand soil of savannah vegetation and tested three stylo accessions (*S. guianensis* cv. Schofield, *S. hamata* cv. Verano and *S. capitata* cv. CIAT-1019) in greenhouse conditions. The fertilization treatments (subtrative assay) were arranged in a complete randomized block design with four replications. Phosphorus was the most limitant nutrient. Potash had beneficial effects upon the three

stylos. Lime brought positive effects on three stylos. Capitata was less and hamata more reponsive to lime than guianensis (that showed the greatest dry matter production). The single applications of S or micronutrients do not change significantly the dry matter yields, nitrogen accumulation and nodulation.

**Additional index words:** lime, Mineral nutrition, savannah soil.

## INTRODUÇÃO

O estilosantes tem sido utilizado nas pastagens tropicais, em condições de solos de baixa fertilidade, sem adubação ou correção da acidez, resultando em insucessos no estabelecimento e manutenção em pastagens consorciadas.

Diversos trabalhos têm dado ênfase ao fator nutricional

para essa leguminosa, particularmente o fósforo (Carvalho et al., 1971). Para outras leguminosas, os níveis críticos de P variam entre 7 e 11 ppm, porém, para o estilosantes esses valores oscilaram entre 2,5 e 5 ppm.

A fertilização potássica ora foi benéfica ao estilosantes ora não afetou a produção de matéria seca e nem a fixação de nitrogênio (Jones & Freitas, 1970).

<sup>1</sup> Pesquisador Científico, Bolsista do CNPq, Instituto de Zootecnia, Caixa Postal 60, Nova Odessa, SP 13460-000, Brasil.

<sup>2</sup> Pesquisador Científico, Instituto de Zootecnia, Caixa Postal 60, Nova Odessa, SP 13460-000, Brasil.

O estilosantes apresenta freqüentemente uma pequena resposta à calagem, com produções máximas de matéria seca a níveis de pH bem mais baixos (Carvalho et al., 1971; Eira et al. (1972).

O propósito do presente trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de três níveis de calagem, baseado na elevação do índice de saturação por bases do solo e de nutrientes minerais em três espécies de estilosantes, cultivadas num solo típico do cerrado paulista.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto de Zootecnia, em Nova Odessa (SP), num solo Areia Quartzosa distrófica, com a seguinte análise química: pH = 5,2; matéria orgânica = 14 g/dm<sup>3</sup>; H + Al<sup>3+</sup> = 22; Ca = 3, Mg = 1 e K = 0,7 expressos em mmol/dm<sup>3</sup> e P = 2 mg/dm<sup>3</sup>.

Foram estudadas três espécies de estilosantes: *Stylosanthes hamata* cv. Verano, *S. guianensis* cv. Schofield e *S. capitata* cv. CIAT-1019. Após desbastes periódicos, deixaram-se cinco plantas por vaso, contendo 5,7 kg de solo).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema subtrativo, com um tratamento completo, omitindo-se sequencialmente cada nutriente, conforme descrito a seguir: 1. Completo (P, K, Calagem 1, S, B, Cu, Fe, Mo e Zn); 2. Completo menos P; 3. Completo menos Calagem; 4. Completo menos K; 5. Completo menos S; 6. Completo menos B; 7. Completo menos Cu; 8. Completo menos Zn; 9. Completo menos Fe; 10. Completo menos Mo; 11. Completo mais Calagem 2; 12. Completo mais Calagem 3; 13. Testemunha.

Na calagem para elevação do índice de saturação por bases, aplicaram-se 0,73 (Calagem 1) e 1,54 (Calagem 2) toneladas de calcário dolomítico por hectare, para elevar a saturação por bases inicial ( $V_1 = 18,4\%$ ) para 40 e 60%, respectivamente. A calagem 3 para elevação do pH a 6,5 correspondeu ao equivalente a 4,87 toneladas de calcário dolomítico por hectare. Os corretivos foram bem misturados com o solo seco e, após adição de água deionizada, incubados por um período de 40 dias.

Os demais nutrientes foram empregados na forma de solução nutritiva, cujas quantidades e fontes estão no Tabela 1.

Após 56 dias de crescimento, executou-se um primeiro corte das espécies *Stylosanthes hamata* cv. Verano e *S. guianensis* cv. Schofield, avaliando-se as produções de matéria seca da parte aérea. O segundo corte foi executado com 42 e 56 dias de crescimento no cv. Verano e no cv. Schofield, respectivamente. Todo o material (parte aérea, raízes e nódulos) foram secos em estufa a 65°C até peso constante.

No *Stylosanthes capitata* cv. CIAT-1019 foi realizado um único corte aos 84 dias de idade, avaliando-se as mesmas variáveis já descritas para as outras espécies.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos com adubação resultaram significativos incrementos em relação à testemunha. No primeiro corte, a ausência de fósforo reduziu significativamente a produção de matéria seca da parte aérea e quantidades totais de nitrogênio em estilosantes hamata e guianensis, enquanto que a ausência de K reduziu apenas os rendimentos do guianensis. No segundo corte, tanto a omissão de P como de K diminuíram significativamente as variáveis acima. A nodulação (*S. hamata*) foi expressivamente menor com a omissão de P. A omissão do S e dos micronutrientes (B, Cu, Fe, Mo e Zn) não afetou significativamente os rendimentos e acumulações de N nessas duas espécies. (Tabelas 2, 3, 4 e 5).

Respostas à aplicação de fósforo no desenvolvimento de estilosantes Verano e Schofield foram amplamente obtidas por Jones & Freitas (1970) e Carvalho et al., (1971). O cv. Verano requer um nível crítico de 8 ppm para produzir 80% do rendimento máximo (Hall, 1993). No presente trabalho aplicaram-se 157,5 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, resultando em teores médios no solo de 30 ppm de P, superiores aos considerados críticos para essa espécie. Por outro lado, Bruce & Teitezal (1978) apontaram máximos rendimentos de estilosantes, utilizando o correspondente a 112 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, dose essa próxima à aplicada no presente trabalho.

Os estilosantes Verano e Schofield responderam positivamente à calagem, cujas variações ajustaram-se às equações de regressão apresentadas na Tabela 8. Pode-se estimar, para o Verano, máximo peso seco com o emprego de 2,8 toneladas de calcário por hectare; enquanto que para o Schofield, 2,69 t/ha. Níveis de calagem mais altos deprimiram as produções de matéria seca dessas duas espécies, possivelmente devido à imobilização de manganês e zinco, sendo o excesso de calagem (4,87 t/ha) mais prejudicial que a não utilização de calcário.

Comparando os pesos secos da parte aérea do primeiro corte dos cvs. Schofield versus Verano, época em que ambos apresentavam a mesma idade de crescimento, verificou-se que, na ausência de calagem, o Verano apresentou rendimentos menores que Schofield. Notou-se que o cv. Verano foi menos produtivo, porém mais responsivo à aplicação de calcário.

No *Stylosanthes capitata*, realizou-se um único corte aos 84 dias de idade. A análise de variância mostrou diferenças significativas entre os tratamentos de adubação e a testemunha em todas as variáveis (Tabelas 6 e 7).

Observa-se na Tabela 6 que a omissão de P restringiu e deprimiu significativamente a produção de matéria seca, as acumulações de N e a nodulação de *S. capitata*.

A omissão do K mostrou, em menor intensidade que a do P, significativos decréscimos sobre o peso seco e quantidades de N acumuladas dessa espécie.

Semelhantemente ao observado nas outras espécies, a

subtração de S ou dos micronutrientes não afetou significativamente as diversas variáveis estudadas.

A análise de regressão mostrou efeitos significativos da aplicação de doses de calcário. Esses efeitos foram quadráticos para o peso seco da parte aérea e da planta inteira (Tabela 8), estimando-se rendimentos máximos com do-

ses de 1,3 e 1,1 t de calcário por hectare; enquanto que reduções lineares com a calagem foram verificadas no peso seco das raízes e quantidades de N acumuladas

Observa-se que o *S. capitata* apresentou boa adaptação às condições do solo arenoso de Brotas, mostrando-se menos exigente que as outras espécies estudadas.

**TABELA 1 - Nutrientes, doses e fontes empregadas no experimento.**

Nutrientes	Doses (kg/ha)	Fontes	Quantidades (g/vaso)
P	70	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,47
K	89	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,47
S	30	NaSO <sub>4</sub> .10H <sub>2</sub> O	0,46
B	0,46	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0,004
Cu	2	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0,012
Zn	2	ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0,013
Mo	0,26	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	0,001
Fe	2	Quelato(17%Fe)	0,018

**TABELA 2 - Produção de matéria seca (65°C), g/vaso e nodulação (número de nódulos) do *Stylosanthes hamata* cv. Verano. Médias de quatro repetições e resumo das análises estatísticas.**

Tratamentos Adubações(G1) <sup>1</sup>	Produção de matéria seca			Nodulação (número) <sup>2</sup>	
	Parte Aérea		Raízes		Planta inteira
	1ºcorte	2ºcorte			
Menos P	1,40b	2,49c	0,77b	3,27b	1,57b
Menos K	4,43a	3,34c	1,18ab	4,52b	4,00a
Menos S	5,74a	7,15ab	1,89a	9,04a	4,00a
Menos B	5,36a	7,64ab	2,03a	9,66a	4,70a
Menos Cu	5,60a	6,45b	1,83a	8,28a	5,07a
Menos Zn	5,18a	6,87ab	1,92a	8,79a	4,92a
Menos Fe	5,49a	6,89ab	2,03a	8,92a	4,40a
Menos Mo	5,82a	7,44ab	2,01a	9,45a	4,65a
Tesmemunha	1,01	1,55	0,70	2,25	1,82
Níveis de calagem (G2) <sup>3</sup> (t/ha)					
0,00	4,50	2,33	0,98	3,31	2,02
0,73	6,25	7,02	1,95	8,97	6,00
1,54	5,89	8,94	2,18	11,12	6,35
4,90	5,62	6,83	1,02	7,86	6,27
CV (%)	13,23	13,84	24,07	13,99	26,71
Teste F <sup>3</sup> p/ RL p/ RQ	NS	*	NS	*	*
Teste F p/ G1 x Testemunha	*	*	*	*	*
Teste F p/ G2 x (G1+Test.)	*	*	*	ns	ns

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Valores referentes a dados transformados em  $\sqrt{x}$ .

<sup>3</sup> Níveis de calagem estudados.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

**TABELA 3 - Teores de nitrogênio (%) e quantidades totais de nitrogênio (mg/vaso) do *Stylosanthes hamata* cv. Verano. Médias de quatro repetições e resumo das análises estatísticas.**

Tratamentos Adubações(G1) <sup>1</sup>	Nitrogênio (%)			Quantidade de nitrogênio		
	Parte aérea		Raízes	Parte Aérea		
	1º corte	2º corte		1º corte	2º corte	Planta inteira
Menos P	3,56a	2,06b	1,60ab	50b	51d	64d
Menos K	2,95b	3,08a	1,43b	130a	103c	120c
Menos S	3,19ab	2,89a	1,62ab	183a	206b	237ab
Menos B	3,13ab	3,09a	1,74ab	168a	237a	272a
Menos Cu	3,23ab	3,15a	1,77a	180a	202b	234b
Menos Zn	3,24ab	3,00a	1,76a	168a	206b	240ab
Menos Fe	2,89b	2,92a	1,54ab	158a	201b	232b
Menos Mo	3,10ab	2,94a	1,61ab	181a	218ab	251ab
Tesmemunha	3,69	2,33	1,78	37	200	217
Níveis de calagem (G2) <sup>2</sup> (t/ha)						
0,00	3,51	3,31	1,32	157	80	93
0,73	3,23	3,01	1,64	202	172	243
1,54	3,17	2,95	1,72	186	154	302
4,90	3,31	2,98	1,56	185	77	49
CV (%)	3,25	2,90	9,04	12,68	13,61	13,35
Teste F <sup>3</sup> p/RL	ns	*	ns	ns	*	*
p/RQ	ns	*	*	*	*	*
Teste Fp/	*	*	ns	*	ns	ns
G1 x Testemunha						
Teste Fp/	*	*	*	*	*	ns
G2 x (G1+Test.)						

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Níveis de calagem estudados.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo

**TABELA 4 - Produção de matéria seca (65°C), g/vaso, e nodulação (número de nódulos) do *Stylosanthes guianensis* cv. Schofield. Médias de quatro repetições e resumo das análises estatísticas.**

Tratamentos Adubações(G1) <sup>1</sup>	Produção de matéria seca				Nodulação (número) <sup>2</sup>
	Parte Aérea		Raízes	Planta inteira	
	1ºcorte	2ºcorte			
Menos P	1,03 c	3,58 b	1,52 b	5,10 b	3,20 b
Menos K	4,72 b	3,86 b	1,83 b	5,70 b	3,10 b
Menos S	7,53 a	11,35 a	3,70 a	15,05 a	6,80 ab
Menos B	6,99 a	11,96 a	4,01 a	15,97 a	6,57 ab
Menos Cu	7,14 a	11,81 a	3,55 a	15,37 a	6,22 ab
Menos Zn	6,58 a	11,53 a	3,51 a	15,04 a	8,10 a
Menos Fe	6,81 a	11,17 a	3,25 a	14,42 a	5,32 ab
Menos Mo	7,13 a	11,14 a	3,93 a	15,07 a	7,62 a
Tesmemunha	1,54	3,43	1,55	4,98	1,25
Níveis de calagem (G2) <sup>3</sup> (t/ha)					
0,00	6,29	6,54	2,32	8,86	8,05
0,73	6,53	11,65	3,44	15,09	6,27
1,54	6,97	12,89	3,63	16,52	6,62
4,90	5,88	9,54	2,03	11,57	4,57
CV (%)	11,67	10,79	16,13	10,26	30,35
Teste F <sup>3</sup> p/ RL	*		ns	*	*
p/ RQ	ns		*	*	*
Teste F p/	*		*	ns	ns
G1 x Testemunha					
Teste F p/	*		*	*	ns
G2 x (G1 + Test.)					

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Valores referentes a dados transformados em  $\sqrt{x}$ .

<sup>3</sup> Níveis de calagem estudados.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

**TABELA 5 - Teores de nitrogênio (%) e quantidades totais de nitrogênio (mg/vaso) do *Stylosanthes guianensis* cv. Schofield. Médias de quatro repetições e resumo das análises estatísticas.**

Tratamentos	Nitrogênio (%)		Quantidade de nitrogênio		
	Parte aérea		Parte aérea		Planta inteira
	1º corte	2º corte	1º corte	2º corte	
Menos P	3,09 a	1,71 b	32 c	61 c	82 c
Menos K	2,29 b	2,95 a	108 b	113 b	141 b
Menos S	2,29 b	2,64 a	172 a	300 a	353 a
Menos B	2,40 b	2,60 a	167 a	311 a	375 a
Menos Cu	2,33 b	2,59 a	168 a	306 a	361 a
Menos Zn	2,26 b	2,61 a	149 a	301 a	355 a
Menos Fe	2,41 b	2,71 a	164 a	303 a	354 a
Menos Mo	2,44 b	2,69 a	175 a	300 a	364 a
Testemunha	3,73	1,92	58	235	278
Níveis de calagem (G2) <sup>2</sup> (t/ha)					
0,00	2,04	3,17	127	208	283
0,73	2,47	2,66	162	308	360
1,54	2,49	2,61	174	334	401
4,90	2,85	2,46	166	65	89
CV (%)	7,43	7,84	10,22	10,64	12,36
Teste F <sup>3</sup> p/ RL p/ RQ	*		ns	*	*
Teste F p/ G1 x Testemunha	*		*	ns	ns
Teste F p/ G2 x (G1 + Test.)	*		*	*	ns

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Níveis de calagem estudados.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo

**TABELA 6 - Produção de matéria seca (65°C), g/vaso, e nodulação (número de nódulos) do *Stylosanthes capitata* cv. Ciat 1019. Médias de quatro repetições e resumo das análises estatísticas.**

Tratamentos Adubações (G1) <sup>1</sup>	Produção de matéria seca			Nodulação (número) <sup>2</sup>
	Parte Aérea	Raízes	Planta inteira	
	1º corte			
Menos P	1,03 c	1,52 b	5,10 b	3,20 b
Menos K	4,72 b	1,83 b	5,70 b	3,10 b
Menos S	7,53 a	3,70 a	15,05 a	6,80 ab
Menos B	6,99 a	4,01 a	15,97 a	6,57 ab
Menos Cu	7,14 a	3,55 a	15,37 a	6,22 ab
Menos Zn	6,58 a	3,51 a	15,04 a	8,10 a
Menos Fe	6,81 a	3,25 a	14,42 a	5,32 ab
Menos Mo	7,13 a	3,93 a	15,07 a	7,62 a
Testemunha	1,54	1,55	4,98	1,25
Níveis de calagem (G2) <sup>3</sup> (t/ha)				
0,00	6,29	2,32	8,86	8,05
0,73	6,53	3,44	15,09	6,27
1,54	6,97	3,63	16,52	6,62
4,90	5,88	2,03	11,57	4,57
CV (%)	11,67	16,13	10,26	30,35
Teste F <sup>3</sup> p/ RL p/ RQ	*	*	*	*
Teste F p/ G1 x Testemunha	ns	ns	ns	ns
Teste F p/ G2 x (G1 + Test.)	*	*	*	*
Teste F p/ G2 x (G1 + Test.)	ns	ns	ns	ns

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Valores referentes a dados transformados em  $\sqrt{x}$ .

<sup>3</sup> Níveis de calagem estudados.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

**TABELA 7 - Teores de nitrogênio (%) e quantidades de nitrogênio (mg/vaso) do *Stylosanthes capitata* cv. CIAT 1019. Média de quatro repetições e resumo das análises estatísticas.**

Tratamentos	Nitrogênio (%)		Quantidade de nitrogênio	
	Parte Aérea	Raízes	Parte aérea	Planta inteira
	1º corte		1º corte	
Menos P	2,11 a	1,74 a	85 c	108 c
Menos K	2,26 a	1,84 a	295 b	365 b
Menos S	2,18 a	1,87 a	391 ab	478 ab
Menos B	2,31 a	1,97 a	404 ab	502 ab
Menos Cu	2,39 a	2,01 a	452 a	555 a
Menos Zn	2,34 a	1,87 a	416 ab	506 a
Menos Fe	2,52 a	1,91 a	417 ab	510 a
Menos Mo	2,40 a	1,92 a	445 a	553 a
Testemunha	2,72	1,65	192	209
Níveis de calagem (G2) <sup>2</sup> (t/ha)				
0,00	2,49	1,98	383	474
0,73	2,47	1,91	458	547
1,54	2,22	1,80	367	443
4,90	1,91	1,67	95	133
CV (%)	15,78	7,91	20,47	17,94
Teste F <sup>3</sup> p/ RL	*	*	*	*
p/ RQ	ns	ns	ns	ns
Teste F p/ G1 x Testemunha	*	*	*	*
Teste F p/ G2 x (G1 + Test.)	ns	ns	ns	ns

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Níveis de calagem estudados.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

**TABELA 8 - Equações de regressão e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) para as variáveis estudadas em estilosantes em função dos níveis de calagem.**

Espécies forrageiras	Equação de regressão	Coefficientes de determinação (R <sup>2</sup> )
<i>Stylosanthes guianensis</i> cv. Schofield		
Peso seco parte aérea 2º corte	Y = 6,97 + 5,90x - 1,09x <sup>2</sup>	0,94**
Peso seco planta inteira	Y = 9,39 + 12,56x - 1,38x <sup>2</sup>	0,94**
Peso seco raízes	Y = 2,41 + 1,31x - 0,28x <sup>2</sup>	0,96**
N (%) 1º corte	Y = 2,21 + 0,1374x	0,82**
N (%) 2º corte	Y = 3,11 - 0,49x + 0,074x <sup>2</sup>	0,90**
N total (mg/vaso) 1º corte	Y = 129,56 + 41,84x - 7,05x <sup>2</sup>	0,97**
N total 2º corte	Y = 213,92 + 136,4x - 34,06x <sup>2</sup>	0,99**
N total planta inteira	Y = 283,14 + 130,18x - 34,65x <sup>2</sup>	0,99**
<i>Stylosanthes hamata</i> cv Verano		
Peso seco		
Parte aérea 1º corte	Y = 4,78 + 1,32x - 0,24x <sup>2</sup>	0,65**
Parte aérea 2º corte	Y = 2,61 + 5,95x - 1,04x <sup>2</sup>	0,97**
Peso seco planta inteira	Y = 3,67 + 7,11x - 1,28x <sup>2</sup>	0,97**
Peso seco das raízes	Y = 1,06 + 1,16x - 0,24x <sup>2</sup>	0,96**
N total (mg/vaso) 1º corte	Y = 165,25 + 28,37x - 4,99x <sup>2</sup>	0,49**
N total 2º corte	Y = 86,01 + 180,95x - 39,0x <sup>2</sup>	0,99**
N total planta inteira	Y = 99,95 + 205,5x - 44,08x <sup>2</sup>	0,99**
N (%) raízes	Y = 1,35 + 0,37x - 0,066x <sup>2</sup>	0,99**
<i>Stylosanthes capitata</i> cv. CIAT 1019		
Peso seco parte aérea 1º corte	Y = 15,92 + 1,94x - 0,76x <sup>2</sup>	0,95**
Peso seco planta inteira	Y = 20,55 + 1,88x - 0,88x <sup>2</sup>	0,96**
Peso seco raízes	Y = 4,99 - 0,77x	0,96**
N total parte aérea (mg/vaso)	Y = 449,5 - 69,16x	0,88**
N total planta inteira	Y = 542,93 - 80,36x	0,90**
N (%) raízes	Y = 1,95 - 0,06x	0,93**

## CONCLUSÕES

1. O fósforo foi o elemento que mais limitou o crescimento das três espécies de estilosantes estudadas.
2. As deficiências de potássio e/ou fatores de acidez, presentes na ausência de calagem, restringiram o crescimento das leguminosas.
3. As três espécies de estilosantes comportaram-se diferentemente com relação ao emprego de níveis de calagem, sendo *S. capitata* o menos exigente, enquanto que o *S. hamata* foi mais responsivo que *S. guianensis*.
4. O excesso de calagem foi extremamente prejudicial para o cultivo do estilosantes.

## LITERATURA CITADA

- BRUCE, R. C.; TEITZEL, J. K. Nutrition of *Stylosanthes guyanensis* on two sandy soil in a humid tropica lowland environment. **Trop. Grassld.**, v.12, n.1, p.39-48. 1978.
- CARVALHO, M. M.; FRANÇA, G. E.; BAHIA FILHO, A. F.; MOZZER, O. L. Ensaio exploratório de fertilização de seis leguminosas tropicais em um latossol vermelho escuro-fase arenosa. **Pesq. Agropec. Bras.**, Série Agron., v.6, p.285-90. 1971.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL- 1975. **Annual Report**. Cali, Colombia: CIAT, 1975.
- EIRA, P. A.; ALMEIDA, D. L.; SILVA, W. C. Fatores nutricionais limitantes do desenvolvimento de três leguminosas em um solo podzólico vermelho-amarelo. **Pesq. Agropec. Bras.**, Série. Agron., v.7, p.185-192. 1972.
- HALL, T. J. Response of *Stylosanthes hamata* cv. Verano and native pastures to fertilizers on two light-textured soils in north-west Queensland. **Trop. Grasslands**, v.27, p.75-86. 1993.
- JONES, M. B.; & FREITAS, L. M. M. Respostas de quatro leguminosas tropicais a fósforo, potássio e calcário num Latossolo Vermelho-Amarelo de campo cerrado. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.5, p.91-9. 1970.
-

**Fertilidades do Solo**  
*Soil Fertility*

# EFEITO DE DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO NA DISTRIBUIÇÃO DE MACRO E MICROAGREGADOS E NO TEOR DE CARBONO ORGÂNICO EM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO NA REGIÃO DOS CERRADOS, BRASIL

ISAÍAS da S. PEREIRA<sup>1</sup>, DIMAS V. S. RESCK<sup>2</sup>, HAMILTON M. GUEDES<sup>3</sup>, JOSÉ E. da SILVA<sup>2</sup> e LUÍS HERNAN R. CASTRO<sup>2</sup>

## RESUMO

Estudou-se a distribuição de macro e microagregados e o conteúdo de carbono orgânico em Latossolo Vermelho-Escuro argiloso (> 40% de argila), na área experimental do CPAC-EMBRAPA, Planaltina, Distrito Federal, em seis sistemas de manejo estabelecidos por mais de dez anos, na região dos Cerrados. Amostras de solo coletadas em cinco profundidades, com cinco repetições, foram submetidas a análise de agregados, de carbono orgânico, capacidade de troca

catiônica e argila natural. A análise de macro e microagregados e a análise de carbono orgânico forneceram resultados que possibilitaram a avaliação das diferenças entre os diversos sistemas de manejo. Verificou-se nos ambientes não perturbados uma maior estabilidade de agregados. Os sistemas de manejo cerrado, pastagem e plantio direto, apresentaram os maiores teores de carbono orgânico.

**Palavras-chave:** Pastagens, plantio direto.

## ABSTRACT

### Effect of different soil management on the distribution of macro and microaggregates and on the organic carbon content in dark red latosol in the "Cerrados" region, Brazil

The distribution of macro and microaggregates and the organic carbon content in clayey Dark Red Latosol (> 40% of clay) in the experimental field of CPAC-EMBRAPA, Planaltina DF, were studied in six soil management systems, established for more than 10 years, in the "Cerrados" region. Soil samples, taken at five depths, with five replications, were analysed for water stable aggregates, organic carbon, cation exchange capacity and water dispersible clay. Results of

analysis of macro and microaggregates and organic carbon made possible to evaluate the differences among these soil management systems. Higher aggregate stability was found in undisturbed environments. The systems "cerrado", pasture and direct no-till showed highest organic carbon contents.

**Additional index words:** Soil management systems, pasture, direct no till.

## INTRODUÇÃO

Os solos da região dos Cerrados têm sido explorados com

emprego intensivo de máquinas e insumos agrícolas para que se alcancem bons índices de produtividade. O uso contínuo destes solos com a monocultura e o monopreparo, ocasio-

<sup>1</sup> Pós-Graduando Universidade de Brasília/EMBRAPA, Bolsista da CAPES.

<sup>2</sup> Pesquisador, EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil.

<sup>3</sup> Pós-Graduando Universidade de Brasília/EMBRAPA, Bolsista do CNPq.

nam, via de regra, problemas de natureza química e física, tais como a quebra da estrutura do solo, expondo a matéria orgânica, associada ao agregado, ao ataque de microrganismos causando a perda do carbono do solo (Tisdall *et al.*, 1982). Com a perda de carbono e com a estrutura destruída, a infiltração da água no solo é prejudicada e o solo não resiste ao impacto das gotas de chuva, iniciando-se o processo de erosão. O manejo adequado do solo evita estes efeitos negativos, além de corrigir química e fisicamente as deficiências naturais dos solos sob vegetação de cerrado.

Este trabalho tem por objetivo estudar os efeitos de seis sistemas de manejo na distribuição de macroagregados e microagregados e o seu conteúdo de carbono.

## MATERIAL E MÉTODOS

A amostragem de material do solo para as análises físicas e químicas foi realizada na área experimental do CPAC-EMBRAPA, Planaltina, Distrito Federal, em seis sistemas de manejo: Cerrado (CE), Eucalipto (EUC), Pastagem (Past), Plantio Direto (PD), Arado de Discos (AD) e Grade Pesada (GP). Os agregados foram separados em macroagregados (MAC), diâmetro maior que 0,25 mm e microagregados (MIC), diâmetro menor que 0,25 mm, em amostras de Latossolo Vermelho-Escuro argiloso (> 40% de argila), com uma média de 10 anos de uso para os sistemas cultivados. Foram tomadas amostras de solo nas profundidades de :0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40 cm, com cinco repetições.

Foram feitas análises físicas (estabilidade de agregados via úmida), argila natural (AN) pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1979), e químicas carbono orgânico (CO) pelo método de Mebius (Mebius, 1960) e capacidade de troca catiônica (CTC) (EMBRAPA, 1979). Para análise de agregados foram utilizados dois procedimentos: (1) os agregados, foram passados em uma peneira de 8 mm e retidos numa peneira de 2 mm (8-2 mm); (2) os agregados, foram passados apenas por uma peneira de 8 mm (<8 mm). Após esta seleção procedeu-se a análise de estabilidade de agregados por via úmida, segundo Kemper & Chepil (1965).

Da amostra < 8 mm foram feitas as análises de CTC e AN e as análises de CO foram feitas nos macro e microagregados provenientes da análise de estabilidade de agregados por via úmida.

Neste estudo foi utilizado um programa (Profile) para diferenciação estatística dos sistemas de manejo, ao nível de significância de 5%, cuja análise de variância determina a tendência polinomial ortogonal estabelecendo os valores para os parâmetros de um polinômio  $y = p_0 + p_1x + p_2x^2 + p_3x^3$ , onde  $y$  representa as propriedades químicas e físicas consideradas (% MAC, % MIC, CO, CTC e AN) e o  $x$ , os valores das profundidades consideradas. Quando  $x = 0$ , (não se considera a profundidade), o resultado  $y = p_0$ , exprime a média geral,

considerando-se as cinco profundidades e as cinco repetições. Ou seja, têm-se a média dos valores das propriedades.  $p_1$  é o parâmetro da equação que indica a taxa linear de aumento ou redução dos valores das propriedades estudadas por unidade de profundidade (cm). Os efeitos quadráticos  $p_2$  e cúbicos  $p_3$  desta equação não serão analisados neste trabalho, devido a complexidade de suas interpretações.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### a) Agregados 8-2 mm

Pelo procedimento 1, considerando os valores médios ( $p_0$ ), para MAC, os tratamentos CE, EUC, GP e PAST não diferiram entre si ( $95,97\% \pm 0,53\%$ ), sendo superiores ao PD ( $93,50\%$ ) que superou o AD ( $91,74\%$ ). Os sistemas CE, EUC e PAST, são considerados ambientes não perturbados. Já a grade pesada é o implemento que mais destrói os agregados; no entanto, a área amostrada foi deixada em pousio por dois anos com predominância da *Brachiaria decumbens*, o que pode ter restaurado o estado de agregação.

O teor de AN deveria refletir de certa maneira o grau de agregação do solo, no entanto o EUC apresentou um teor de 37%, diferenciando-se de todos os outros sistemas de manejo. Os sistemas de manejo GP e PAST, apresentaram um mesmo teor de AN ( $29,0\% \pm 0,86\%$ ), diferindo-se de AD, CE e PD que apresentaram uma média de  $21\% \pm 2\%$ .

O carbono orgânico é um dos elementos mais importantes na formação de agregados e da CTC do solo. Comparando estes tratamentos, observou-se que AD, EUC e GP apresentaram o mesmo teor de CO ( $1,86\% \pm 0,05\%$ ), que diferiram estatisticamente de CE, PAST e PD ( $2,23\% \pm 0,05\%$ ).

Quanto à CTC, o EUC ( $7,42 \text{ cmol}(+)/\text{kg}$ ) diferenciou-se do tratamento GP e PAST ( $9,10 \text{ cmol}(+)/\text{kg} \pm 0,12$ ), que foi diferente do AD e CE ( $9,86 \text{ cmol}(+)/\text{kg} \pm 0,24$ ) e do PD ( $11,04 \text{ cmol}(+)/\text{kg}$ ). Observou-se que o CE tem maiores teores de CO do que o AD, porém, eles apresentaram os mesmos valores de CTC. Isto é devido à qualidade da matéria orgânica; em estudos anteriores (ARAI *et al.*, 1984), foi encontrado um maior grau de humificação da matéria orgânica em área preparada com AD, o que compensa de certa maneira o decréscimo nos teores de CO.

Analisando a variação linear ( $p_1$ ), em relação ao teor de MAC, o AD não diferiu estatisticamente da PAST ( $3,75\% \pm 1,48\%$ ), isto é, para cada unidade de profundidade, em centímetros, a percentagem de MAC aumenta em 3,75% nestes dois tratamentos. No caso do CE e EUC há um decréscimo com a profundidade de 1,04%, porém o EUC não se diferenciou do GP e do PD ( $0,83\% \pm 0,17\%$ ). GP e PD não diferiram da PAST, embora para PAST o  $p_1$  foi de 2,70% contra 0,93% do GP e PD.

Os valores de  $p_1$  indicam que em todos tratamentos os teores de CO diminuem em profundidade ( $p_1$  negativo). Isto

TABELA 1 - Caracterização física e química do solo para agregados 8-2 mm e < 8mm.

Sistemas de manejo	Agregados 8-2 mm		Carbono Orgânico 8-2 mm		Agregados < 8 mm		Carbono Orgânico < 8 mm		CTC	AN
	MAC	MIC	MAC	MIC	MAC	MIC	MAC	MIC		
AD	MAC	MIC	MAC	MIC	MAC	MIC	MAC	MIC		
0 - 5 cm	87,96	8,57	2,40	1,54	84,37	11,48	2,23	1,62	10,81	18,68
5 - 10 cm	90,35	6,90	2,16	1,44	85,94	10,96	2,07	1,64	10,97	19,96
10 - 20 cm	92,69	4,97	1,93	1,35	88,69	8,53	1,93	1,52	10,13	21,14
20 - 30 cm	93,44	4,57	1,71	1,30	89,01	7,78	1,83	1,38	9,39	22,51
30 - 40 cm	94,23	4,17	1,40	0,92	89,89	8,09	1,28	0,92	7,88	23,10
CE	MAC	MIC	MAC	MIC	MAC	MIC	MAC	MIC		
0 - 5 cm	97,77	1,61	2,98	2,28	85,46	12,68	3,28	2,27	12,18	19,71
5 - 10 cm	96,36	2,46	2,40	1,81	83,16	15,02	2,74	2,10	11,29	19,26
10 - 20 cm	96,52	2,52	2,13	1,56	85,60	12,33	2,44	1,85	10,08	21,13
20 - 30 cm	96,57	2,74	1,74	1,38	85,68	12,27	2,01	1,56	8,46	24,62
30 - 40 cm	95,29	3,59	1,86	1,12	88,08	10,39	1,80	1,31	7,37	25,50
EUC	MAC	MIC	MAC	MIC	MAC	MIC	MAC	MIC		
0 - 5 cm	97,60	2,09	2,32	2,28	84,61	10,24	2,91	2,26	9,46	31,21
5 - 10 cm	95,49	3,25	2,08	1,92	85,14	10,60	2,61	2,24	8,48	32,51
10 - 20 cm	96,65	2,20	1,85	1,65	87,37	9,42	2,10	1,94	7,64	36,75
20 - 30 cm	95,74	2,86	1,68	1,64	89,00	9,06	1,82	1,71	6,14	39,92
30 - 40 cm	96,22	2,92	1,43	1,23	82,00	8,59	1,86	1,77	5,37	42,11
GP	MAC	MIC	MAC	MIC	MAC	MIC	MAC	MIC		
0 - 5 cm	96,16	3,43	2,28	1,96	85,60	9,64	2,20	1,95	11,20	24,98
5 - 10 cm	95,12	3,76	2,06	1,80	85,68	10,09	2,10	1,89	10,58	25,89
10 - 20 cm	95,99	2,95	1,72	1,46	88,08	9,19	1,84	1,68	8,85	27,95
20 - 30 cm	95,86	3,07	1,65	1,51	88,49	8,51	1,50	1,44	7,97	30,49
30 - 40 cm	96,33	3,08	1,35	1,29	88,38	9,24	1,45	1,30	7,32	31,22
Past	MAC	MIC	MAC	MIC	MAC	MIC	MAC	MIC		
0 - 5 cm	93,31	4,11	2,44	2,11	88,84	8,04	2,45	1,85	10,06	25,42
5 - 10 cm	94,13	3,91	2,42	2,09	88,08	8,51	2,45	2,04	9,81	25,24
10 - 20 cm	96,42	3,05	2,36	2,07	90,70	6,39	2,37	1,98	9,84	28,13
20 - 30 cm	96,35	2,65	1,97	1,84	91,54	6,11	2,16	1,79	8,29	32,39
30 - 40 cm	95,58	2,54	1,61	1,37	94,35	4,00	1,43	1,30	7,06	35,43
PD	MAC	MIC	MAC	MIC	MAC	MIC	MAC	MIC		
0 - 5 cm	92,84	4,88	2,96	2,20	83,67	12,31	3,27	2,23	13,60	15,31
5 - 10 cm	92,97	4,94	2,81	1,91	83,69	11,61	2,75	2,07	12,25	16,58
10 - 20 cm	93,80	4,59	2,19	1,63	87,93	9,52	2,35	1,83	10,98	19,12
20 - 30 cm	94,29	4,49	1,96	1,22	89,16	8,07	1,83	1,40	9,73	21,52
30 - 40 cm	93,61	4,87	1,65	1,12	89,86	7,67	1,68	1,14	8,65	22,85

já era esperado, pois a adição de matéria orgânica ocorre na superfície, sendo incorporada, em profundidade, pela ação da mesofauna e microrganismos do solo.

Em todos os tratamentos, a CTC também diminuiu em profundidade, mostrado por um valor de  $p_1$  negativo. A redução da CTC ocorreu concomitantemente com a redução do carbono orgânico em profundidade. O CE, EUC e PD apresentaram uma maior taxa de redução da CTC em profundidade (-0,614 cmol(+)/kg  $\pm$  0,025), diferindo-se da GP, Past e AD (-0,450 cmol(+)/kg  $\pm$  0,078).

O teor de AN aumentou em profundidade em todos os tratamentos, sendo que o EUC apresentou maior taxa (9,73%) não diferindo do PAST (8,80%), sendo, no entanto, diferente de todos os outros tratamentos. PAST e PD não diferiram entre si (7,58%  $\pm$  1,73%), o mesmo ocorrendo com CE, AD e GP (4,83%  $\pm$  1,10%).

Considerando a média de valores de MIC, pelo procedi-

mento I, podemos constatar que AD diferenciou estatisticamente de todos os demais tratamentos, apresentando os maiores valores em média (5,84%), seguida de PD (4,76%) e GP (3,26%), que diferiram entre si. Past, EUC e CE não diferiram entre si e apresentaram os menores valores de MIC (2,83%  $\pm$  0,37%). Neste caso, os maiores valores de MIC no AD, refletiram uma maior destruição dos macroagregados, o que também era esperado, até com maior intensidade, na grade pesada. Tal fato não foi observado, porque esta última encontrava-se em pousio por dois anos.

Os valores obtidos para cada propriedade analisada em profundidade são apresentadas na figura 1A.

#### b) Agregados < 8mm

Quando se considera os valores médios ( $p_0$ ), para a classe de agregados < 8mm, observa-se que a pastagem apresentou o maior teor de MAC (90,70%), diferenciando-se dos outros tratamentos AD, GP, PD, CE e EUC, que não diferi-

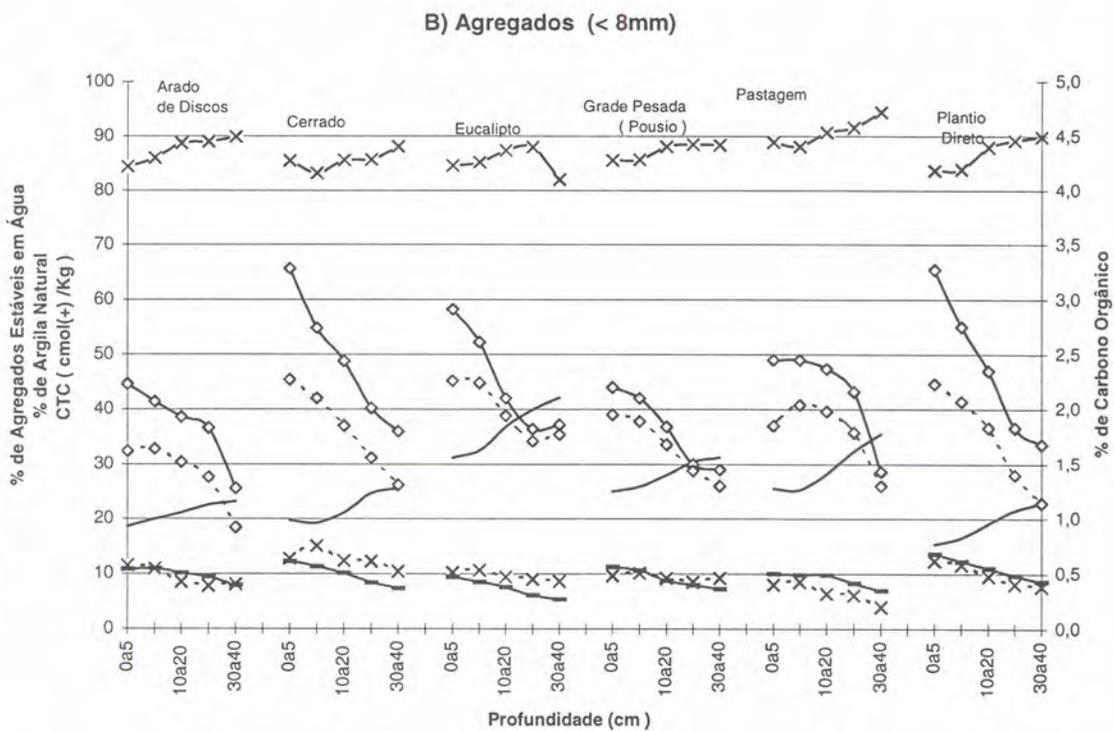
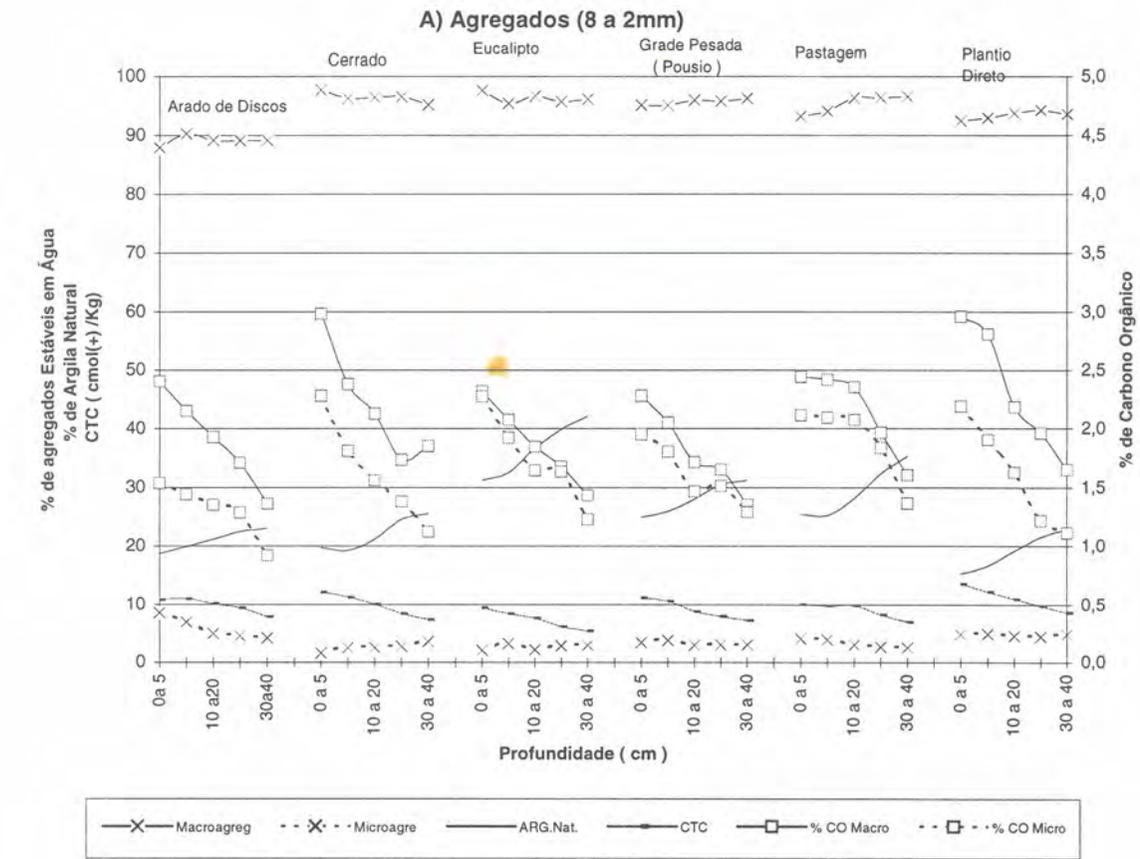


FIG. 1 - Percentual de agregados estáveis em água, argila natural, CTC e carbono orgânico nos sistemas de manejo AD, CE, EUC, GP, PAST e PD.

ram entre si ( $86,60\% \pm 0,98\%$ ).

Em relação aos teores de CO, observou-se que, CE, PD e EUC, apresentaram os maiores teores ( $2,37\% \pm 0,1\%$ ). EUC e Past não diferiram estatisticamente ( $2,22\% \pm 0,064\%$ ) e AD e GP apresentaram os menores teores ( $1,85\% \pm 0,035\%$ ), diferindo-se de todos os outros tratamentos. Estas diferenças são justificadas pelo fato do CE e EUC serem ambientes não perturbados e conservadores de matéria orgânica. Já no plantio direto os restos culturais são deixados sobre a superfície do solo não sendo incorporados pelos implementos.

O comportamento da CTC e AN foi semelhante aos verificados nas classes de tamanho dos agregados 8-2 mm, pois as amostras foram as mesmas. Os microagregados, na classe de tamanho de agregados < 8 mm, não diferiram entre si, em todos os tratamentos ( $9,55\% \pm 1,88\%$ ).

Analisando os dados de  $p_1$ , o EUC apresentou uma taxa de redução ( $-0,0072\%$ ) da percentagem de MAC em profundidade, mesmo assim não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos ( $0,021\% \pm 0,01\%$ ). Apenas PD e GP diferiram estatisticamente quanto à taxa de aumento de macroagregados em profundidade, sendo que PD apresentou valores de  $p_1$  igual a  $0,03\%$  e GP de  $0,015\%$ . Em relação a microagregação, houve uma redução com a profundidade.

Os valores de  $p_1$  dos MAC revelam que o teor de CO diminuiu com a profundidade em todos os tratamentos, sendo que PD e CE apresentaram uma maior taxa de redução ( $1,21\% \pm 0,09\%$ ), com PD se diferenciando estatisticamente de EUC e Past e estes de AD e GP ( $0,76\% \pm 0,10\%$ ).

Os valores obtidos para cada propriedade analisada em profundidade são apresentadas na figura 1B.

## CONCLUSÕES

Pelo exposto, pode-se concluir que, na classe de agrega-

dos 8-2 mm, os sistemas não perturbados: CE, EUC e Past, promoveram uma melhor agregação indicada pelo maior percentual de macroagregados. Destes, CE e PAST, apresentaram os maiores teores de carbono orgânico, o mesmo ocorrendo com o plantio direto.

A CTC destes tratamentos foi bastante diferenciada, não refletindo, necessariamente, os teores de carbono orgânico.

O pousio com colonização de *Brachiaria decumbens* parece ser um condicionador da restauração da macroagregação em solos desestruturados pela ação de grade pesada. Os teores de macro e microagregados são diferentes quando se considera as classes de tamanho de agregados 8-2 mm e menor que 8 mm.

## LITERATURA CITADA

- ARAI, S.; RESCK, D. V. S.; CARDOSO, A. N.; LINHARES, N.W. Quantitative and qualitative characteristics of soil organic matter under Cerrados. *In: Relatório Técnico do Projeto Nipo-Brasileiro de Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados*. 1987/1992.1994, Brasília, EMBRAPA-CPAC/JICA. p.477-487, 1994.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Consevação do Solo, Rio de Janeiro. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, 1979.
- KEMPER, W. D.; CHEPIL, W. S. Size distribution of aggregates. *In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis. Agronomy*, v.9, p.499-510, 1965.
- MEBIUS, L. J. A rapid method for the determination of organic carbon in soil. **Anal. Chim. Acta**, p.120-124, 1960.
- TISDALL, J. M.; J. M. OADES. Organic and matter stable aggregates in soils, **J. Soil Science**, v.33, p.141-163, 1982.

# INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO NO TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA E NO TAMANHO E DISTRIBUIÇÃO DE POROS EM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO ARGILOSO NA REGIÃO DOS CERRADOS, BRASIL

MÁRCIO N. DOS SANTOS<sup>1</sup>, DIMAS V. S. RESCK<sup>2</sup>, JOSÉ E. da SILVA<sup>3</sup>  
e LUÍS HERNAN R. CASTRO<sup>3</sup>

## RESUMO

Tendo em vista a importância da caracterização do sistema de poros do solo, foi feito um estudo da influência de diferentes sistemas de manejo no teor da matéria orgânica e na distribuição do tamanho de poros. Os sistemas de manejo estudados encontram-se em Latossolo Vermelho-Escuro argiloso (> 40% de argila), há mais de 10 anos. As amostras foram coletadas nas seguintes profundidades: 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm, com 5 repetições para cada profundidade, e submetidas às análises de

curva de retenção de água e de carbono orgânico. Foi utilizado um programa (Profile) para comparações estatísticas entre os sistemas de manejo ( $P < 0,05$ ). Resultados demonstraram que cada sistema de manejo tem sua dinâmica própria, a qual refletiu nos teores de matéria orgânica, e, conseqüentemente, afetou o tamanho e a distribuição de poros do solo.

**Palavras-chave:** Tamanho de poros, distribuição de poros, água disponível.

## ABSTRACT

### Influence of different soil management systems on organic matter content and on size and distribution of pores in clayey Dark Red Latosol in the "Cerrados" region, Brazil

Concerning the importance of characterizing soil pore system, a study was carried out about the influence of different soil management systems on organic matter content and on pore size and distribution in a clayey Dark-Red Latosol (> 40% of clay). These soil management systems have been established for more than 10 years. The samples were collected at the followings depths: 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, and 30-40 cm, with 5 replications for each depth, and analysed

for water retention curve and organic carbon content. The "Profile" software was used for satistical comparisons among management systems ( $P < 0.05$ ). Results showed that each soil management system has its own dynamics, which reflected on organic matter content, and consequently affected soil pore size and its distribution.

**Additional index words:** Pore size, pore distribution, available water.

## INTRODUÇÃO

A caracterização do sistema poroso é importante no es-

tudo da estrutura do solo, na investigação do armazenamento e movimento da água, dos gases e dos microrganismos. Qualquer alteração nesse sistema afeta os processos físicos, quí-

<sup>1</sup> Pós-graduando UnB-EMBRAPA.

<sup>2</sup> Pesquisador PhD CPAC-EMBRAPA, BR 020 km 18 Caixa Postal 08223, Planaltina, DF, 73301-970 Brasil.

micos e microbiológicos que ocorrem no solo, e também afeta os nutrientes que se movimentam, principalmente, por difusão. O objetivo desse trabalho é o estudo da influência de diferentes sistemas de manejo no teor da matéria orgânica e na distribuição do tamanho de poros do solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas amostras em seis sistemas de manejo diferentes, sendo eles o arado de discos (AD), cerradão (CE), eucalipto (EUC), grade pesada (GP), plantio direto (PD) e pastagem (PT). Estes encontram-se em latossolo vermelho-escuro argiloso (>40% argila) há mais de 10 anos, em área experimental do CPAC-EMBRAPA, Planaltina, Distrito Federal.

As amostras deformadas para análise de carbono orgânico (CO) pelo método Walkley e Black (NELSON e SOMMERS, 1982) e as amostras indeformadas para análise da curva de retenção de água pelo método da centrífuga (FREITAS JR. e SILVA, 1984), foram coletadas nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm, com 5 repetições para cada profundidade. Da curva foram obtidos os dados de água disponível parcial (ADP) e água disponível total (ADT), sendo ADP a água contida nos poros com tamanho de raio entre 24,23  $\mu\text{m}$  (6 kPa) e 1,45  $\mu\text{m}$  (100 kPa) e ADT a água contida entre 24,23  $\mu\text{m}$  (6 kPa) e 0,10  $\mu\text{m}$  (1500 kPa).

Neste trabalho foi utilizado um programa (Profile) para diferenciação estatística dos tratamentos, ao nível de significância de 5%, cuja análise de variância determina a tendência polinomial ortogonal estabelecendo os valores para os parâmetros de um polinômio  $y = p_0 + p_1x + p_2x^2 + p_3x^3$ , onde  $y$  são as propriedades químicas e físicas (carbono orgânico e curva de retenção de água) e  $x$  são os valores das profundidades consideradas. Quando  $x = 0$ , não se considera a profundidade e  $y = p_0$  ou seja, é a média dos valores das propriedades que foram medidas. Os efeitos quadráticos ( $p_2$ ) e cúbicos ( $p_3$ ) dessa equação não serão analisados nesse trabalho.

No quadro abaixo encontram-se algumas propriedades físicas e químicas dos sistemas de manejo estudados neste trabalho, sendo os valores apresentados a média das 5 repetições.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição de poros na profundidade de perfil considerado (0-40 cm), foi diferente para os sistemas de manejo AD, CE e EUC. Quanto à ADP, houve diferença entre AD (8,60%) e CE (6,80%), enquanto que CE não diferiu do EUC (6,92%  $\pm$  0,17%). O mesmo ocorreu em relação à ADT, com

CE não se diferenciando de EUC (10,84%  $\pm$  0,36%), e AD (12,53%) sendo diferente de CE (11,10%). No que se refere ao teor de carbono orgânico, não houve diferença estatística entre AD e CE (1,53%  $\pm$  0,08%) e também entre CE e EUC (1,63%  $\pm$  0,06%). Embora CE e EUC não sejam diferentes estatisticamente, quanto à ADP, ADT e CO, a distribuição do tamanho de poros foi diferente entre eles.

Também em relação à distribuição de poros, o manejo GP não diferiu estatisticamente do CE (21,34%  $\pm$  0,15%) nos poros de raio 0,10  $\mu\text{m}$  (1500 kPa). A ADP do sistema de manejo GP (7,90%) diferiu dos demais sistemas de manejo (8,38%  $\pm$  1,48%) e a ADT (12,89%) não se diferiu apenas de AD e PD (12,90%  $\pm$  0,38%). Os teores de CO entre CE, EUC, GP e PD não se diferiram (1,63%  $\pm$  0,06%), mas deve-se considerar que o sistema de manejo GP ficou em pousio por dois anos com predominância de *Brachiaria decumbens*, o que elevou o seu teor de carbono orgânico.

O plantio direto apresentou a porosidade diferente dos demais sistemas de manejo, observando-se apenas uma diferença não significativa com o cerradão (31,97%  $\pm$  0,50%) nos poros de raio igual a 24,23  $\mu\text{m}$  (6 kPa); o mesmo ocorreu com os teores de carbono orgânico, cuja média entre os dois sistemas de manejo foi de 1,65%  $\pm$  0,07%. Sendo que a análise de  $p_0$  considera o perfil como um todo, pode-se explicar o mesmo comportamento de PD e CE pelos teores de CO, apesar de se saber que o PD apresenta uma quantidade maior de microporos à superfície do que o CE. A ADP do sistema de manejo AD não diferiu do PD (8,83%  $\pm$  0,33%), embora a distribuição dos poros com raio de 24,23  $\mu\text{m}$  (6 kPa) até com o raio de 1,45  $\mu\text{m}$  (100 kPa), tenham sido afetados diferentemente pelos dois sistemas de manejo (AD e PD) em todo o perfil considerado. O AD e PD não se diferiram quanto à ADT (12,91%  $\pm$  0,54%), e nesse caso também foi diferente a distribuição do tamanho de poros em todo o perfil.

A pastagem apresentou diferenças quanto à distribuição de poros em relação aos outros sistemas de manejo, mas não diferiu do eucalipto nos poros com raio de 24,23  $\mu\text{m}$  (6 kPa) e 14,54  $\mu\text{m}$  (10 kPa), sendo suas médias 37,89%  $\pm$  0,76% e 36,10%  $\pm$  0,34%, respectivamente. Mas apesar dessa não diferença entre PT e EUC (ADP = 8,30%  $\pm$  1,34% ; ADT = 12,58%  $\pm$  0,07%), a disponibilidade de água de PT foi diferente dos outros sistemas de manejo.

O  $p_1$  é o parâmetro da equação que indica a taxa de aumento ou redução dos valores das propriedades estudadas a cada centímetro de profundidade.

No sistema de manejo AD, verificou-se uma redução de poros com raio maior que 14,54  $\mu\text{m}$  (10 kPa), por cada unidade de profundidade, a uma taxa média de 0,29% e um aumento de poros com raio menor a esse, a uma taxa média de 0,57%. Esse fato pode ser atribuído ao sistema de manejo que favorece a redução de tamanho dos poros. Também houve a redução da ADP em profundidade a uma taxa de

0,94% e da ADT a uma taxa de 1,50%. E o teor de carbono orgânico reduziu a uma taxa de 0,48% por unidade de profundidade.

Os sistemas de manejo CE, EUC, GP e PD não se diferenciaram estatisticamente quanto ao teor de CO ( $1,63\% \pm 0,06\%$ ), que se reduziu a uma taxa média de  $0,78\% \pm 0,11\%$  por cada unidade de profundidade. Observou-se ainda que ADP aumentou a uma taxa média de 0,38% para CE, EUC e GP, e reduziu à uma taxa de 0,87% para PD, ao passo que a ADT reduziu para CE, EUC e PD à taxa média de 0,84% e aumentou para GP à taxa de 0,054%. Em PD houve o aumento de microporos de raio 0,10  $\mu\text{m}$  correspondente à tensão de 1 500 kPa, à uma taxa de 0,49%. Por conseguinte, isto explica a redução de ADP, já que essa se encontra na faixa de poros que variam de 24,23  $\mu\text{m}$  (6 kPa) a 1,45  $\mu\text{m}$  (100 kPa), que são os que contém a maior parte da água disponível para as plantas. Considerando-se o manejo com grade pesada, houve um aumento de poros de raio igual a 24,23  $\mu\text{m}$  (6 kPa) e de poros de raio igual a 0,10  $\mu\text{m}$  (1 500 kPa) com a profundidade, em contraste com os poros intermediários a esses que reduziram com a profundidade. Isso pode ser devido aos dois anos de pousio que esse sistema de manejo teve até a coleta das amostras, porém, até o momento, não há explicações para este fato.

No tratamento pastagem, nos poros com raio igual a 0,10  $\mu\text{m}$  (1500 kPa), houve um aumento na taxa com a profundi-

dade, em contraste com os outros tamanhos de poros. A ADP e ADT reduziram à taxa de 0,014% e 1,12% respectivamente, enquanto que o teor de CO reduziu a uma taxa de 0,64% para cada unidade de profundidade.

## CONCLUSÕES

Ficou evidente que cada sistema de manejo tem sua dinâmica própria, o que vem refletir em diferentes conteúdos de CO no perfil do solo, que por sua vez, está afetando a distribuição do tamanho de poros, ou seja, o fator tortuosidade. Isto certamente, tem implicações na difusão de fósforo, por exemplo, bem como nos processos de transferência de água, gás e calor no solo.

## LITERATURA CITADA

- FREITAS JR., E. de; SILVA, E. M. da. Uso da centrífuga para determinação da curva de retenção de água do solo, em uma única operação. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.19, n.11, p.1423-1428, 1984.
- NELSON, D. W.; SOMMERS, L. E. Total carbon, organic carbon, and organic matter. *In*: PAGE, A. L. ed., *Methods of soil analysis*. **Agronomy**, v.9, p.539-594, 1982.

# AVALIAÇÃO DA FAUNA DO SOLO SOB VÁRIOS SISTEMAS DE MANEJO EM UM LATOSSOLO DA REGIÃO DOS CERRADOS

LAUCIR O. RODRIGUES<sup>1</sup>, LOURIVAL VILELA<sup>2</sup>, MIGUEL A. AYARZA<sup>3</sup>  
e KINITI KITAYAMA<sup>4</sup>

## RESUMO

Em três sistemas de manejo do solo, a densidade (indivíduos/100 cm<sup>3</sup>) e a diversidade (nº de grupos/100 cm<sup>3</sup>) da fauna de solo, na camada de 0-5 cm, foram monitoradas durante três épocas, em um experimento de longa duração instalado num latossolo vermelho-escuro, textura argilosa, do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (EMBRAPA-CPAC), Planaltina (DF). A fauna do solo foi extraída com o funil de Berlese-Tullgren. Os sistemas de cultivos (pasta-

gem e culturas anuais contínuas) reduziram a densidade e a diversidade da fauna do solo em relação ao cerrado nativo. Esse efeito foi consistente através das épocas de amostragens. A fauna era composta, principalmente, por Arthropoda, sendo que as ordens Diptera, Homoptera e Acarina, e a família Formicidae ocorreram com maior densidade e frequência.

**Palavras-chave:** *Andropogon gayanus*, cerrado, culturas, densidade, diversidade.

## ABSTRACT

### Evaluation of the soil fauna cultivares under several soil management systems of a latosol in the "Cerrado" region

Density (individuals/100 cm<sup>3</sup>) and diversity (number of groups/ 100 cm<sup>3</sup>) of soil fauna was monitored at three sampling dates in three management systems of a long-term experiment planted in a dark red latosol of EMBRAPA-CPAC, Planaltina (DF). The soil fauna was obtained by extraction through Berlese-Tullgren funnel. Results showed that managed systems (continuous grass-pasture and

continuous cropping) reduced both density and diversity of soil fauna. This effect was consistent across the sampling dates. Soil fauna was mostly composed by Arthropoda of the orders Diptera, Homoptera, Acarina and of the family Formicidae.

**Additional index words:** *Andropogon gayanus*, savanna, crops, soil fauna, density, diversity.

## INTRODUÇÃO

A fauna do solo foi ignorada ou considerada insignificante por muitos anos para a agricultura. Agora, está sendo

cada vez mais compreendida sua influência na dinâmica do processo agroecossistêmico (Crossley Jr. *et al.*, 1989; Siqueira, 1993); na humificação e mineralização da matéria orgânica; na agregação e estruturação do solo; e nas proprie-

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma, Bolsista PIBIC/CNPq/Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.

<sup>2</sup> Pesquisador, EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil.

<sup>3</sup> Pesquisador, Convênio EMBRAPA/CIAT. Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil.

<sup>4</sup> Professor, Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia, Brasília, DF, Brasil.

dades nutricionais (Lal, 1988). Estes efeitos são de particular importância no aumento da eficiência dos fertilizantes aplicados no solo (Crossley Jr et al., 1989). A caracterização da macrofauna é necessária para avaliar seu papel nos diferentes sistemas (Anderson & Ingram, 1989).

O presente estudo teve por finalidade avaliar, preliminarmente, o impacto de diferentes sistemas de uso do solo na densidade populacional e na composição da fauna do solo, como também as variações que ocorrem nessa comunidade em diferentes épocas do ano.

## MATERIAL E MÉTODOS

A caracterização da fauna do solo foi realizada num experimento em andamento desde 1991, instalado em um latossolo vermelho-escuro, textura argilosa, no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC) da EMBRAPA, Planaltina (DF), localizado a 15° 35' S e 47° 42' 30" W Gr. Os tratamentos (sistemas de uso do solo) selecionados foram: a) pastagem de *Andropogon gayanus* c.v. Planaltina, sob pastejo, com quatro anos de implantação; b) culturas anuais, com quatro anos, na seqüência soja-soja-milho-soja; e c) cerrado nativo. As parcelas da pastagem e das culturas anuais mediam 40 x 50 m, e as do cerrado nativo, em forma de triângulo, mediam 200 x 211 x 67 m. O preparo do solo usado nas culturas anuais foi grade aradora e grade niveladora. As adubações realizadas na pastagem e nas culturas anuais foram de acordo com as recomendações do CPAC. As coletas de solo para extração da fauna foram realizadas em três épocas: a primeira entre o final de dezembro de 1994 e início de janeiro de 1995, a segunda em março de 1995 e a terceira em junho de 1995. As parcelas foram divididas em 5 transectos, de onde foram coletadas as amostras, num total de 10 por parcela, para cada amostragem. As amostras fo-

ram retiradas com anéis volumétricos de 100 cm<sup>3</sup>, na profundidade de 0-5 cm. A fauna do solo foi extraída com o funil de Berlese-Tullgren por 72 horas.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com duas repetições. Os sistemas de uso do solo constituíram as parcelas, e as épocas de amostragem foram consideradas como subparcelas.

A análise estatística dos dados foi realizada com auxílio do programa SAS. Efetuaram-se a análise de variância para densidade populacional da fauna e a comparação entre as médias, feita pelo teste de t (DMS) ao nível de 10%, para sistemas, e a 5% para épocas de coleta. Também se estimou a dinâmica da fauna de Berlese através das quantidades de grupos (ordens, classes e subfamília), que se mantiveram, apareceram e desapareceram nas diferentes épocas de coleta. Outra análise realizada foi o cálculo do índice de similaridade, através do índice de Sorensen (Southwood, 1978). Esse índice varia de zero (quando as amostras são completamente distintas, sem espécies em comum) a 1,0 (quando todas as amostras são idênticas). Uma similaridade maior do que 0,5 é considerada alta (SOUTHWOOD, 1978).

## RESULTADOS

A densidade populacional da fauna do solo foi influenciada tanto pelo sistema de utilização do solo como pela época de amostragem (Tabela 1). Porém, a interação entre sistemas de manejo e épocas de coleta não foi significativa. A área de cerrado nativo apresentou uma maior densidade em relação às áreas de pastagens e de culturas. A densidade diminuiu significativamente em todos os sistemas no mês de junho, devido ao déficit hídrico nessa época do ano. O desvio padrão da média no cerrado nativo foi menor que nas

**Tabela 1 - Efeito de sistemas de uso do solo na densidade populacional da fauna de Berlese num latossolo vermelho-escuro textura argilosa.**

SISTEMAS	Épocas de amostragem			
	Dezembro	Março	Junho	Médias
	indivíduos/100 cm <sup>3</sup>			
Cerrado	13,95	17,50	11,90	14,45a
Pastagem	11,95	8,86	4,35	8,39b
Soja	8,35	15,88	4,72	9,65b
Médias	11,42ab	14,08a	6,99b	

As médias seguidas por letra igual na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste DMS a 10% e as médias seguidas por letras iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste DMS a 5%.

**Tabela 2 - Efeito de sistemas e época de coleta do solo na dinâmica dos diferentes grupos (ordens, famílias e subfamílias) identificados.**

Sistemas	E1/E2 <sup>1</sup>	E1/E3 <sup>2</sup>	E2/E3 <sup>3</sup>
Nº de grupos que se mantiveram entre as épocas			
Cerrado	10.00 ± 3.00	10.00 ± 1.00	9.50 ± 2.50
Pastagem	7.00 ± 0.00	8.50 ± 0.50	5.50 ± 1.50
Cultura	6.50 ± 3.50	6.50 ± 2.50	6.50 ± 2.50
Nº de grupos que se mantiveram entre as épocas			
Cerrado	3.00 ± 2.00	3.00 ± 0.00	6.00 ± 0.00
Pastagem	4.50 ± 2.50	3.00 ± 2.00	6.00 ± 1.00
Cultura	2.00 ± 1.00	2.00 ± 0.00	4.50 ± 1.50
Nº de grupos que se mantiveram entre as épocas			
Cerrado	4.00 ± 1.00	5.50 ± 1.50	4.50 ± 0.50
Pastagem	2.00 ± 2.00	3.00 ± 1.00	3.50 ± 0.50
Cultura	2.00 ± 1.00	4.50 ± 1.50	1.50 ± 0.50

1/ E1/E2 = Comparação entre as épocas de coleta de dezembro e março.

2/ E1/E3 = Comparação entre as épocas de coleta de dezembro e junho.

3/ E2/E3 = Comparação entre as épocas de coleta de março e junho.

**Tabela 3 - Valores obtidos do índice de Sorensen comparando os sistemas cerrado, pastagem e cultura contínuas por época de amostragem.**

Comparações	Dezembro	Março	Junho
Cerrado/Pastagem	0.422	0.210	0.235
Cerrado/Soja	0.258	0.329	0.256
Pastagem/Soja	0.260	0.217	0.291

**Tabela 4 - Valores obtidos do índice de Sorensen comparando as épocas de amostragem dezembro (E1), março (E2) e junho (E3) para cada sistema de utilização do solo.**

Comparações	Cerrado	Pastagem	Soja
E1/E2	0.218	0.215	0.298
E1/E3	0.270	0.211	0.320
E2/E3	0.176	0.166	0.215

culturas (2,83 vs. 5,69), sugerindo uma maior estabilidade da população no sistema não perturbado.

O número total de grupos (ordens, famílias e subfamílias)/ 10 cm<sup>3</sup> média das três épocas de coletas, foi de 18,5 ± 1,5, 14,3 ± 0,76 e 12,0 ± 1,32 para cerrado nativo, pastagem e soja, respectivamente. Observa-se que há uma dinâmica dos grupos, ao longo do tempo, em todos os sistemas (Tabela 2). Alguns grupos que desaparecem de uma época para outra são compensados pelo aparecimento de outros grupos nesse mesmo período. As diferenças entre os números de grupos presentes nos sistemas foram maiores entre as épocas de coletas de março e de junho.

Os cálculos de similaridade das populações, usando o

índice de Sorensen, indicaram que a fauna nos primeiros cinco centímetros do solo foi diferente entre os sistemas, mesmo dentro de uma mesma época (Tabela 3). O mesmo foi observado em relação às épocas de coleta (Tabela 4).

A fauna coletada era composta, principalmente, de Arthropoda. Resultados semelhantes foram encontrados em uma área de cerrado nativo, em Sete Lagoas, por Ribeiro *et al.* (1992), (MG). Grupos de indivíduos das ordens Diptera, Homoptera e Acarina, bem como da família Formicidae, foram os que apareceram em maior número ao longo do tempo, em todos os sistemas de uso do solo. Collembola e Coleoptera estiveram sempre presentes, só que em menor densidade.

## CONCLUSÕES

1 - Os sistemas de cultivo influenciaram a fauna do solo da camada superficial de 0-5 cm, diminuindo sua densidade e diversidade, em relação ao cerrado nativo;

2 - A fauna do solo amostrada foi basicamente composta por Arthropoda, Diptera, Homoptera, Collembola, Acarina e Coleoptera apareceram em todos os tratamentos.

## LITERATURA CITADA

ANDERSON, J.M.; INGRAM, J.S.I. **Tropical Soil Biology and Fertility**: a handbook of methods. Wallingford: CAB International, 1989. 171p.

CROSSLEY Jr., D.A.; COLEMAN, D.C.; HENDRIX, P.F. The importance of the fauna in agricultural soils:

research approaches and perspectives. **Agriculture, ecosystems and environment**, Netherlands, v.27, p.47-55. 1989.

LAL, R. Effects of macrofauna on soil properties in tropical ecosystems: agriculture, ecosystems and environment. **Biological Interactions in Soils**, Netherland, v.24, p.101-116. 1988.

RIBEIRO, S. P.; DOMINGOS, D. J. ; FRANÇA, R. C. Densidade e composição da fauna de invertebrados de solo de cerrado no estado de Minas Gerais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.21, n.1, p.203-214. 1992.

SIQUEIRA, J.O. **Biologia do Solo**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1993.

SOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological methods with particular reference to the study of insect populations**. 2 ed. London: Chapman and Hall, 1978. 391p.

# AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE UM ARADO DE DISCOS EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DE TRABALHO

CLAUDIO A. B. FRANZ<sup>1</sup> e SERGIO M. FOLLE<sup>1</sup>

## RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de um arado de discos 3x26" (660 mm), em um solo LE muito argiloso (48% de argila), operando em diferentes velocidades de deslocamento. Foram avaliados os parâmetros força e potência específicas exigidas, bem como a capacidade de trabalho do arado, em função das variações de velocidade. Os resultados

demonstraram que a velocidade afetou os parâmetros estudados causando acréscimos de até 27, 215 e 193%, respectivamente, na força específica, potência específica e capacidade de trabalho, ao variar a velocidade de 3 para 8,2 km/h.

**Palavras-chave:** Força de tração específica, potência específica, capacidade de trabalho.

## ABSTRACT

### Performance evaluation of a disk plow related with working speed

In this paper a performance of a 3 x 26" disk plow, working in a soil with 48 % of clay content at different speeds was evaluated. Specific power, specific draft and working capacity were measured at different speeds. The results show that speed affected disk plow performance by causing an increase

in specific power, specific draft and working capacity of 27, 215 and 193% respectively when working speed varied from 3 to 8,2 km/h.

**Additional index words:** Specific draft, specific power, working capacity

## INTRODUÇÃO

A mecanização da agricultura constitui-se um dos fatores fundamentais de viabilização econômica da maioria das explorações. No entanto, deve ser utilizada de uma maneira racional, isto é, técnica e economicamente apropriada a cada situação.

A aração é sem dúvida uma das operações mais importantes no processo produtivo e a que mais demanda tempo e energia. Diversos são os fatores que afetam a qualidade da

aração e o desempenho de um arado, além da umidade do solo, como as condições de operação como ângulos horizontais e verticais de trabalho, acoplamento ao trator, velocidade de trabalho e outros.

Devido às características pluviométricas da região dos Cerrados, os agricultores são levados a trabalhar o solo fora das condições ideais, principalmente devido a subdimensionamento de parques de máquinas (Folle *et al.*, 1994). Tal situação pode trazer conseqüências, tanto de elevado consumo energético para execução das operações, como

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola, M.Sc., EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08233, Planaltina, DF 73301-970, Brasil.

degradação dos solos, visto não estarem em condição adequada de umidade para serem trabalhados.

Altas velocidades de trabalho podem aumentar a capacidade operacional de implementos de preparo, no entanto, aumentam a potência exigida pelos implementos, podendo acarretar acréscimos de custos. Zoz (1974) cita que, aliando-se fatores como consumo de combustível, custos de mão-de-obra, horas de uso anual do trator, área trabalhada por ano pelo arado, força requerida e tipo de solo, pode-se encontrar velocidades técnica e economicamente mais recomendadas.

Em relação à força exigida por implementos de preparo do solo, Grevis-James (1978) resume, como sendo diretamente proporcional à largura e profundidade de trabalho e uma função da velocidade de trabalho; do tipo de solo e suas condições. Com respeito à velocidade, cita que incrementos de tração com a velocidade, ditam a energia necessária por unidade de área trabalhada, e deve haver um balanço entre baixas e altas velocidades.

Reaves & Schafer (1975), estudando a força exigida em função da largura de trabalho e velocidade para arados de aivecas, encontraram acréscimos de 40 para 60 kN/m<sup>2</sup>, em um solo com 11% de argila, e de 90 para 120 kN/m<sup>2</sup> em um solo com 29% de argila, ao variar a velocidade de 1 para 3 m/s. Harrison (1977) não encontrou diferença na força de tração exigida por grades de disco ao variar a velocidade de 5,6 para 8 km/h.

O acréscimo de força de tração exigida em função da velocidade, em arados de aivecas, normalmente varia com o quadrado da velocidade, através de uma equação do tipo  $F = XK_1 + XK_2 (SA^2)$ , onde  $XK_1$  é a força específica na velocidade zero,  $XK_2$  coeficiente de velocidade e SA a velocidade atual (Zoz, 1974). O autor mostra ainda que existe um ponto mínimo na curva de custos por área trabalhada por um arado entre 3 e 9 km/h. Summers *et al.* (1986), estudando arados de discos e aivecas, também encontraram uma relação quadrática para aivecas, mas linear para discos.

Singh & Pedersen (1979) encontraram um efeito de acréscimo linear da força em função da velocidade para arados de discos.

ASAE (1984), através da ASAE STANDARDS, recomenda que o efeito da velocidade na força exigida por arados de discos seja estimada por uma equação, sendo para solos argilosos representada por  $5,2 + 0,039 S^2$ , onde S é a velocidade em km/h e a força dada em N/cm<sup>2</sup>. Hunt (1983) também recomenda equações do tipo  $D = C_1 + C_2 S^2$ , onde D é a força exigida em N/cm<sup>2</sup>, S a velocidade em km/h,  $C_1$  e  $C_2$  são coeficientes que dependem do tipo de solo e sistemas de unidades.

Santos *et al.* (1993), estudando o consumo energético na operação de subsolagem, não encontraram diferenças significativas no efeito da variação da velocidade na força de tração média exigida. Com a potência na barra e capacidade

operacional, a velocidade influenciou significativamente.

Este trabalho faz parte de ações de pesquisa com o objetivo de buscar melhores relações trator/implemento/solo, através de um menor consumo energético, menores danos ao solo e maiores retornos das explorações agropecuárias nos Cerrados. Para isto vem sendo estudados parâmetros de solo e máquina como: força de tração e potência exigidas, capacidade de trabalho, regulagens e parâmetros operacionais dos implementos, seus efeitos no solo, bem como gerenciamento e dimensionamento de parques mecanizados para a região dos Cerrados.

O objetivo específico deste trabalho foi de avaliar o efeito da velocidade na capacidade de trabalho, força de tração e potência exigidas por um arado de discos, buscando-se equações que possam representar este efeito.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo foi utilizado um arado marca Jan, de 3 discos lisos de 26" (660 mm) de diâmetro. Os dados foram coletados na área experimental do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, em um latossolo vermelho-escuro, textura argilosa com 48% de argila, 11% de silte, 34% de areia fina e 7% de areia grossa na camada de 0 a 20 cm de profundidade e conteúdo de água em base seca de 22,1%. A profundidade média de trabalho situou-se em 19 cm.

Os tratamentos constituíram-se em seis velocidades de trabalho do conjunto trator arado, situadas entre 3,3 e 8,2 km/h, com seis repetições por tratamento em parcelas de 30 m de comprimento.

Para coleta dos dados foi utilizado um sistema de aquisição de dados de máquinas agrícolas, composto de uma célula de carga para medição da força exigida, radar para medição da velocidade, amplificador dos sinais emitidos pela célula e radar, coletor de dados para armazenamento e posterior transferência para um microcomputador, conforme descrito por Taniwaki *et al.* (1994).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram analisados como força de tração específica e potência específica, sendo a primeira a relação entre a força exigida pelo arado e a área de seção transversal de aração (largura x profundidade de trabalho), e a segunda, em função da força, velocidade e área de seção transversal.

Na Tabela 1, são apresentados os resultados médios das 6 (seis) repetições para cada velocidade e para os parâmetros capacidade de trabalho, força de tração específica e potência específica.

Através dos resultados, observa-se que a força de tração específica sofreu acréscimos com o aumento da velocidade,

**TABELA 1 - Parâmetros operacionais para um arado de discos 3 x 26", operando em diferentes velocidades de deslocamento, em um LE argiloso, com 22,1% de umidade.**

Velocidade de Trabalho (km/h)	Capacidade de Trabalho (ha/h) (1)	Força de Tração Específica (kN/m <sup>2</sup> ) (1)	Potência Específica (kW/m <sup>2</sup> ) (1)
3,3	0,31 (100)	49,7 (100)	44,9 (100)
3,8	0,40 (129)	54,4 (111)	57,4 (128)
4,9	0,52 (167)	55,0 (112)	74,9 (167)
6,2	0,68 (219)	58,5 (119)	100,7 (224)
7,1	0,79 (255)	60,0 (122)	118,3 (263)
8,2	0,91 (293)	63,2 (127)	142,0 (315)

(1) Valores percentuais relativos.

o mesmo ocorrendo com a potência específica, e com a capacidade de trabalho, sendo estes de 27%, 215% e 193%, respectivamente.

Ao comparar estes resultados com os de Reaves & Schafer (1975), observa-se que a força de tração encontrada foi menor, mesmo com o solo do presente trabalho apresentando um teor de argila maior. No entanto, deve-se levar em consideração que, não somente o tipo de solo pode afetar, mas também condições como densidade, umidade, ângulos de regulação do arado e outros parâmetros operacionais.

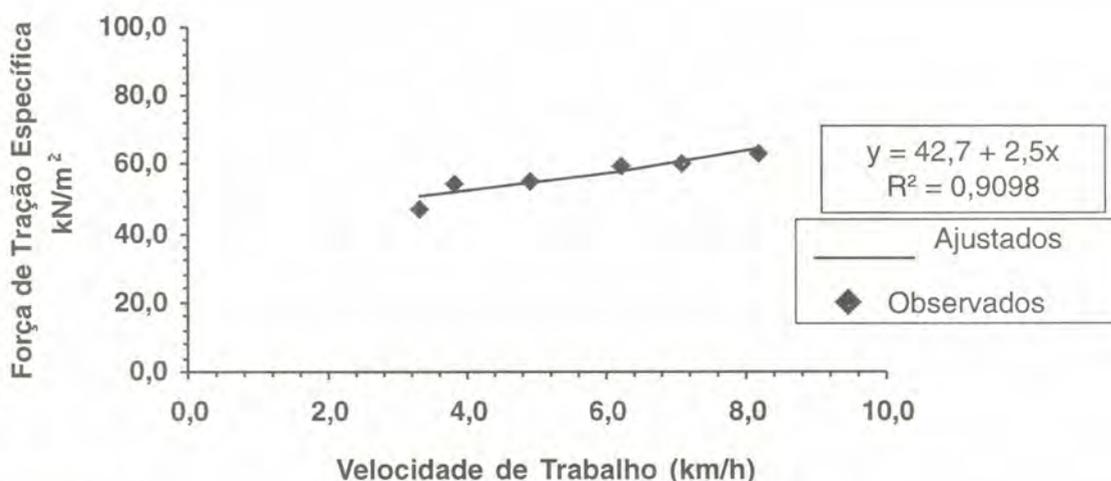
Nas figuras 1, 2 e 3, podem ser observados estes efeitos e as respectivas equações que representam a influência da velocidade nos parâmetros estudados. Os modelos encontrados, que melhor se ajustaram para representar o efeito da velocidade na força de tração e potência, foram respectivamente linear e quadrático.

Estes resultados confirmam as afirmações da maioria dos autores, principalmente de Zoz (1974), Hunt (1983) e ASAE

(1984), que indicam ser a força de tração exigida por arados de discos uma função da velocidade, mas variando de acordo com o tipo de solo e suas condições. Fato que permite prever e/ou simular a força e potência necessárias na operação de aração, em cada situação, permitindo assim obter-se recomendações que aglutinem fatores técnico-econômicos no preparo do solo na região dos Cerrados, isto é, adequar a velocidade de trabalho para uma inter-relação ideal de capacidade de trabalho/consumo de energia e custos/preparo do solo adequado.

## CONCLUSÕES

- Os acréscimos de velocidade afetaram significativamente o desempenho do arado, causando incrementos nos parâmetros força e potência exigidas, bem como na capacidade de trabalho.



**FIG. 1 - Efeito da velocidade na força de tração específica exigida por um arado de discos.**

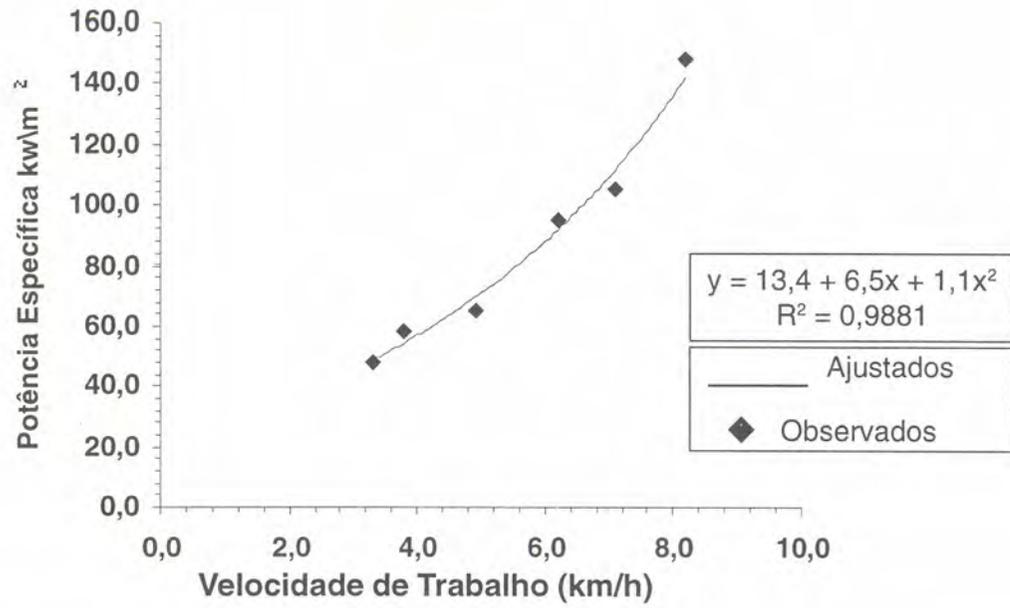


FIG. 2 - Efeito da velocidade na potência específica exigida por um arado de discos.

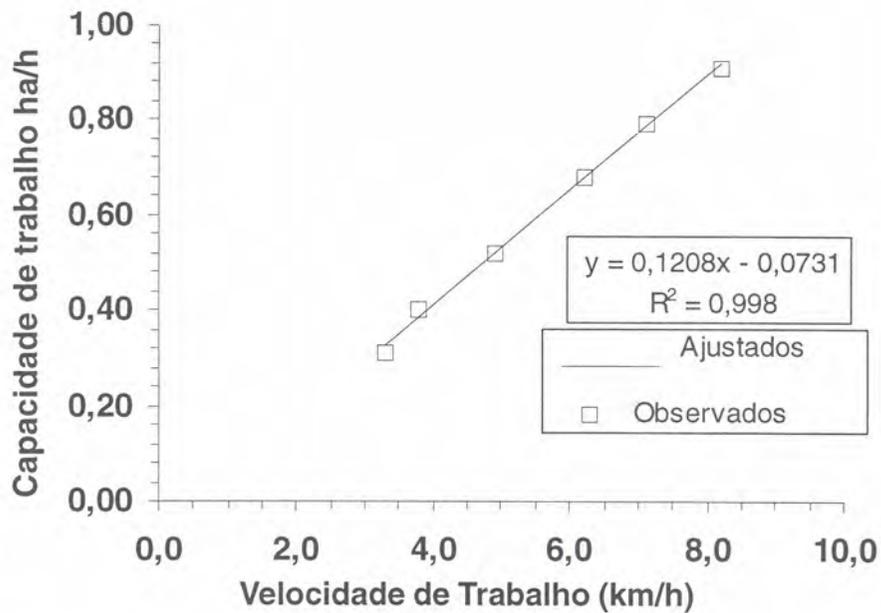


FIG. 3 - Efeito da velocidade na capacidade de trabalho de um arado de discos.

- O efeito da velocidade na força de tração pode ser representado por um modelo linear para as condições em que foi realizado o trabalho.

- O efeito da velocidade na potência exigida pelo arado pode ser representado por um modelo quadrático para as condições em que foi realizado o trabalho.

## LITERATURA CITADA

- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Agricultural machinery management data; ASAE D 230-4. *In: Agricultural Engineers Yearbook 1984*. St. Joseph, ASAE, 1984. p.156-162.
- FOLLE, S. M.; FRANZ, C. A. B.; ASSAD, E. D. Dias prováveis de trabalho para dimensionamento de parques de máquinas na região dos Cerrados. *In: CHUVA NOS CERRADOS*. Brasília: EMBRAPA/CPAC, 1994, p.296-307.
- FRANZ, C. A. B.; FOLLE, S. M. Diagnóstico da situação da mecanização agrícola na região do Distrito Federal e entorno. *In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Relatório Técnico Anual, 1987-1990*. Planaltina, DF. (Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados) 1994. p.197-199.
- GREVIS-JAMES, I. W. Matching of tractors and implements. *In: CONFERENCE ON AGRICULTURAL ENGINEERING, Toowoomba, 1978. Anais*. Toowoomba, Australia: The Institution of Engineers, 1978. p.142-145.
- HARRISON, H. P. Soil reacting forces for disks from field measurements. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.20, n.5, p.836-838, 1977.
- HUNT, D. **Farm power and machinery management**. Ames: Iowa State University Press, 1983. 349p.
- POTELLA, J. A. **Um estudo preliminar das forças atuantes em elementos rompedores de semeadeiras diretas comerciais**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 65p., 1983, Tese de Mestrado.
- REAVES, C. A.; SCHAFER, R. L. Force versus width of cut for moldboard bottoms. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.18, n.5, 1975.
- SANTOS, F. A. G. dos; LANÇAS, K. P.; SANTOS, J. E. G. dos; GAMERO, C. A. Avaliação do consumo energético na operação de subsolagem. Parte I: efeito da variação da velocidade de deslocamento. *In: XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 22 Ilhéus, 1993. Anais*. Ilhéus: CEPLAC, 1993. p.1903-1917.
- SINGH, G.; PEDERSEN, T. T. Effect of speed on specific draft of moldboard and disc plows in Bangkok clay. *Agricultural Mechanization in Asia*, Tokio, v.10, n.3, p.33-38, 1979.
- SUMMERS, J. D.; KHALILIAN, A.; BATCHELDER, D. G. Draft relationships for primary tillage in Oklahoma soils. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.29, n.1, p.37-39, 1986.
- TANIWAKI, K.; FOLLE, S. M.; FRANZ, C. A. B. Development of laboratory automation system for the performance test of agricultural machinery. *In: Relatório Técnico do Projeto Nipo-Brasileiro de Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados*. Brasília, DF. EMBRAPA/CPAC/JICA, 1994, p.295-299.
- ZOZ, F. M. Factors affecting the width and speed for least cost tillage. *The Agricultural Engineer*, v.29, n.3, p.75-78, 1974.
-

# CARACTERIZAÇÃO DE ESPÉCIES DE ADUBOS VERDES PARA O CULTIVO DE MILHO EM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO ORIGINALMENTE SOB CERRADO

ARMINDA M. de CARVALHO<sup>1</sup>, JOÃO R. CORREIA<sup>1</sup>, PHILIPPE BLANCANEUX<sup>2</sup>, LUCIENE R. da S. FREITAS<sup>3</sup>, HÉLIO A. MENEZES<sup>3</sup>, JOÃO PEREIRA<sup>1</sup> e RENATO F. AMABILE<sup>1</sup>

## RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o comportamento de espécies de adubos verdes, seu potencial como condicionadores de solo e, conseqüentemente, sua contribuição para a produção sustentável de milho. As espécies de adubos verdes (*Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca*, *Cajanus cajan*, *Canavalia ensiformis*, *Mucuna aterrima*, *Brachiaria ruziziensis*) foram semeadas no final da estação chuvosa e o milho no início da estação chuvosa seguinte, em 1993/94 e 1994/95. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. As espécies de adubos verdes e a vegetação espontânea foram roçadas no florescimento e incorporadas no preparo do solo para semeadura do milho. Determinaram-se para os adubos verdes: fitomassa seca, número e peso de nódulos, e relação C/N; e para o milho: rendimento e peso de espigas. Calculou-se ainda a taxa de decomposição da

matéria orgânica das diferentes espécies. *M. aterrima* apresentou o melhor desempenho em relação à nodulação (peso e número). A taxa de decomposição de *B. ruziziensis* foi significativamente mais elevada em relação às demais espécies, no período dos adubos verdes em cobertura. A *B. ruziziensis*, o *C. cajan* e a *C. juncea* apresentaram valores significativamente mais altos para a relação C/N. Em 1993/94, *C. juncea* e *C. cajan* resultaram em rendimentos de milho significativamente mais elevados do que *M. aterrima*, *B. ruziziensis* e vegetação espontânea. Em 1994/95, *C. cajan* e *C. ensiformis* contribuíram significativamente mais para a produtividade de milho do que *B. ruziziensis* e vegetação espontânea. Portanto, os resultados mostram influência positiva das leguminosas sobre o rendimento de milho.

**Palavras-chave:** Rendimento de milho.

## ABSTRACT

### Evaluation of green manure for corn yield under cultivation in the "Cerrado" dark-red latosol

The objective of this study was to evaluate the behaviour of green manure species, their potential as soil conditioners, and consequently their contribution to sustainable corn production. The green manure species (*Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca*, *Cajanus cajan*, *Canavalia ensiformis*, *Mucuna aterrima*, *Brachiaria ruziziensis*) were sown at the

end of the rainy season followed by corn, sown at the beginning of the following rainy season, during 1993/94 and 1994/95. The statistics design was random block design with four replications. The green manure species and spontaneous vegetation were cut at the soil surface level during the flowering period and incorporated into the soil before planting

<sup>1</sup> Pesquisador, EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil

<sup>2</sup> Pesquisador, ORSTOM/Centro Nacional de Pesquisa de Solo.

<sup>3</sup> Pesquisador, Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária.

the corn. For green manures species dry matter, nodule's number and weight as well as C/N ratio, and for corn grain yield as well as weight of ears were determined. Rate of organic matter decomposition for different species also was measured. The *M. aterrima* showed the highest value in terms of nodulation (number and weight). The rate of decomposition of *B. ruziziensis* in "litter bags" was significantly ( $P > 0.01$ ) higher than that of the other species, during the period of green manure coverage. *B. ruziziensis*, *C. cajan* and *C. juncea* showed C/N values significantly ( $P >$

0.05) higher in comparison to the other plants. During 1993/94, corn yield on the former *C. juncea* and *C. cajan* treatments was significantly ( $P > 0.05$ ) higher than on the *M. aterrima* as well as the *B. ruziziensis* and spontaneous vegetation treatment. In 1994/95, corn yields were significantly ( $P > 0.05$ ) higher after *C. cajan* and *C. ensiformis* than after *B. ruziziensis* and spontaneous vegetation. Therefore, the results show a positive influence of the legumes on corn yield.

**Additional index words:** Savanna, green manure, corn yield.

## INTRODUÇÃO

A adubação verde é componente essencial ao desenvolvimento agrossilvipastoril sustentável na região dos Cerrados. Um dos conceitos de adubação verde refere-se à utilização de plantas em rotação, sucessão ou consorciação com as culturas, incorporando-as ao solo ou deixando-as na superfície, buscando a proteção, bem como a manutenção e melhoria das suas características físicas, químicas e biológicas em todo o perfil do solo (Calegari *et al.*, 1993).

Algumas leguminosas são indicadas como adubos verdes por causa do seu sistema radicular e por sua capacidade de aproveitamento do nitrogênio atmosférico e de produção de biomassa (Sabadin, 1984). Segundo Miyasaka, citado por Calegari *et al.* (1993), plantas de outras famílias, como algumas gramíneas, também podem ser utilizadas com essa finalidade.

A sucessão de cultivos distintos contribui para manter o equilíbrio dos nutrientes no solo e aumentar a sua fertilidade, além de permitir melhor utilização dos insumos agrícolas. A adição regular de resíduos de adubos verdes aos vários solos e ambientes agroecológicos dos trópicos, nos quais a matéria orgânica apresenta-se entre 2 e 3% praticamente inativa, contribui para a conservação do solo e da água, promovendo principalmente a melhoria da estrutura e o aumento da atividade biológica, com seus respectivos efeitos (Company, 1984; Lal, 1986).

A resposta das culturas depende, no entanto, da interação de fatores, como a natureza do material incorporado (mais ou menos tenro, relação C/N, teor de lignina), das propriedades do solo, das características da cultura principal e do clima (De-Polli & Chada, 1989).

Pereira (1988), em condições de Cerrado, recomenda *Cajanus cajan* e *Crotalaria juncea*, entre outras, para semeadura no início das chuvas e *Mucuna aterrima*, *Canavalia brasiliensis* e *Canavalia ensiformis* para plantios de janeiro e fevereiro.

A taxa de liberação dos nutrientes imobilizados na biomassa está relacionada principalmente à relação C/N do material. Essa liberação de nutrientes pode, entretanto, ser

modificada conforme o manejo que se dê ao adubo verde. De-Polli & Chada (1989) verificaram que as plantas fibrosas deixadas em cobertura têm uma decomposição mais lenta do que quando incorporadas, possivelmente pela menor superfície de contato com o solo.

A cobertura do solo, viva ou em forma de "mulch", é outra aplicação da adubação verde que pode resultar em uma série de benefícios como: aumento da retenção de água, redução nas variações da temperatura, redução das perdas de água por evaporação e proteção do solo contra o impacto direto das chuvas (Igue, 1984). Na região dos Cerrados, onde os solos ficam expostos a intensa radiação solar e a erosão eólica durante a entressafra, e à erosão hídrica causada pelas chuvas intensas comuns no início da estação chuvosa, essa forma de utilização de adubo verde assume importância significativa.

Um dos fatores limitantes à adubação verde é a época de plantio, já que o agricultor não pode deixar de cultivar sua área com culturas econômicas. Assim, uma alternativa é o plantio de espécies de crescimento inicial rápido ou tolerantes à seca, no final do período chuvoso, logo após a colheita da cultura comercial. Trabalhos desenvolvidos com cultivos pós-colheita comercial, no CPAC e no CNPS/CRCO, sugerem como espécies promissoras o feijão-bravo do Ceará (*Canavalia brasiliensis*), o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), o guandu (*Cajanus cajan*), a mucuna preta (*Mucuna aterrima*) e, com menor eficiência, a crotalária juncea (*Crotalaria juncea*) (Burle *et al.*, 1988). Resultados mais recentes também mostram desempenho adequado com a crotalária ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca*) (Amabile *et al.*, 1993).

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o comportamento de espécies de adubos verdes semeadas no final da estação chuvosa, o seu potencial como condicionadores de solo e, conseqüentemente, sua contribuição para a produção sustentável da cultura de milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área da EMBRAPA -

Centro Nacional de Pesquisa de Solos - CNPS, localizada na Estação Experimental da Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária - EMGOPA, em Senador Canedo, GO, situada a 16°14'12" de latitude sul e 49°14'56" de longitude a oeste de Greenwich e a uma altitude de 730 m. O clima, conforme a classificação de Köpen, é do tipo Aw (clima tropical de savana). O solo foi classificado como latossolo vermelho-escuro distrófico, a moderado, textura argilosa, fase Cerrado tropical subcaducifólio, relevo suave ondulado.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de espécies de adubos verdes (*Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca*, *Cajanus cajan*, *Canavalia ensiformis*, *Mucuna aterrima* e *Brachiaria ruziziensis*) e a testemunha (vegetação espontânea). Os adubos verdes foram semeados no final da estação chuvosa, em 25 de fevereiro de 1993 e 10 de março de 1994. O milho (cv. Pionner 3072), em seqüência aos adubos verdes, em 25 de outubro de 1993 e 1º de dezembro de 1994. O preparo do solo para semeadura dos adubos verdes foi feito com arado de aivecas; e para milho, com arado de discos. As espécies de adubos verdes foram roçadas no florescimento, permanecendo na superfície do solo até a incorporação, que foi feita durante o preparo do solo para semeadura do milho, a uma profundidade média de 20 cm.

Em relação aos adubos verdes foram avaliados os seguintes parâmetros no florescimento: fitomassa seca, número e peso de nódulos e relação C/N. Do milho, no estágio de maturação, avaliaram-se: produtividade e peso de espigas.

Determinou-se a taxa de decomposição da matéria orgânica pelo método dos "litter bags" (Santos & Whitford, 1980), para as diferentes espécies, em dois períodos do primeiro ano agrícola: quando os adubos verdes encontravam-se roçados como cobertura (20/08/93 a 20/10/93); e na cultura do milho (23/12/93 a 23/02/94).

A precipitação pluvial acumulada desde a semeadura dos adubos verdes até a incorporação foi de 467 mm e 505 mm no primeiro e segundo ano agrícola, respectivamente. Durante a cultura do milho, foi de 962 mm (25/10/93 a 25/02/94) e de 787 mm (01/12/94 a 31/03/95).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O *Cajanus cajan*, a *Mucuna aterrima* e a *Canavalia ensiformis* produziram, no ano agrícola 1993/94, quantidades significativamente mais elevadas de matéria seca em relação às demais espécies. Em 1994/95, a *Crotalaria juncea* apresentou a maior produção de matéria seca, e a vegetação espontânea a menor (Tabela 1). No primeiro ano agrícola, os números de nódulos da *Crotalaria ochroleuca*, *Mucuna*

*aterrima* e *Crotalaria juncea* foram significativamente superiores (Tabela 2). No segundo ano, a *Mucuna aterrima* e a *Crotalaria juncea* apresentaram quantidades de nódulos superiores à *Crotalaria ochroleuca* e ao *Cajanus cajan* (Tabela 2). A *Mucuna aterrima* apresentou valores de peso de nódulos significativamente superiores aos demais tratamentos nos dois anos agrícolas (Tabela 3).

A taxa de decomposição da matéria orgânica, das espécies de adubos verdes em cobertura, foi significativamente mais elevada nos tratamentos contendo *Brachiaria ruziziensis* (Tabela 4). No período de desenvolvimento do milho, a *Brachiaria ruziziensis* apresentou valores significativamente mais elevados em relação à *Crotalaria juncea* e ao *Cajanus cajan*. As espécies de adubos verdes apresentaram relação C/N com tendência inversa à taxa de decomposição da matéria orgânica. Os valores mais elevados (Tabela 5) de C/N foram encontrados em *Brachiaria ruziziensis* e *Cajanus cajan*. A *Crotalaria juncea* foi significativamente semelhante ao *Cajanus cajan*. A *Mucuna aterrima* e a *Canavalia ensiformis*, com os menores valores de relação C/N, não diferiram significativamente entre si. Possivelmente, os teores de polifenóis das leguminosas resultaram nos seus menores valores de taxa de decomposição. Além disso, a decomposição da *Brachiaria ruziziensis* pode ter sido favorecida pelo seu estágio vegetativo e ataque preferencial de cupins.

A produção de grãos sofreu efeito significativo das espécies nos dois anos agrícolas (Tabela 6). No primeiro ano, a *Crotalaria juncea* e a *Crotalaria ochroleuca* contribuíram significativamente mais com o rendimento de milho do que *Mucuna aterrima*, vegetação espontânea e *Brachiaria ruziziensis*. No segundo ano, a *Canavalia ensiformis* e o *Cajanus cajan* superaram significativamente a vegetação espontânea e a *Brachiaria ruziziensis*. Os resultados mostraram tendência das espécies com menores taxas de decomposição da matéria orgânica a contribuírem mais com a produtividade do milho. Em 1994/95, os valores de rendimento do milho foram menores, possivelmente, devido ao atraso na época de semeadura. Utilizou-se um híbrido super precoce, cuja época ideal para semeadura é a segunda quinzena de outubro.

O peso de espiga sofreu efeito significativo dos tratamentos apenas no ano agrícola 1994/95. As leguminosas foram significativamente superiores, enquanto a *Brachiaria ruziziensis* e a vegetação espontânea apresentaram-se inferiores (Tabela 7).

Os resultados mostraram influência positiva das leguminosas sobre a produtividade de milho, destacando-se a *Crotalaria juncea*, o *Cajanus cajan*, a *Crotalaria ochroleuca* e a *Canavalia ensiformis*. De acordo com sugestões de De-Polli & Chada (1989), no período que permaneceram como cobertura morta, essas espécies podem ter liberado mais lentamente os nutrientes, reduzindo as perdas, prin-

**TABELA 1 - Produção média de matéria seca de diferentes espécies de adubos verdes, cultivadas na entressafra, na região dos Cerrados.**

Espécie	Matéria seca	
	1993/1994	1994/1995
	--- kg/ha ---	
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	6450 b	2800 f
<i>Cajanus cajan</i>	8950 a	4500 c
<i>Canavalia ensiformis</i>	8287 a	4100 e
<i>Crotalaria juncea</i>	5975 b	6925 a
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	5900 b	4312 d
<i>Mucuna aterrima</i>	8562 a	6100 b
Vegetação Espontânea	5937 b	2153 g

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

**TABELA 2 - Número médio de nódulos de diferentes espécies de adubos verdes, cultivadas na entressafra, na região dos Cerrados.**

Espécie	Número de nódulos/planta	
	1993/1994	1994/1995
	-- unidade/planta --	
<i>Cajanus cajan</i>	9,50 b	5,00 d
<i>Canavalia ensiformis</i>	5,70 b	20,25 bc
<i>Crotalaria juncea</i>	20,60 a	26,25 ab
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	27,15 a	12,50 cd
<i>Mucuna aterrima</i>	23,30 a	33,50a

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

**TABELA 3 - Peso médio de nódulos de diferentes espécies de adubos verdes, cultivadas na entressafra, na região dos Cerrados.**

Espécie	Peso de nódulos	
	1993/1994	1994/1995
	-- mg/planta --	
<i>Cajanus cajan</i>	96,7 b	37,7 c
<i>Canavalia ensiformis</i>	84,9 b	179,9 b
<i>Crotalaria juncea</i>	45,8 b	66,1 c
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	85,7 b	62,9 c
<i>Mucuna aterrima</i>	811,4 a	391,0 a

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

**TABELA 4 - Taxa de decomposição da matéria orgânica de diferentes espécies de adubos verdes em cobertura (TDMO1) e na cultura do milho (TDMO2), no ano agrícola de 1993/94.**

Espécie	Tdmol		TdmO2	
	--- % ---			
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	75,20 a		78,87 ab	
<i>Cajanus cajan</i>	51,57 c		61,27 c	
<i>Canavalia ensiformis</i>	57,65 c		69,18 abc	
<i>Crotalaria juncea</i>	51,75 c		61,94 c	
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	66,26 b		76,20 ab	
<i>Mucuna aterrima</i>	52,48 c		65,58 bc	
Vegetação espontânea <sup>1</sup>	73,50 a		81,79 a	
% C.V.	5,8		8,7	

<sup>1</sup> = "Litter bags" contendo predominantemente *Brachiaria ruziziensis*. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 1% de probabilidade.

**TABELA 5 - Relação C/N de espécies de leguminosas utilizadas como adubos verdes (\*).**

Espécie	C/N	
	1993/1994	
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	27,0 a	
<i>Cajanus cajan</i>	24,7 ab	
<i>Canavalia ensiformis</i>	13,9 e	
<i>Crotalaria juncea</i>	21,6 bc	
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	18,8 cd	
<i>Mucuna aterrima</i>	15,5 de	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

**TABELA 6 - Produtividade média de milho, cultivado em parcelas com diferentes espécies de adubos verdes pré-incorporadas, na região dos Cerrados.**

Espécie	Produtividade	
	1993/1994	1994/1995
	--- kg/ha ---	
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	6935 c	5542 c
<i>Cajanus cajan</i>	7755 abc	6716 a
<i>Canavalia ensiformis</i>	7738 abc	6889 a
<i>Crotalaria juncea</i>	8919 a	6437 ab
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	8541 a	6298 ab
<i>Mucuna aterrima</i>	7271 bc	6217 ab
Vegetação Espontânea	7211 bc	5839 bc

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

**TABELA 7 - Peso médio de espiga de milho, cultivado em parcelas com diferentes espécies de adubos verdes pré-incorporadas, no ano agrícola de 1994/95, na região dos Cerrados.**

Espécie	Peso de espiga - g -
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	119 b
<i>Cajanus cajan</i>	138a
<i>Canavalia ensiformis</i>	143a
<i>Crotalaria juncea</i>	138a
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	138a
<i>Mucuna aterrima</i>	136a
Vegetação Espontânea	122 b

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

principalmente de nitrogênio. Sugere-se ainda que *Brachiaria ruziziensis* competiu por nitrogênio com a cultura, e a vegetação espontânea não foi um condicionador eficiente do solo.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas condições desse experimento permitem concluir que:

a *Mucuna aterrima* apresenta o melhor desempenho em relação à nodulação;

a *Brachiaria ruziziensis* resulta na taxa de decomposição mais elevada, no período dos adubos verdes em cobertura;

a *Brachiaria ruziziensis*, o *Cajanus cajan* e a *Crotalaria juncea* apresentam valores mais elevados para relação C/N;

as leguminosas contribuem mais para o aumento de produtividades do milho.

## LITERATURA CITADA

- AMABILE, R.F. *et al.* Avaliação da época de semeadura e do espaçamento em diferentes espécies de leguminosas na região de Cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24, Goiânia, 1993. **Resumos**. Goiânia: SBCS, p. 103.
- BURLE, M.L. *et al.* **Identificação de leguminosas adubo verde tolerantes à seca nos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1988. 4p. (EMBRAPA-CPAC, Comunicado Técnico, 22).
- CALEGARI, A. *et al.* Aspectos gerais de adubação verde. In: COSTA, M.B.B. da, coord., **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: ASPTA, 1993. p. 1-55.
- COMPANY, M.L. **El maíz, su cultivo y aprovechamiento**. Ediciones Mundi Prensa, 1984. 318p.
- DE POLLI, H.; CHADA, S.S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solos de baixo potencial de produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, p.287-293, 1989.
- IGUE, K. *et al.* **Adubação Orgânica**. Londrina: IAPAR, 1984. 33p. (IAPAR. Informe da Pesquisa, 59).
- LAL, R. Soil surface management in the tropics for intensive land use and high and sustained production. **Advances in Soil Science**, v.5, p.1-109, 1986.
- PEREIRA, J. Avaliação de características agrônômicas de leguminosas adubos verdes no Cerrado. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, DF. **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1982/1985**. Planaltina, 1987. p.194-7.
- SABADIN, H.C. Adubação verde. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 37, n°. 354, p.19-26, 1984.
- SANTOS, P.F.; WHILFORD, W.G. The effects of microarthropods on litter decomposition in a Chihuahuan desert ecosystem. **Ecology**, v.62, p.654-669, 1981.

# CONTRIBUIÇÃO DOS FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NATIVOS NO ESTABELECIMENTO DE UMA GRAMÍNEA PIONEIRA (*Aristida setifolia*) EM ÁREAS DEGRADADAS NO CERRADO<sup>1</sup>

CARLOS R. MARTINS<sup>2</sup>, JEANNE C. C. de MIRANDA<sup>3</sup> e LEO N. de MIRANDA<sup>3</sup>

## RESUMO

Foram realizados dois experimentos em casa de vegetação para estudar a contribuição dos fungos micorrízicos arbusculares nativos no estabelecimento e crescimento de uma gramínea (*Aristida setifolia*) pioneira em três áreas degradadas no Cerrado, cujas camadas superficiais haviam sido removidas. Foram coletados substratos das três áreas (duas cascalheiras e uma estrada rudimentar) e da camada arável de um solo de Cerrado natural sendo que a metade foi esterilizada a vapor. Na presença dos fungos MA nativos dos quatro substratos não esterilizados, houve um aumento significativo da produção de matéria seca da gramínea. Nos

substratos de uma das áreas (Cascalheira I) que tinha recebido, a campo, aplicações de calcário, turfa natural (humutrin) e torta de mamona, isolados e/ou combinados, observou-se um efeito muito pequeno desses insumos no crescimento das plantas. Entretanto, com a inoculação de uma mistura de fungos MA nativos de Cerrado, houve um acréscimo altamente significativo de produção de matéria seca da gramínea em todos os tratamentos, bem como, uma maximização e uma diferenciação dos efeitos desses insumos aplicados a campo.

**Palavras-chave:** Recuperação, gramínea nativa, cascalheira, calagem, adubação orgânica.

## ABSTRACT

### Contribution of native arbuscular mycorrhizal fungi to the establishment of a spontaneous grass (*Aristida setifolia*) in degraded areas in the Cerrado

Two greenhouse experiments were carried out to study the contribution of the native arbuscular mycorrhizal fungi to the establishment of a spontaneous grass (*Aristida setifolia*) in three degraded areas in the Cerrado, where the upper soil layers had been removed. Soil samples were collected in the three areas (two gravel beds and a rough road) and, in the upper layer of a natural Cerrado soil. Part of the soil samples were steam sterilized. In the presence of the native AM fungi in the non sterilized treatments, the plants presented a significantly higher shoot dry matter for the four soils. One of the altered gravel beds (Cascalheira I) had received in the

field, the treatments of lime, natural peat (humutrin) and castor bean cake (torta). It was observed a small effect from those field treatments in the plant growth. However, with the inoculation of a mixture of a Cerrado soil native AM fungi, there was a general and highly significant increase in the grass shoot dry matter, with a significant improvement of the effects of those field treatments. Also, there was a significant differentiation among their effects in the plant growth.

**Additional index words:** Degraded areas, recovering, Cerrado region, arbuscular mycorrhizal fungi, native grass, gravel bed, lime, organic fertilizer.

<sup>1</sup> Parte do trabalho de tese de mestrado do primeiro autor. Universidade de Brasília Brasília, DF, Brasil.

<sup>2</sup> Engenheiro Florestal, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis, SAIN, Av. L 4 Norte, Brasília, DF 70800-200, Brasil.

<sup>3</sup> Pesquisador, EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil.

## INTRODUÇÃO

A perturbação e a degradação dos solos tropicais tem se intensificado nas últimas décadas, principalmente através da mineração e construção civil e, da agricultura e/ou pecuária intensivas quando realizadas de forma inadequada (IBRAM, 1992; Nepstad *et al.*, 1991; Macedo, 1993; Vilela *et al.*, 1991). A devastação das matas causadas pela ocupação intensa do solo e a grande demanda por pedras, cascalho, areia e argila pela construção civil, deixaram extensas áreas desprovidas de cobertura vegetal e expostas às intempéries climáticas (Chioffi, 1982; Leite *et al.*, 1992). Entretanto, é necessário recuperar essas áreas para racionalizar o uso da terra e melhorar a qualidade ambiental. A replantação da vegetação nativa e/ou a adaptação de espécies exóticas possibilitariam a produção de matéria orgânica e o enriquecimento da fauna, bem como a recuperação da comunidade microbiológica do solo, que é fundamental nas transformações que equilibram e sustentam ecossistemas naturais (Ruivo, 1993) e cultivados (Maschio *et al.*, 1992).

A associação entre o desenvolvimento vegetal e a atividade microbiana pode ser um fator importante na recuperação desses solos degradados, pois, mesmo quando profundamente alterados, eles podem manter uma comunidade microbiológica favorável à sustentação natural das plantas. Fungos micorrízicos arbusculares têm sido naturalmente encontrados nesses solos alterados (Maschio *et al.*, 1992) e, segundo Allen & Allen (1984), podem interferir na composição, competição e a sucessão das comunidades vegetais. Para o cultivo de plantas nessas áreas torna-se necessário, em muitos casos, a utilização de insumos químicos e/ou orgânicos. A magnitude dos benefícios conferidos pela micorriza pode depender de estratégias de manejo desses insumos, como a calagem e adubação adequadas (Miranda, 1992).

Considerando-se a contribuição dos fungos MA no crescimento de plantas em solos de baixa fertilidade (Miranda *et al.*, 1984), é de se esperar que desempenhem um papel importante no estabelecimento espontâneo e no crescimento de plantas em áreas degradadas. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar esses possíveis efeitos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos em casa de vegetação no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados-EMBRAPA, inteiramente casualizados com três repetições e cultivados com uma gramínea nativa e pioneira de Cerrado (*Aristida setifolia*). Esta gramínea ocorreu espontaneamente nas áreas em estudo. No primeiro experimento foram utilizados substratos coletados três áreas degradadas (Cascalheiras I e II, e a lateral de uma Estrada rudimentar) e, camada arável de um solo de Cerrado natural. Os dados de análise química dos substratos nas diversas áreas e número de esporos dos fungos MA nativos são mostrados na Tabela 1. Os substratos foram divididos em duas partes, sendo que a metade foi esterilizada a vapor. Ambas as partes foram colocadas em vasos de 1 dm<sup>3</sup>, que receberam duas plantas pré-germinadas. Estes foram cultivadas por um período de 90 dias. Os substratos esterilizados receberam filtratos dos respectivos substratos naturais.

No segundo experimento foram utilizados os substratos provenientes de áreas da Cascalheira I que tinham recebido, a campo, os seguintes tratamentos: testemunha, calcário, turfa natural (humutrin), torta de mamona, humutrin + calcário, torta + calcário, todos na dose de 5 t/ha. Esses seis substratos apresentaram teores de fósforo extraível (Mehlich 1), respectivamente, de: 0.46, 0.76, 1.70, 1.70, 2.40, e 3.30 mg/kg. Foram esterilizados a vapor, com posterior aplicação de seus respectivos filtratos e, colocados em vasos de 1 dm<sup>3</sup>. Plantaram-se duas plantas pré-germinadas sem inoculação (NI) e com inoculação (I) de uma mistura de fungos MA nativos de Cerrado (*Gigaspora margarita*, *Acaulospora scrobiculata* e *Glomus sp.* CPAC2). Os tratamentos não inoculados receberam filtratos do inoculante. As plantas foram cultivadas por um período de 90 dias, avaliando-se, então, a altura e a produção de matéria seca, o número de esporos dos fungos MA (Esp.) e a sua colonização radicular (CR). Para análise estatística, os dados de Esp. foram transformados em  $y = (x + 0.5)^{0.5}$  e os de CR em  $y = \arcsen(x/100)^{0.5}$ .

TABELA 1 - Dados de análise química do solo nas diversas áreas e número de esporos dos fungos MA nativos.

Áreas	pH(H <sub>2</sub> O 2.5:1)	Ca+Mg mmolc/kg	P		Esp. <sup>(1)</sup> n°/50 g
			—mg/kg—		
Cerrado	5.3	17.9	1.05	69.5	181
Cascalheira I	5.2	3.8	0.55	23.5	31
Cascalheira II	5.3	9.1	0.75	69.0	39
Estrada	5.1	4.0	0.75	23.5	64

(1) Algumas espécies de fungos MA presentes: *Gigaspora margarita*, *Gigaspora sp.*, *Entrophospora colombiana*, *Entrophospora sp.*, *Glomus occultum*, *Glomus sp.*, *Acaulospora sp.*, *Scutellospora sp.*

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da Tabela 1 mostram as condições de alta acidez e baixa fertilidade no Cerrado natural e nas áreas degradadas em estudo, que certamente dificultariam o crescimento de plantas. Constatou-se a presença de fungos MA em todas as áreas, com uma pequena densidade de esporos no solo das áreas degradadas. Algumas espécies de fungos identificadas como *Gigaspora margarita* e *Entrophospora colombiana* são de ocorrência comum em solos de Cerrado (Miranda, 1992).

No primeiro experimento, a presença dos fungos MA nativos promoveu um crescimento significativo da gramínea nativa (*Aristida setifolia*) no Cerrado natural e nas áreas degradadas (Tabela 2). A condição de solo da camada arável e com melhor fertilidade do Cerrado natural poderia ter contribuído para o maior crescimento das plantas observado neste substrato. Entretanto, na ausência dos fungos MA, a produção de matéria seca da gramínea foi semelhante em todos os tratamentos, o que realça a grande contribuição da micorriza para o crescimento das plantas de um modo geral em todo o experimento. O número de esporos foi semelhante em todas as áreas e a porcentagem de colonização radicular variou um pouco, sendo inferior nas plantas da Cascalheira I.

No segundo experimento com o solo degradado da Cascalheira I, a aplicação de calcário e de adubos orgânicos contribuiu muito pouco para o crescimento da gramínea. Entretanto, a inoculação de fungos MA nativos promoveu um aumento significativo no crescimento das plantas e, inclusive, uma diferenciação de efeitos entre os insumos utili-

zados, ressaltando a importância da micorriza no processo de recuperação de solos degradados da região.

O efeito da micorriza no crescimento da gramínea foi particularmente maior nos tratamentos em que foram aplicados os insumos orgânicos de torta de mamona e humutrin. No tratamento testemunha não inoculado (NI), os dados foram praticamente idênticos aos obtidos com o solo de Cascalheira I esterilizado (Est.) do primeiro experimento (Tabela 2), porém, a mistura de fungos inoculada (I) teve um efeito maior que o dos fungos já existentes na área (Cascalheira I Nat., Tabela 2). Nos tratamentos inoculados que tinham recebido calcário isolado ou com humutrin, as produções de matéria seca foram relativamente menores.

## CONCLUSÕES

Os fungos micorrízicos arbusculares nativos do solo contribuíram significativamente para o estabelecimento da gramínea nativa e pioneira *Aristida setifolia* no solo de Cerrado e das áreas degradadas.

A adição de calcário e dos insumos orgânicos de torta de mamona e humutrin promoveram um efeito muito pequeno no crescimento da gramínea cultivada em solo degradado de cascalheira, na ausência de fungos MA.

A inoculação de fungos MA nativos de Cerrado em solo degradado de cascalheira, não somente promoveu o estabelecimento da gramínea, como maximizou os efeitos do calcário e dos insumos orgânicos utilizados.

**TABELA 2 - Altura de plantas (Alt.), produção de matéria seca (MS), número de esporos (Esp.) e colonização radicular (CR) de uma gramínea nativa e pioneira de Cerrado (*Aristida setifolia*) em solo esterilizado (Est.) e natural (Nat.) de Cerrado e de áreas degradadas.**

Substrato	Tratamento	Alt. cm	MS mg/vaso	Esp. n°/50	CR %
Cerrado	Est.	0.4d	5.7e	0b	0.0d
	Nat.	36.7a	590.7a	56a	44.6a
Cascalheira I	Est.	1.4d	5.9e	0b	0.0d
	Nat.	6.7c	31.3d	64a	3.6ab
Cascalheira II	Est.	1.3d	11.6c	0b	0.0d
	Nat.	9.7c	49.0c	69a	19.0c
Estrada	Est.	1.3d	6.7e	0b	0.0d
	Nat.	13.6b	87.7b	58a	56.0a

Médias seguidas por mesma letra em cada coluna, não diferem entre si estatisticamente (Duncan 0,05).

**TABELA 3 - Altura de plantas (Alt.), produção de matéria seca (MS), número de esporos (Esp.) e colonização radicular (CR) de uma gramínea (*Aristida setifolia*), não inoculada (NI) e inoculada (I) com uma mistura de fungos MA nativos de Cerrado, em solo degradado (Cascalheira I) esterilizado.**

Tratamento <sup>(1)</sup>	Inoc. <sup>(2)</sup>	Alt. cm	MS mg/vaso	Esp. n°/50g	CR %
Testemunha	NI	0.4cd	5.2bc	0d	0.0d
	I	11.8b	113.9b	88b	17.0c
Calcário	NI	0.4cd	8.7bc	0d	0.0d
	I	6.7bc	56.9bc	42bc	14.7c
Humutrin	NI	0.4cd	7.2bc	0d	0.0d
	I	20.9b	434.0b	116ab	28.0b
Torta	NI	0.6cd	8.2bc	0d	0.0d
	I	35.1a	1109.9a	335a	43.0a
Humutrin + calcário	NI	0.5cd	7.7bc	0d	0.0d
	I	15.8b	79.5bc	305a	31.7b
Torta + calcário	NI	1.4c	7.2bc	0d	0.0d
	I	20.6b	378.9b	154ab	30.7b

(1) Tratamentos aplicados anteriormente a campo. (2) Mistura dos fungos MA: *Glomus sp.* CPAC2, *Gigaspora margarita* e *Acaulospora scrobiculata*. - Médias seguidas por mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si estatisticamente (Duncan 0,05).

## LITERATURA CITADA

- ALLEN, E.B.; ALLEN, M.F. Competition between plants of different successional stages: mycorrhizae as regulators. **Canadian Journal of Botany**, v.62, p.2625-2629, 1984.
- CHIOSSI, N.J. Ocupação do solo e impacto ambiental. **Revista Brasileira de Tecnologia**, v.13, n.5, p.44-51, 1982.
- IBRAM. Solo e biota. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO-IBRAM. Comissão Técnica de Meio Ambiente. Grupo de Trabalho de Redação. Mineração e meio ambiente. Brasília: IBRAM, 1992. p. 43-51.
- LEITE, L.L.; MARTINS C.R.; HARIDASAN. M. Propriedades físico-hídricas do solo de uma cascalheira e de áreas adjacentes com vegetação nativa de campo sujo e Cerrado no Parque Nacional de Brasília. In: Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas. **Anais Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná**, 1992. p. 392-399.
- MACEDO, M.C.M. Recuperação de áreas degradadas: pastagens e cultivos intensivos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24. **Resumos**. Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. p. 71-72.
- MASCHIO, L., GAIAD, S., MONTOYA, L., CURCIO, G.R., RACHWAL, M.F.G., CAMARGO, C.M.S.; BATTI, A.M.B. Microrganismos e autosustentação de ecossistemas em solos alterados. In: Simpósio Nacional sobre recuperação de áreas degradadas. **Anais Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná**, 1992. p. 440-445.
- MIRANDA, J.C.C. A endomicorriza na região dos Cerrados: uma revisão. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1992. 35p. (Documentos, 42).
- MIRANDA, J.C.C., SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L.N. Influência de fungos endomicorrízicos vesicular-arbusculares na absorção de fósforo e no rendimento de matéria seca de plantas de sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.8, n.1, p.31-36, 1984.
- NEPSTAD, D.C., UHL, C.; SERRÃO, E.A.S. Recuperation of a degraded Amazonian landscape: forest recovery and agricultural restoration. **Journal of the Human Environment**, v.20, n.6, p.248-255, 1991.
- RUIVO, M.L.P. Recuperação de áreas de mineração: uma experiência que pode ser bem sucedida na Amazônia. In: FERREIRA, E.J.G., SANTOS, G.M., LEÃO, E.I.M.; OLIVEIRA, I.A., eds. **Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia**. Manaus: INPA, 1993. v.2, p. 283-404.
- VILELA, L., BARCELLOS, A. O., SANZONOWICZ, C.; SPAIN, J.M. Recuperação de pastagem de *Brachiaria ruziziensis* através do uso de grade aradora, nitrogênio e introdução de leguminosas. In: EMBRAPA/CPAC. Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1985-1987. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1991. p.239-241.

# EFEITO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NATIVOS DE CERRADO NO CRESCIMENTO DE SOJA ADUBADA COM NITROGÊNIO OU INOCULADA COM *Rhizobium*

JEANNE C.C. de MIRANDA<sup>1</sup> e LEO N. de MIRANDA<sup>1</sup>

## RESUMO

Foi realizado um experimento em casa de vegetação para estudar a contribuição individual de quatro espécies de fungos micorrízicos arbusculares nativos no crescimento da soja adubada com nitrogênio ou inoculada com *Rhizobium*, em latossolo vermelho escuro de Cerrado. O solo coletado na camada arável foi esterilizado a vapor e recebeu calcário e adubação básica. Nos fungos MA foi utilizado inoculante puro e mixto de *Glomus occultum*, *Glomus* sp. CPAC 2, *Glomus* sp. CPAC 3 e *Glomus* sp. CPAC 4, sendo que os tratamentos não inoculados receberam um filtrado do respectivo inoculante. Uma parte do solo recebeu adubação nitrogenada e, nos tratamentos com *Rhizobium*, o inoculante de *Bradyrhizobium japonicum* foi aplicado em forma

líquida, após o transplante das plântulas de soja. Todas as espécies de fungos MA promoveram um aumento significativo na absorção de fósforo e no crescimento da soja, sendo que as três espécies de *Glomus* sp. foram significativamente superiores ao *Glomus occultum*. A adubação nitrogenada foi superior à inoculação com *Rhizobium*, na ausência dos fungos MA. Entretanto, a presença dos fungos MA igualou e maximizou os efeitos desses dois tratamentos, com incrementos significativos no teor de nitrogênio nas plantas e na produção de matéria seca da soja.

**Palavras-chave:** *Bradyrhizobium japonicum*, adubação nitrogenada, solo de Cerrado.

## ABSTRACT

### Effects of native arbuscular mycorrhizal fungi in the growth of soybean in a Cerrado soil with nitrogen fertilizer or inoculated with *Rhizobium*

A greenhouse experiment was carried out to study the individual contribution of four species of native arbuscular mycorrhizal fungi to the growth of soybean in a Cerrado soil with nitrogen fertilizer or inoculated with rhizobium. The soil samples were collected in the upper layer of a Dark Red Latosol and were steam sterilized. The AM fungi species were introduced in the soil as a pure inoculum of *Glomus occultum*, *Glomus* sp. CPAC 2, *Glomus* sp. CPAC 3 and *Glomus* sp. CPAC 4. The non-inoculated treatments received filtrates of their respective mycorrhizal inoculant. Part of the soil samples received nitrogen fertilizer and, in the treatments

with *Bradyrhizobium japonicum*, the inoculant was applied in a liquid form, after the seedlings transplanting. The AM fungi species promoted a significant increase in the plant P content and in the plant shoot dry matter production and, the three *Glomus* sp were superior to *Glomus occultum*. The nitrogen fertilizer treatments were significantly superior to the inoculated rhizobium treatments in the absence of the AM fungi. However, in the presence of the latter, both treatments produced similarly, with a significant increase in the plant N content and in the shoot dry matter production.

**Additional index words:** *Bradyrhizobium japonicum*.

<sup>1</sup> Pesquisador, EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil.

## INTRODUÇÃO

Os fungos micorrízicos arbusculares, através de simbiose com a planta, podem aumentar a eficiência de absorção de nutrientes, principalmente do fósforo (Abbott & Robson, 1982; Mosse, 1981; Miranda, 1992), contribuindo para maior crescimento e o aumento de sua produtividade. Outras simbioses entre plantas e microrganismos são também de grande interesse na agricultura. A inoculação de leguminosas, como a soja, com *Rhizobium* é prática comum pois, através dessa simbiose é fixado o nitrogênio atmosférico que será utilizado como nutriente pela planta (Suhet *et al.*, 1985). A eficiência do processo de fixação biológica de nitrogênio depende de um adequado balanço nutricional da planta hospedeira, e a micorriza pode beneficiar esse processo pela sua contribuição na absorção de nutrientes. Paula & Siqueira (1987), observaram que a espécie de fungo MA, *Glomus macrocarpum*, inoculada em um latossolo vermelho escuro de Cerrado, foi mais eficiente que as espécies nativas, promovendo um maior crescimento e um maior acúmulo de nitrogênio na soja inoculada com *Rhizobium*. Outros dados mostram que em condições de extrema deficiência de fósforo, algumas leguminosas como o siratro não nodulam, a menos que suas raízes sejam colonizadas por fungos formadores de micorrizas arbusculares, ou que o solo seja adubado com elevadas doses de fósforo (Lopes *et al.*, 1980; Mosse, 1981). Portanto, as plantas quando noduladas e micorrizadas tornam-se mais adaptadas para enfrentar as situações de deficiências nutricionais existentes nos solos sob Cerrado (Lopes & Siqueira, 1981). Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de testar a eficiência de espécies nativas de fungos MA no crescimento da soja, em solo de Cerrado adubado com nitrogênio ou inoculado com *Rhizobium*, bem como observar a sua possível influência na eficiência de fixação de nitrogênio pelo *Rhizobium*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, utilizando solo coletado na camada arável de um latossolo vermelho-escuro natural, esterilizado a vapor. Foi cultivada a soja, cv. Itiquira, sem e com inoculação individual de quatro espécies de fungos micorrízicos arbusculares nativos de Cerrado, e com adubação nitrogenada ou inoculada com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*. Os tratamentos foram organizados em um delineamento experimental completamente casualizado, com três repetições. O solo apresentava em condições naturais um teor de fósforo extraível (Mehlich 1) de 1 mg/kg e saturação por bases de 3 %. Aplicou-se calcário ( $2/3 \text{ CaCO}_3 + 1/3 \text{ MgCO}_3$ ) para elevar a saturação por bases do solo para 50 % e, após incubação a 80 % de umidade por

quinze dias, foi adicionada uma adubação básica em solução de 50  $\mu\text{g/g}$  de P [ $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ], 150  $\mu\text{g/g}$  de K ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ), 2  $\mu\text{g/g}$  de Zn ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), 0,5  $\mu\text{g/g}$  de B ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) e 0,1  $\mu\text{g/g}$  de Mo [ $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot \text{H}_2\text{O}$ ]. Uma parte do solo recebeu a adubação nitrogenada de 20  $\mu\text{g/g}$  de N ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ). Os solos foram acondicionados em vasos de 1  $\text{dm}^3$ , colocando-se uma planta pré-germinada/vaso. O inoculante de cada fungo MA foi aplicado no solo a 5 cm de profundidade e abaixo de cada plântula. Nos tratamentos com *Rhizobium*, o inoculante foi aplicado na forma líquida após o transplantio, na dose de 1ml/vaso. Esse inoculante foi preparado em laboratório com as estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*, CPAC 7 e CPAC 15, recomendadas como inoculante comercial (Vargas *et al.*, 1992). Para os fungos MA foi utilizado um inoculante mixto, proveniente de culturas puras de cada espécie: *Glomus occultum*, *Glomus* sp. CPAC 2, *Glomus* sp. CPAC 3 e *Glomus* sp. CPAC 4. O experimento foi conduzido por 45 dias, avaliando-se, então, a produção de matéria seca, o teor de fósforo (P) e de nitrogênio (N) nas plantas, o número de esporos dos fungos MA (Esp.) no solo e a colonização radicular (CR). Para análise estatística, os dados de Esp. foram transformados em  $y = (x + 0.5)^{0.5}$  e os valores percentuais de P, N e CR em  $y = \arcsen(x/100)^{0.5}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presença de fungos MA nativos aumentou a produção de matéria seca da soja tanto nos tratamentos com adubação nitrogenada como naqueles inoculados com *Rhizobium*, sendo que, as três espécies de *Glomus* sp. foram significativamente superiores ao *Glomus occultum* (Tabela 1). Com essas três espécies, houve um acréscimo médio de produção de matéria seca de 270 %, quando se aplicou nitrogênio, e de 460 % nos tratamentos inoculados com *Rhizobium*. Os fungos MA se multiplicaram bem, mostrando um número elevado de esporos no solo. Na ausência dos fungos MA, a adubação nitrogenada promoveu um maior crescimento da soja do que a inoculação com *Rhizobium*. Entretanto, com a inoculação dos fungos MA, a produção de matéria seca da soja foi semelhante nos dois tratamentos e, significativamente maior no tratamento com *Rhizobium* e *Glomus* sp. CPAC 3.

Os teores de nitrogênio absorvido pelas plantas foram significativamente maiores nos tratamentos com micorriza. Considerando que o nitrogênio utilizado pela planta seria proveniente do adubo nitrogenado aplicado ou da fixação pelo *Rhizobium*, conclui-se que a micorriza permitiu uma maior utilização desse nutriente pelas plantas, maximizando os efeitos da adubação e da fixação biológica. Os teores de fósforo absorvidos pela planta também foram significativamente maiores nos tratamentos com fungos MA, o que pode ter influenciado diretamente no crescimento das plantas e, indiretamente na maior eficiência da fixação de nitrogênio.

**TABELA 1 - Produção de matéria seca (MS), teores de fósforo (P) e nitrogênio (N), número de esporos (Esp.) e colonização radicular (CR) da soja, cv. Itiquira, inoculada com fungos MA<sup>(1)</sup> nativos de Cerrado, em latossolo vermelho escuro de Cerrado, adubado com nitrogênio (Adub.) ou inoculado com *Bradyrhizobium japonicum* (Rhiz.).**

Tratamentos	MS g/vaso	Teor na planta				Esp. nº/50 gr	CR %
		P mg/vaso	N	P %	N		
Test. + Adub.	2.47d	3.05e	68.88d	0.12cd	2.79ab	0f	0.0f
+ Rhiz.	1.50e	1.82f	39.39e	0.13cd	2.66b	0f	0.0f
LOCT+ Adub.	3.96c	4.88d	108.95c	0.12cd	2.75ab	598d	29.7d
+ Rhiz.	3.84c	4.22d	103.46c	0.11d	2.69b	1011bc	40.3d
L 2 + Adub.	6.47b	9.70bc	175.57b	0.15ab	2.71ab	1762a	75.3a
+ Rhiz.	6.74b	8.98c	180.60b	0.13bc	2.68b	1102b	54.0c
L 3 + Adub.	6.89b	10.58b	181.51b	0.15a	2.63b	656d	54.0c
+ Rhiz.	7.67a	12.26a	206.98a	0.16a	2.69ab	1132b	62.7c
L 4 + Adub.	6.78b	10.40b	206.18a	0.15a	3.04a	205e	53.3c
+ Rhiz.	6.37b	9.95bc	171.08b	0.16a	2.68b	800cd	68.0b

(1) Fungos MA nativos: LOCT = *Glomus occultum*, L 2 = *Glomus* sp. CPAC 2, L 3 = *Glomus* sp. CPAC 3, L 4 = *Glomus* sp. CPAC 4. Médias seguidas por mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si estatisticamente (Duncan 0,05).

## CONCLUSÕES

As espécies de fungos micorrízicos arbusculares nativos promoveram um aumento significativo na absorção de fósforo e no crescimento da soja em latossolo vermelho escuro de Cerrado. As espécies *Glomus* sp. CPAC 2, *Glomus* sp. CPAC 3 e *Glomus* sp. CPAC 4 foram significativamente superiores ao *Glomus occultum*.

A adubação nitrogenada foi superior à inoculação com *Rhizobium* na ausência dos fungos MA.

A presença dos fungos MA igualou e maximizou os efeitos da adubação nitrogenada e da inoculação com *Rhizobium*, havendo incrementos significativos no teor de nitrogênio nas plantas e na produção de matéria seca da soja.

## LITERATURA CITADA

ABBOTT, L.K.; ROBSON, A.D. The role of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture and the selection of fungi for inoculation. *Australian Journal for Agricultural Research*, v.33, p.389-408, 1982.

LOPES, E.S., OLIVEIRA, E.; NEPTUNE, A.M.L. O efeito de espécies de micorrizas vesicular arbusculares no siratro (*Macroptilium atropurpureum*). *Bragantia*, v.39, p.241-245, 1980.

MIRANDA, J.C.C. A endomicorriza na região dos Cerrados: uma revisão. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1992. 35p. (Documentos, 42).

MOSSE, B. Vesicular-arbuscular mycorrhiza research for tropical agriculture. Hawaii. Institute for Tropical Agriculture and Human Resources, 1981. 82p. (Research Bulletin, 194).

PAULA, M.A.; SIQUEIRA, J.O. Efeito de micorrizas vesicular arbusculares no crescimento, nodulação e acúmulo de nitrogênio pela soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.22, p.171-178, 1987.

SUHET, A.R., PERES, J. R. R.; VARGAS, M.A.T. Nitrogênio. In: GOEDERT, W. J., ed., *Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo*. São Paulo: Nobel, 1985. p.167-202. 422p.

VARGAS, M.A.T., MENDES, I.C., SUHET, A.R.; PERES, J. R. R. Duas novas estirpes de rizóbio para inoculação da soja. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1992. 3p. (Comunicado Técnico, 62).

# TEMPERATURA DO SOLO EM UM CAMPO SUJO DE CERRADO DURANTE UMA QUEIMADA PRESCRITA

BEATRIZ M. de C. NEVES<sup>1</sup> e HELOISA S. MIRANDA<sup>1</sup>

## RESUMO

Temperaturas do solo (Ts) a 1, 5 e 10 cm de profundidade foram registradas antes, durante e após uma queimada prescrita em uma área de campo-sujo há 4 anos sem queima. Ts máxima a 1 cm foi de 52,8 °C, 10 minutos após a passagem do fogo, e de 26,5 °C a 5 cm, 90 minutos após a

queimada. Não houve alteração em Ts a 10 cm de profundidade. Após a passagem do fogo, a diferença entre Ts máxima e mínima foi de 35,3 °C a 1 cm e de 12,1 °C a 5 cm.

**Palavras-chave:** Savana, variação da temperatura, fogo.

## ABSTRACT

### Soil temperature variation on a prescribed burning vegetation of the "Cerrado" region

Soil temperatures (Ts) at 1, 5 and 10 cm depth were measured before, during and after a prescribed burning in a "campo sujo" vegetation protected from fire for the previous four years. Ts maximum was 52.8 °C at 1 cm, 10 minutes after the fire; 26.5 °C at 5 cm, 90 minutes after

the burning. There was no change observed at 10 cm depth. After the burning the five difference between maximum and minimum values of Ts was 35.3 °C at 1 cm and 12.1 °C at five cm.

**Additional index words:** Savanna, "campo sujo", fire.

## INTRODUÇÃO

O Cerrado é um dos cinco maiores tipos de vegetação do Brasil, cobrindo cerca de 2,0 milhões km<sup>2</sup> do seu território. O termo Cerrado é o nome geral de uma vegetação muito rica em formas fisionômicas, entre elas: cerradão, uma floresta com dossel mais ou menos fechado; cerrado "*strictu sensu*", com fisionomia densa de arbustos e árvores; campo-cerrado, um escrube aberto; e campo-sujo, área de gramíneas com arbustos esparsos (Goodland, 1971).

O clima da região do Cerrado é tropical, com duas estações bem definidas (Koppen Aw, Cwa nas regiões mais ao sul) e com precipitações médias anuais entre 1100 mm e 1600 mm, concentradas na estação chuvosa (outubro a abril).

Na estação seca (maio a setembro) são comuns os relatos de queimadas de origem antrópica e natural, que, juntamente com a sazonalidade das chuvas e com o solo pobre em nutrientes, contribuem com a existência do Cerrado no Brasil-Central.

Fatores como clima, vegetação, tipo de solo e a própria atividade humana criam condições divergentes a respeito da influência do fogo sobre a resposta do solo e microclima a longo prazo. A extensão da influência do fogo sobre as propriedades do solo depende da sua intensidade, da natureza da vegetação, do aumento da temperatura e da frequência de queimadas. Além disso, a duração do pulso de calor afeta a sobrevivência dos organismos, a quantidade de nutrientes e as propriedades físicas e químicas do solo (Raison, 1979).

<sup>1</sup> Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia, Brasília, DF 70910-900, Brasil.

Embora valores de temperatura do solo em diferentes profundidades durante a passagem do fogo sejam apresentados por Coutinho (1978) para campo-sujo e por Miranda *et al.* (1993) para cerrado, pouco se sabe sobre o efeito da queima no regime térmico do solo do Cerrado, durante e após a passagem do fogo. Visando a uma melhor compreensão da recuperação dos estratos vegetais após queimadas, este trabalho tem como objetivo determinar as alterações na temperatura do solo durante e após uma queimada prescrita em um campo-sujo de cerrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido na Reserva Ecológica do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (35 km ao sul de Brasília), em uma área de campo-sujo de 200 m x 200 m, protegida da queima por quatro anos. A queimada foi realizada no início de agosto, que corresponde ao regime dominante nos cerrados brasileiros. A vegetação na área é caracterizada por um alto percentual do estrato herbáceo (de 90 a 99 %), com estrato arbóreo-arbustivo inferior a 10 %, sendo *Davilla elliptica* St. Hil., *Erythroxylum suberosum* St. Hil., *Roupala montana* Aubl., *Connarus suberosus* Planch., *Styrax ferrugineus* Nees & Mart., as espécies lenhosas mais frequentes. O solo, pobre em nutrientes, é caracterizado como latossolo vermelho-amarelo, distrófico, bem drenado e com alto teor de argila (typic Haplustox, USA).

As temperaturas do solo foram determinadas com termopares tipo t (cobre-constantan 32 swg), soldados em uma agulha de aço e vedada nas extremidades por adesivo epóxi, de forma similar a descrita por Dias (1994). Os termopares foram instalados horizontalmente a 1, 5 e 10 cm de profundidade, sendo os sensores conectados a um sistema automático de aquisição de dados (Data logger, 21X, Campbell Inc. Lincoln, USA).

A amostragem dos sinais foi feita a cada minuto, e a média de cada canal foi registrada a cada 30 minutos. Durante a queimada foram registradas também as temperaturas do ar a um cm de altura e da superfície do solo. Para essas temperaturas foram utilizados termopares tipo k (chromel-alumel, 30 swg). No momento da queimada, a frequência de aquisição dos dados foi alterada para um registro por segundo, com média calculada a cada dois minutos, para se determinar a alteração no regime térmico do solo.

As medidas de temperatura no solo foram registradas em três etapas: antes, durante e após a queimada, de modo a avaliar as alterações causadas pela passagem do fogo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes da passagem do fogo a temperatura do solo a 1 cm

de profundidade apresenta uma amplitude de 15,7 °C, com máximas diárias de aproximadamente 28,2 °C às 14:30 h e mínimas de 12,5 °C, registradas nas primeiras horas da manhã. A uma profundidade de 10 cm, essa amplitude torna-se menos acentuada, 4,5 °C, com máxima registrada de 20,6 °C próximo às 19:00 h e mínima de 16,1 °C às 11:00 h. A defasagem entre as temperaturas máximas a 1 e 10 cm de profundidade é de aproximadamente 4 horas. Um defeito no sensor instalado a 5 cm de profundidade não permitiu a coleta desses dados antes da queimada.

Durante a passagem do fogo, a temperatura máxima da superfície do solo foi em média  $279 \pm 97$  °C, superiores aos valores apresentados por Coutinho (1978) e Cesar (1980). Foram necessários cerca de cinco minutos para que a temperatura da superfície do solo retornasse aos registros anteriores à passagem do fogo, valor aproximadamente cinco vezes superior ao necessário para que a temperatura do ar a um cm de altura, que atingiu 780 °C, retornasse aos valores pré-fogo.

Aproximadamente 10 minutos após a passagem da frente de fogo, foi registrada a temperatura máxima a 1 cm de profundidade, 52,8 °C, tendo ocorrido um aumento de 23,3 °C em relação aos valores pré-fogo (Figura 1). A 5 cm de profundidade houve um aumento de 3,5 °C na temperatura do solo em relação aos valores anteriores à passagem da frente de fogo, atingindo um máximo de 26,5 °C, a uma hora e meia após a realização da queimada. Não foi observada alteração no valor máximo da temperatura a 10 cm de profundidade. Esses aumentos de temperatura são relativamente baixos, e as máximas registradas provavelmente terão pequeno efeito direto na matéria orgânica, microorganismos ou sementes presentes no solo. Coutinho (1978) e Miranda *et al.* (1993) também registraram pequenas alterações na temperatura do solo a diferentes profundidades durante queimadas prescritas para cerrado. Cesar (1980) registrou 280 °C a 1 cm de profundidade em uma queima de campo-sujo. Embora temperaturas tão elevadas, como a apresentada por Cesar (1980), não sejam comuns em savanas, elas são obtidas com frequência em queimadas de florestas. De forma geral, o combustível em queimadas de savanas se reduz a gramíneas e serrapilheira, o que levaria a se esperar um aumento acentuado na temperatura apenas nos primeiros 0,1 cm de profundidade, como registrado nas queimadas de pradaria por Wright & Bailey (1982).

Após a passagem do fogo, observou-se uma alteração no regime térmico do solo. Houve um aumento na amplitude diária a 1 cm, que passou para 35,3 °C, com máxima de 47,2 °C e mínima de 11,9 °C (Figura 2). A 5 cm, a amplitude observada foi de 12,1 °C (com máxima de 27,8 °C e mínima de 15,7 °C). A 10 cm, não foi registrado aumento significativo. Os valores registrados na alteração da amplitude da temperatura do solo a diferentes profundidades são similares aos apresentados por Dias (1994) em queimada de campo-sujo

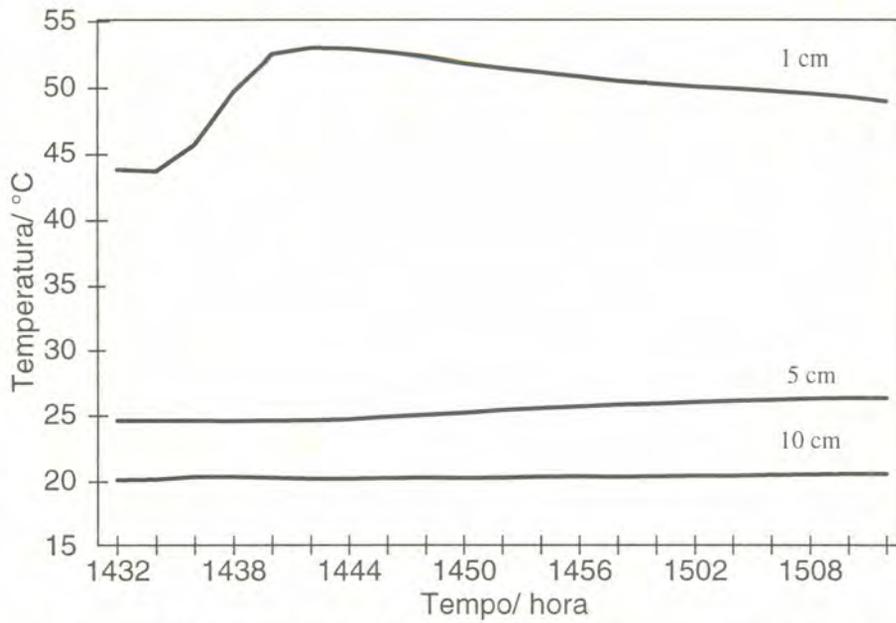


FIG. 1 - Temperatura do solo a diferentes profundidades durante a passagem da frente de fogo em uma queimada prescrita em campo-sujo de Cerrado, realizada em agosto de 1995, na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF.

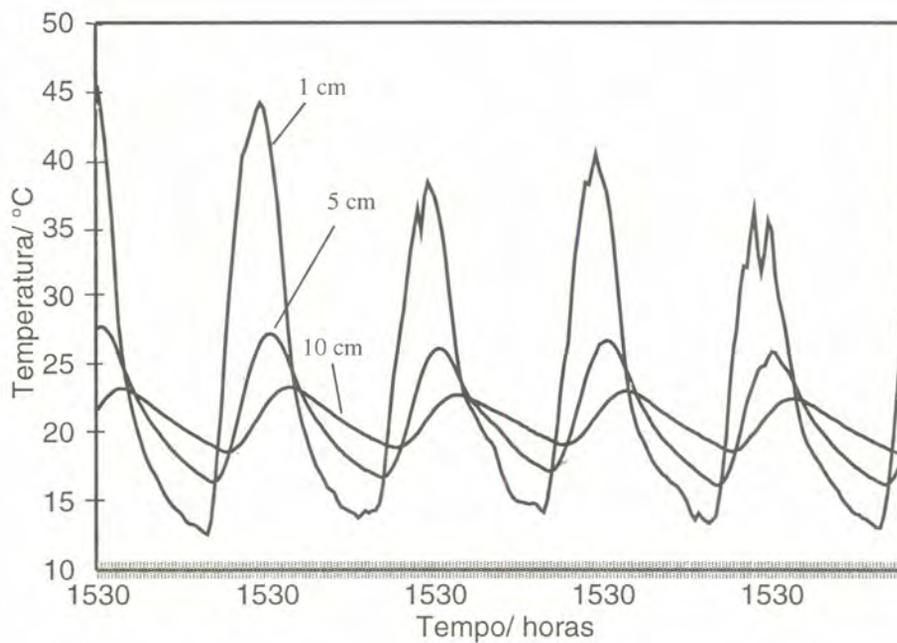


FIG. 2 - Ciclos diários da temperatura do solo a diferentes profundidades após uma queimada prescrita em campo-sujo de Cerrado, realizada em agosto de 1995, na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF.

de Cerrado. O aumento observado é consequência da absorção de radiação pelo solo enegrecido pelas cinzas. Savage (1980) discute modelos equacionais para balanço de energia, admitindo que o aumento do fluxo total de energia da radiação absorvida pelo sistema é o responsável pelo aumento

de temperatura no solo. Esta hipótese explica que o aumento da amplitude entre as horas do dia e da noite nas camadas mais superficiais do solo decorre da eliminação dos estratos vegetais e da consequente diferença de temperatura entre atmosfera e o próprio solo.

## CONCLUSÕES

Temperaturas do solo foram medidas antes, durante e após a realização de uma queimada em campo-sujo protegido de queima por 4 anos.

1) Antes da passagem do fogo, a temperatura do solo a 1 cm de profundidade apresentou uma amplitude de 15,7 °C, com máximas de cerca de 28,2 °C às 14:30 h e mínimas de 12,5 °C nas primeiras horas da manhã. A 10 cm amplitude foi de 4,5 °C, com máximas de 20,6 °C próximo às 19:00 h e mínima de 16,1 °C às 11:00 h.

2) Durante a passagem do fogo, a superfície do solo atingiu 279 °C. Cerca de 10 min após a passagem do fogo, a temperatura máxima foi de 52,8 °C a 1 cm de profundidade. Um aumento de 3,5 °C ocorreu a 5 cm de profundidade 90 min após a passagem do fogo. Nenhuma alteração foi observada na temperatura do solo a 10 cm de profundidade.

3) Após a passagem do fogo, observou-se uma alteração no regime térmico do solo. A amplitude da temperatura a 1 cm de profundidade foi 35,3 °C, e 12,1 °C a 5 cm. Não foi observada alteração a 10 cm de profundidade.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Brigada de Combate a Incêndios do IBGE pela realização da queimada prescrita; ao Serviço Florestal do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA/FS) e ao CNPq (Proc. nº 53042193-3) pelo apoio financeiro; ao programa PIBIC/CNPq/UnB pela bolsa de iniciação científica concedida a Beatriz Moreira de Castro Neves.

## LITERATURA CITADA

- CESAR, H. **Efeitos da queima e corte sobre a vegetação de um campo sujo na Fazenda Água Limpa, Brasília - DF**. Brasília: Universidade de Brasília, 1980. Tese de Mestrado.
- COUTINHO, L. M. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. I - A temperatura do solo durante as queimadas. **Revista Brasileira de Botânica**, v.1, p.93-97, 1978.
- DIAS, I. F. O. **Efeitos da queimada no regime térmico do solo e na produção primária de um campo sujo de cerrado**. Brasília: Universidade de Brasília, 1993. Tese de Mestrado.
- GOODLAND, R. A physiognomic analysis of the cerrado vegetation of Central Brazil. **Journal of Ecology**, v.59, p.411-419, 1971.
- MIRANDA, A. C., MIRANDA, H. S., DIAS, I. F. O.; DIAS, B. F.S. Soil and air temperatures during prescribed cerrado fires in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.9, p.313-320, 1993.
- RAISON, R. J. Modification of the soil environment by vegetation fires, with particular reference to nitrogen transformations: a review. **Plant and Soil**, v.51, p.73-108, 1979.
- SAVAGE, M. J. The effect of fire on the grassland microclimate. **Herbage Abstracts**, v.50, n.12, p.589-603, 1980.
- WRIGHT, H. A. & BAILEY, A. W. **Fire ecology**. New York: John Wiley, 1982. 501p.

# A ANÁLISE MORFO-ESTRUTURAL COMO UMA FERRAMENTA PARA A AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS NOS CERRADOS<sup>1</sup>

PEDRO L. de FREITAS<sup>2</sup>, PHILIPPE BLANCANEUX<sup>3</sup> e ROLAND MOREAU<sup>4</sup>

## RESUMO

A análise morfo-estrutural é proposta como um método para caracterização da condição estrutural do solo, indicadora da sustentabilidade dos sistemas agrossilvipastoris nos Cerrados. Baseado na caracterização morfológica do estado estrutural, o método visa à verificação dos efeitos da utilização agrícola dos solos e à racionalização na determinação de suas características químicas, físicas e da dinâmica da matéria orgânica.

O método constitui uma ferramenta para diagnóstico do impacto de diferentes sistemas de manejo e de culturas, e para identificação de processos de degradação do solo, além de ser útil em experimentos conduzidos em propriedades rurais ou de longa duração em estações experimentais.

**Palavras-chave:** Condição estrutural, unidades pedológicas homogêneas.

## ABSTRACT

### Morpho-structural analysis as a tool for the evaluation of agricultural system sustainability in tropical Savannas

The morpho-structural analysis is proposed as a method for the characterization of soil structural condition, an indicator of agricultural system sustainability in tropical Savannas. Based on the morphological characterization of soil structure, the main application of the method is in the study of agricultural use effects, leading to more rational chemical, physical and organic matter dynamic determinations.

The method is an important tool for the diagnosis of agricultural system impacts and the identification of soil degradation processes. It is also essential for the verification and explanation of different management systems in on-farm conditions or in long term-trials.

**Additional index words:** Structural condition, homogeneous pedological units.

## INTRODUÇÃO

A região de Cerrados representa aproximadamente 20% da superfície do território brasileiro. Esta região, distribuída

de maneira heterogênea e descontínua, possui clima característico de região tropical subúmida, com precipitação média anual de 1 500 mm, concentrada durante os meses de outubro à abril. Os solos mais frequentes e mais utilizados nesta

<sup>1</sup> Trabalho realizado como parte das atividades propostas pelo acordo de cooperação entre EMBRAPA-CNPS e ORSTOM, que objetiva a análise dos fatores e mecanismos que provocam modificações na estrutura dos Latossolos dos Cerrados brasileiros.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Ph.D., EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solo, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>3</sup> Pedólogo, Doutor, ORSTOM / EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solo, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, ORSTOM/LCSC, B.P.5045, 34032, Montpellier, França.

região são os latossolos, muito intemperizados, com uma capacidade de troca catiônica fraca, acidez elevada, uma forte capacidade de adsorção de fósforo e, em consequência, uma fraca fertilidade natural (Blancaneaux *et al.*, 1994).

Nas áreas não exploradas, esses solos apresentam características físicas favoráveis, como profundidade, friabilidade e porosidade que, associadas ao relevo, conferem elevada potencialidade para a agricultura mecanizada intensiva, após correção de suas deficiências químicas. No entanto, de sua incorporação ao processo produtivo decorrem modificações do solo, que se manifestam por degradação estrutural importante, uma diminuição do teor de matéria orgânica e uma evolução desfavorável das propriedades físico-hídricas.

Os sistemas agrícolas convencionais, utilizados na região de Cerrados, são tidos como responsáveis pela redução da capacidade produtiva das culturas, resultada da utilização intensiva e contínua de implementos agrícolas, quase sempre impróprios. A adoção de sistemas alternativos, como o plantio direto na palha, associados a outras práticas agroecológicas (rotação de culturas, culturas de cobertura, manejo integrado de pragas, doenças e ervas daninhas, utilização racional de pastagens, etc.) é apresentada como uma opção para uma produção agrícola sustentável nos Cerrados.

Para viabilizar a utilização dessas práticas é necessário o aperfeiçoamento de técnicas de manejo do solo e das culturas (Freitas & Blancaneaux, 1992). Também, é necessária a proposição de métodos alternativos para a caracterização da condição estrutural do solo, vista como um indicador da sustentabilidade dos sistemas propostos, especialmente em relação às características físicas, químicas e da dinâmica da matéria orgânica. Nesse contexto, a análise morfoestrutural é proposta como uma ferramenta que permite o estudo dos efeitos da utilização agrícola dos solos dos Cerrados, a partir do conhecimento detalhado de seu estado estrutural e da racionalização das determinações e interpretações de suas características.

O método, adaptado e proposto por Blancaneaux *et al.* (1991) a partir dos princípios de descrição de perfis pedológicos e do perfil cultural (Gautronneau & Manichon, 1987), se baseia na identificação morfológica (análise estrutural) de diferentes compartimentos ou horizontes pedológicos, que compreendem um conjunto bem definido de Unidades Pedológicas Homogêneas (U P H). O objetivo é a caracterização morfo estrutural e físico-hídrica dos diferentes compartimentos, reconhecidos durante o estudo de perfis representativos de diferentes situações de manejo do solo e das culturas, com ênfase ao estado de desenvolvimento estrutural, à atividade biológica, e ao desenvolvimento e orientação dos sistemas radiculares. O conjunto dos resultados, confirmados por diversas determinações realizadas no campo (penetrometria, infiltração de água e perfil hídrico), permite o estabelecimento das relações entre a condição es-

trutural do solo e o desempenho das culturas.

A descrição é complementada por diferentes determinações em laboratório, realizadas em amostras representativas, considerando as variações laterais existentes, tais como: a) caracterização dos constituintes do solo, incluindo acidez, reservas minerais, complexo de troca catiônica, complexo orgânico (C, N e frações de matéria orgânica), granulometria e mineralogia; b) organização dos componentes do solo pelo exame de agregados e de lâminas delgadas; c) caracterização do espaço poral (porosidade total e da distribuição de tamanho de poros) realizada por diferentes métodos complementares, como a curva de retenção de água, intrusão de mercúrio, curva de retração e micromorfologia; d) estabilidade da estrutura, pela determinação da distribuição de agregados estáveis em água, e da argila naturalmente dispersa (Freitas & Blancaneaux, 1994; Braudeau, 1993).

Visando a discutir a viabilidade de utilização do método de análise morfo estrutural, uma série de resultados são apresentados, assim como algumas interrelações estudadas, tendo como referência diferentes situações, como vegetação natural, pastagem de longa duração e sistemas convencional e alternativo de manejo do solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram escolhidas áreas em um Latossolo Vermelho-Escuro argiloso distrófico, relevo suave ondulado com as seguintes situações:

1. C E R (cerrado): vegetação de campo-cerrado natural antropizado com a introdução de bovinos na estação seca (Estação Experimental F. M. Carneiro / EMGOPA).
2. P A L (pastagem longa duração): pastagem de *Brachiaria brizantha*, cinco anos após renovação, com manejo racional evitando sua degradação (Estação Experimental de Senador Canedo / EMGOPA).
3. C C L (cultura convencional): cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris*) irrigado (pivô-central), após cinco anos de sucessão milho-feijão, com utilização de grade pesada (profundidade de 10 a 15 cm) e grade niveladora, com incorporação de herbicida (trifluralina).
4. P D (plantio direto): plantio direto da cultura de feijão irrigado (mesma condição que CCL) sobre resíduos de milho, com aplicação de herbicida não seletivo, pós-emergente.

Para as situações CER e PAL foram selecionadas áreas representativas, com histórico de manejo conhecido; enquanto que, para CCL e PD, parcelas em experimento conduzido pelo C N P S - EMBRAPA, antiga Coordenadoria Regional do Centro-Oeste, na Estação Experimental F. M. Carneiro-EMGOPA em Goiânia (GO). Na escolha do local para descrição do perfil foram realizadas observações detalhadas em cada área em relação ao ambiente geo-morfo-pedológico e à cobertura vegetal (Blancaneaux *et al.*, 1991).

TABELA 1 - Descrição morfo-estrutural simplificada dos solos nas diferentes situações estudadas.

		CER		PAL		CCL		PD	
Situação de referência		CERRADO NATURAL		PASTAGEM LONGA DURAÇÃO		CULTURA CONVENCIONAL		PLANTIO DIREITO	
Cobertura		Vegetação Natural		<i>Brachiaria brizantha</i>		Feijão Irrigado ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )		Feijão Irrigado ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	
Compartimentos ou Horizontes Pedológicos	I II III IV V	A <sub>1</sub> : 0 - 8 cm A <sub>2</sub> : 8 - 30 cm BA: 30 - 56 cm Bw: 56 - 100 cm	Ap <sub>1</sub> : 0 - 5 cm Ap <sub>2</sub> : 5 - 25 cm BA: 25 - 45 cm Bw: 45 - 100 cm	Ap <sub>1</sub> : 0 - 5 cm Ap <sub>2</sub> : 5 - 12 cm AB: 12 - 30 cm BA: 30 - 50 cm Bw: 50 - 100 cm	Ap <sub>1</sub> : 0 - 8 cm Ap <sub>2</sub> : 8 - 25 cm AB: 25 - 32 cm BA: 32 - 55 cm Bw: 55 - 100 cm				
Manchas		em A <sub>2</sub> (concentração de matéria orgânica)	-	em AB (mistura de Ap <sub>2</sub> e BA)	em AB e BA (mat. orgânica localizada)				
Estado Estrutural <sup>1</sup>	I II III IV V	<b>Grumoso</b> (solto) <b>Bl. subang.</b> (frágil) [subangular] <b>Bl. subang.</b> (frágil) [granular] <b>Bl. subang.</b> (frágil) [granular]	<b>Grumoso</b> (solto) <b>Bl. subang.</b> (frágil/moder.) [bl. subangul.] <b>Bl. subang.</b> (frágil/moder.) [granular] <b>Bl. subang.</b> (frágil) [granular]	<b>Bl. subangular e grumoso</b> [grumoso] <b>Bl. subang.</b> (moderada) [subangular] <b>Bl. angular</b> (moderada) [angular] <b>Bl. angular</b> (moderada) [granular] <b>Bl. subangular</b> (frágil) [granular]	<b>Bl. subangular e grumoso</b> [grumoso] <b>Bl. subang.</b> (moderada) [subangular / angular] <b>Bl. subangular</b> (moderada) [granular] <b>Bl. subangular</b> (frágil) [granular] <b>Bl. subangular</b> (frágil) [granular]				
Porosidade		muito poroso (todo o perfil); poros finos/médios em A <sub>2</sub> ; finos em BA (raízes e atividade biológica); finos em Bw	muito poroso; finos/médios em Ap <sub>2</sub> (raízes) e em BA; finos em Bw	muito poroso em Ap <sub>1</sub> e Ap <sub>2</sub> ; poroso em AB (finos/médios - ativ. biológica); muito poroso em BA e em Bw (finos)	muito poroso; finos/médios até 32 cm (ativ. biológica); finos abaixo.				
Raízes		<b>muito freqüente e sem orientação até 30 cm;</b> comum, finas e verticais abaixo	<b>muito freqüente e sem orientação até 45 cm;</b> comum, finas e verticais abaixo	<b>muito freqüente e horizontal até 12 cm;</b> concentrada na linha de semeadura; poucas, finas e verticais em AB (em fissuras)	<b>muito freqüente e vertical até 25 cm</b> (finos/médios); comum, finos e verticais abaixo				
Matéria Orgânica		forte, decomposta e humificada até 30 cm, comum abaixo	forte, decomposta ou não (raízes) até 25 cm, humificada abaixo	forte e em decomposição até 12 cm; muito pouco e humificada abaixo	forte e em decomposição na superfície; forte e decomposta até 32 cm.				
Atividade Biológica		muito forte até 8 cm; forte até 56 cm e comum abaixo	muito forte até 25 cm; forte e localizada abaixo	comum até 12 cm, pouco abaixo	muito forte até 70 cm				
Observações	compactação enraizamento gerais variação lateral	compartimentos não compactados concentrado em A <sub>1</sub> e A <sub>2</sub> macro-estrutura muito frágil em todo o perfil sem variação lateral	compartimentos não compactados; forte coesão em BA forte enovelamento em Ap <sub>1</sub> macro-estrutura de BA e Bw muito frágeis sem variação lateral importante	compactação forte em AB (12 a 30 cm) concentração na linha de semeadura torrões compactados em Ap <sub>2</sub> variação lateral devido à linha de semeadura	pouco compactado (forte coesão em AB) nodulação forte variação lateral devido à linha de semeadura				
Resist. à penetração (micro-penetrômetro horizontal)	I II III IV V	Valor Uv 3,5 22 5,0 30 13,0 22 7,3 30	Valor Uv 6,8 34 11,8 28 5,4 30	Valor Uv 8,2 34 90,3 33 28,3 30 5,4 30	Valor Uv 20,1 34 8,8 38 4,0 30				

<sup>1</sup> anotação do tipo (em negrito) e grau de desenvolvimento (entre parênteses) das UPHs (macroestrutura), e do tipo de sub-estrutura [entre chaves]

<sup>2</sup> média de cinco leituras - valores em kg/cm<sup>2</sup> e umidade volumétrica (Uv) em cm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O / cm<sup>3</sup> solo seco.

## RESULTADOS

Os diferentes aspectos observados durante a análise morfo estrutural são apresentados, de forma simplificada, na Tabela 1. Considerando o histórico de uso e de manejo de cada área, a condição de vegetação natural foi selecionada como base para evidenciar importantes modificações das características do solo pela descrição do estado da macro estrutura. Esta se apresenta frágil em CER, evoluindo para um estado de melhor definição das UPH sob pastagem (PAL) e sob cultivo intenso (CCL e PD). O tipo de UPH e a resistência à penetração evidenciam um aumento importante de coesão em AB sob manejo convencional (CCL), mais fraca em  $A_p_2$  no sistema alternativo (PD) e sob pastagem (PAL). Este aspecto define o comportamento do solo sob diferentes condições de umidade durante o período de crescimento das culturas, podendo significar uma melhoria da condição estrutural.

Constituem também indicadores importantes da condição estrutural do solo a presença de diferentes formas de matéria orgânica, indicada pela cor (bruna para A,  $A_p$  e AB, vermelha para BA e Bw), a presença e orientação de raízes e de porosidade, a intensidade da atividade biológica, além da observação da intensidade e estabilidade da micro estrutura.

A confirmação das observações foi realizada em amostras representativas coletadas em horizontes selecionados. A caracterização da distribuição de volumes de sólidos (baseada na textura e densidade aparente) e de vazios (baseada na curva de retenção de água) é apresentada na Figura 1. As diferenças mais importantes são observadas no volume total de poros e de poros de diâmetro equivalente ou maior que 50  $\mu\text{m}$ , responsáveis pela aeração e drenagem rápida. Comparando as situações, é possível observar um adensamento natural nos horizontes superficiais ( $A_1$  e  $A_2$ ) em CER, o qual se identifica com o cultivo (PAL, CCL e PD).

Uma determinação mais detalhada do espaço poral foi possível com a intrusão de mercúrio em pequenos agregados (2 a 3  $\text{cm}^3$ ), apresentada na figura 2 pelo espectro de porosidade (incremento de volume por classe de diâmetro de poros). Identificam-se três classes de porosidade: a) a intra-microagregados (0,006 a 0,2  $\mu\text{m}$ ), referente aos poros originados do arranjo de constituintes finos (argila, óxidos e compostos orgânicos), diferente apenas em PAL, que apresenta relação argila/areia fina mais baixa; b) a inter-microagregados, resultante da organização de elementos grosseiros e micro-agregados (0,2 a 10  $\mu\text{m}$ ); c) as cavidades, fissuras e canais de atividade biológica (10 a 400  $\mu\text{m}$ ), responsáveis pela aeração, drenagem e crescimento de raízes. Nessa última, encontram-se as diferenças mais importantes quando comparados os horizontes superficiais ( $A_p_2$  e AB) e sub-superficiais, com ênfase aos espectros encontrados em CER.

O estudo do espaço poral, complementado com observações micro morfológicas, permitiu verificar uma concordância com os aspectos descritos na análise morfo estrutural (Tabela 1). Um exemplo é o adensamento observado nas situações sob pastagem e sob cultivo intensivo. A compactação descrita em CCL foi confirmada como sendo causada por

uma forte coesão do solo em AB, com as mesmas características do espaço poral de outras situações. Em PAL e PD observa-se uma coesão mais fraca que a associada à continuidade de poros e à maior espessura de  $A_p_2$ .

A organização do solo sob cultivo intensivo irrigado sugere que sistemas alternativos, como o plantio direto (PD), podem conduzir a uma melhor condição estrutural do solo, expressa agronomicamente pelo melhor desempenho das culturas instaladas em relação à produtividade (Teixeira *et al.*, 1995; Blancaneaux & Freitas, 1995).

## CONCLUSÕES

O estudo realizado nessas quatro situações de manejo apresentadas mostra que a análise morfo estrutural permite uma melhor apreciação das modificações estruturais do solo. Constitui, portanto, uma importante ferramenta para a avaliação de efeitos de diferentes sistemas de manejo do solo e das culturas, permitindo a compreensão das diferenças de comportamento sob cultivo e sob diferentes cenários climáticos.

Ao lado da organização do solo, o método inclui a observação detalhada do crescimento de raízes e da atividade biológica, que, uma vez reunidas, constituem uma importante ferramenta para o diagnóstico do impacto de sistemas agrossilvipastoris nas características dos solos e para a identificação dos processos de degradação estrutural. Por consequência, constitui um importante indicador da sustentabilidade desses sistemas, em especial quando envolvem o uso de práticas agro ecológicas alternativas.

Ressalta-se a importância da análise para a identificação dos diferentes compartimentos do solo, permitindo uma amostragem mais representativa e uma melhor interpretação de resultados. O método mostra-se útil para a verificação e compreensão dos efeitos de diferentes sistemas agrossilvipastoris em experimentos conduzidos em propriedades rurais, assim como em experimentos de longa duração, viabilizando as novas abordagens propostas para a pesquisa agropecuária.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração, entre outros, dos pesquisadores e técnicos pela realização das determinações analíticas: Wilson Santana de Araujo, Washington de O. Barreto, Marie Elisabeth C.C. Melo, José Lopes de Paula, e Daniel Vital Peres (CNPS-EMBRAPA, Rio de Janeiro, RJ); Hélio Afonso de Menezes (EMGOPA, Senador Canedo, GO); J. Fardoux, E. Gavinelli; M.C. Larry-Larrouy, e J.-C. Marcourel (LCLC/ORSTOM, Montpellier, França); M. Fortier (Lab. Physique du Sol/CIRAD, Montpellier, França); G. Bellier e J. Dellariviere (LFS/Hydrophysique/ORSTOM, Bondy, França); e, Dalmiron Pereira de Oliveira (Bolsista, Estudante Eng. Agrônoma, UFG-EA, Goiânia, GO).

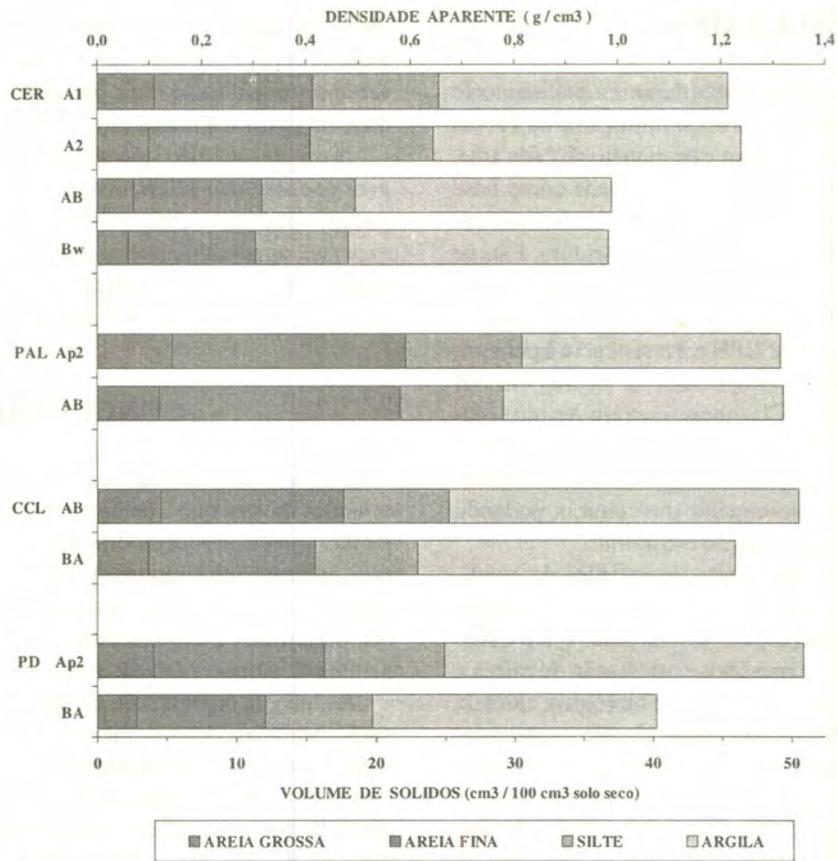
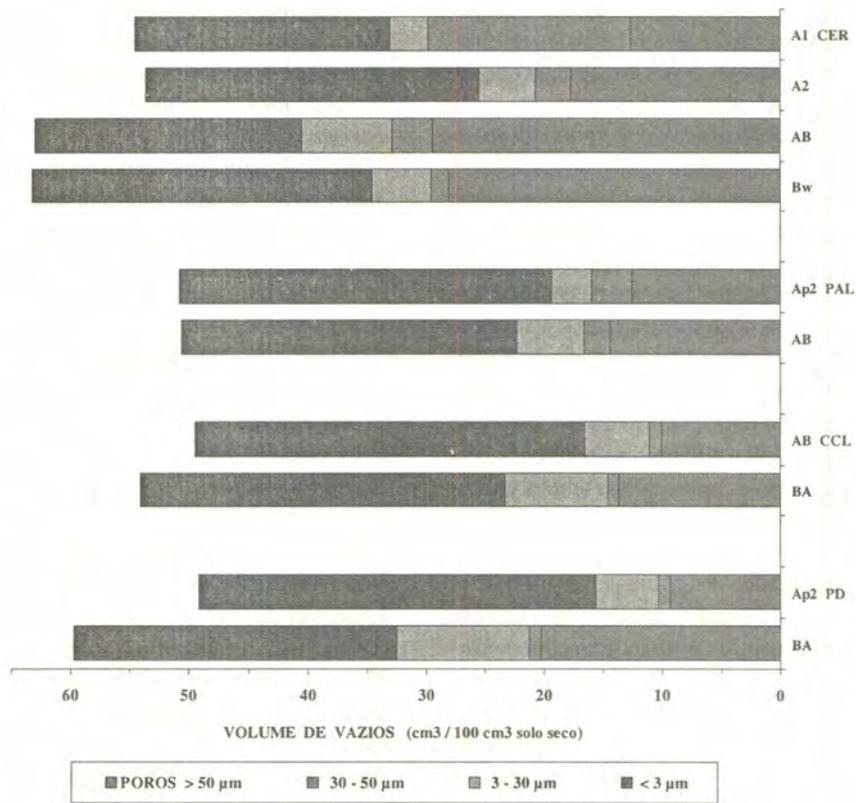


FIG. 1 - Distribuição de volume de determinada em cilindros de 100 cm<sup>3</sup>



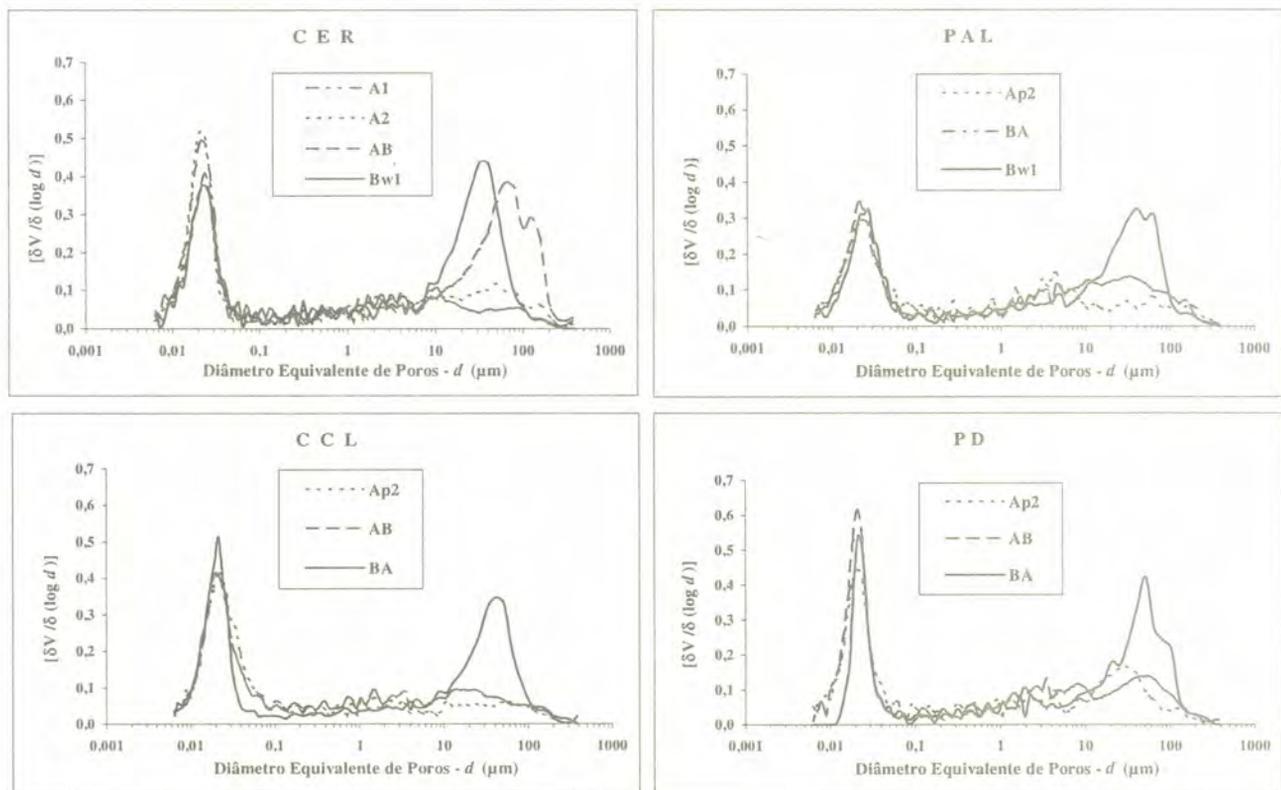


FIG. 3 - Espectros de porosidade obtidos pela técnica de intrusão de mercúrio.

## LITERATURA CITADA

- BLANCANEUX, P.; FREITAS, P.L. de. Utilisation de l'analyse morphostructurale dans les recherches agropédologiques développées dans les Cerrados du Brésil Central. Un exemple d'application: Le semis direct sur la paille comme système cultural alternatif viable. *In: Structure et Fertilité des Sols Tropicaux*. Montpellier: ORSTOM, 1995. **Résumé** du 2eme. Réunion du Groupe Thématique, ORSTOM, 1994.
- BLANCANEUX, P.; P.L. de FREITAS; R.F. AMABILE. Sistematização e adaptação da metodologia para caracterização do perfil cultural. *In: REUNIÃO DE TRABALHO PARA CORRELAÇÃO DOS ESTUDOS EM PERFIL CULTURAL*. Londrina: UEL/CCA, 1991.
- BLANCANEUX, P.; FREITAS, P.L. de; AMABILE, R.F.; CARVALHO, A.M. de. Le "zerotillage" comme pratique de conservation des sols sous végétation de "cerrados" du Brésil. *Cahiers ORSTOM, série Pédologie, Spécial Erosion*, Montpellier, 1994 (no prelo).
- BRAUDEAU, E. Mesure automatique de la rétraction d'échantillons de sol non remaniés. *Sci. du Sol*, v.25, n.2, p.85-93. 1993.
- FREITAS, P.L. de; BLANCANEUX, P. Sistemas agroecológicos integrados. *Informativo AEAGO*, Goiânia, v.1, n.3, p.2, 1992.
- FREITAS, P.L. de; BLANCANEUX, P. Estrutura e porosidade do solo. *In: PUIGNAU, J. ,ed., Metodologias para investigacion en manejo de suelos*. Montevideo: IICA-PROCISUR, 1994. (Diálogo/IICA-PROCISUR, 39). p. 25- 42.
- GAUTRONNEAU, Y.; MANICHON, H. *Guide méthodologique du profil cultural*. Paris: Geara et Ceref, 1987. 71 p.
- TEIXEIRA, S.M.; FREITAS, P.L. de; LANDERS, J.N.; BLANCANEUX, P.; MILHOMEN, A. Les effets économiques et pédologiques du semis direct dans les savanes brésiliennes Cerrados. Une technique agricole qui améliore la durabilité d'un système cultural. *In: L'environnement Humain de L'érosion*. Paris: ORSTOM, 1994. p. 300-316. **Résumé** du Journée du Réseau Erosion, ORSTOM, 1995.

**Silvicultura e Melhoramento  
Florestal**

*Silviculture and Forestry  
Breeding*

# AVALIAÇÃO DE PROCEDÊNCIAS E PROGÊNIAS DE *Pinus patula* ssp. *tecunumanii* AOS 115 MESES DE IDADE, EM PLANALTINA-DF

VICENTE P.G. MOURA<sup>1</sup>, JOÃO REZEK JUNIOR<sup>2</sup> e JOSELITO B. OLIVEIRA<sup>2</sup>

## RESUMO

*Pinus patula* ssp. *tecunumanii* também conhecido por *Pinus tecunumanii*, originário das montanhas da América Central e sul do México vem se destacando em diversas partes do mundo pelo rápido crescimento, alta sobrevivência, boa qualidade de tronco e madeira, quando comparado com as espécies já tradicionalmente plantadas em regiões tropicais e subtropicais. Objetivando a formação de uma população base desta espécie, com material genético adaptado às condições ambientais dos Cerrados, avaliou-se a variabilidade fenotípica e genotípica de oito procedências e 42 progênies de polinização aberta, provenientes da Guatemala e Honduras. Foram avaliadas ao longo de 115 meses, as características de altura, diâmetro à altura

do peito (DAP) e sobrevivência. A nível de progênies todas as características avaliadas mostraram diferenças significativas, entretanto, a nível de procedências só houve diferença significativa em altura. As avaliações de crescimento e sobrevivência das progênies permitiram verificar, através de estimativas dos parâmetros genéticos e da herdabilidade, a existência de possibilidades de ganhos genéticos com conseqüente aumento em produtividade mediante seleção do melhor material para a região dos cerrados do Distrito Federal.

**Palavras-chave:** Teste de procedências, teste de progênies, parâmetros genéticos, herdabilidade, *Pinus*, *Pinus tecunumanii*, cerrado.

## ABSTRACT

### Evaluation of provenances and progenies of *Pinus patula* ssp. *tecunumanii* at 115 months of age, in Planaltina-DF

*Pinus patula* ssp. *tecunumanii* known also as *Pinus tecunumanii*, occurs naturally in southern Mexico and mountains of Central America. It has shown a growth potential, good form, high survival rate and worthy wood characteristics in different parts of the world, when compared with other *Pinus* species commonly used in plantations in tropical and sub-tropical areas. The basic objectives of this work was the selection of the best genetic material adapted to the "cerrado" conditions based on growth and survival rate to form a genetic basic population. For that, both the phenotypic and genotypic variation were evaluated in eight provenance and 42 open-pollinated progenies, from Guatemala and Honduras.

The work was carried out along 115 months, in which height, diameter at breast height (DBH) and survival were evaluated. The results showed that significant differences were detected for height means between provenance and for all characteristics at progeny level. Meaningful genetic gain can be expected from the calculated genetic parameters, for all characteristics studied with the subsequent increment of productivity through selection of the best genetic material for the "cerrados" of the Federal District, Brazil.

**Additional index words:** Provenance test, progeny test, genetic parameters, heritability, *Pinus patula*, *Pinus tecunumanii*, savanna.

<sup>1</sup> Engenheiro Florestal, PhD, EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil. Email-vmoura@cpac.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro Florestal, Bolsista CNPq, EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil. Email-rezek@cpac.embrapa.br e joselito@cpac.embrapa.br

## INTRODUÇÃO

*P. patula* ssp. *tecunumanii* ocorre naturalmente nas montanhas da América Central e do Sul do México, entre as latitudes 13° e 28°N. As melhores populações encontra-se nos solos mais férteis e bem drenados. Essa subespécie possui alto valor econômico, pois atinge 55 m de altura, com pelo menos 30 m de fuste livre de galhos e até 120 cm de diâmetro a altura do peito (DAP). A forma do tronco é cilíndrica e sua copa compacta. (Eguiluz-Piedra & Perry, 1983).

Resultados de testes de espécies de *Pinus* tropicais, realizados em diversos países e também no Brasil, inclusive na região dos cerrados, mostram que procedências de *P. patula* ssp. *tecunumanii* destacam-se entre as melhores, tanto em crescimento como na forma do tronco e com densidade da madeira superior a outras espécies testadas (Dvorak, 1985; Wright *et al.*, 1986.a; Wright *et al.*, 1986.b; Wright *et al.*, 1988; Wright *et al.*, 1989; Birks & Barnes, 1990; Wright *et al.*, 1992; Lima, 1991; Moura & Santiago, 1991).

Apesar do excelente potencial do *Pinus patula* ssp. *tecunumanii*, grandes plantios comerciais com este material ainda são raros, devido principalmente a pouca oferta de sementes e o pouco conhecimento de suas necessidades silviculturais, principalmente em se tratando de plantios em grande escala. No Brasil, a maioria dos plantios é experimental ou na forma de bancos de conservação genética.

No presente trabalho, analisaremos o comportamento de procedências e progênies de *Pinus patula* ssp. *tecunumanii*, estudando seus caracteres de crescimento e sobrevivência com o objetivo de selecionar material superior para o estabelecimento de áreas de produção de sementes geneticamente melhoradas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O material de *P. patula* ssp. *tecunumanii* utilizado no estudo é originário da América Central, mais precisamente da Guatemala e Honduras. Na Tabela 1 estão apresentados os dados geográficos e climáticos das regiões de coleta de

semente.

As sementes foram coletadas de árvores selecionadas fenotipicamente dentro das populações naturais, pela "Central America and Mexico Coniferous Resources Cooperative" - CAMCORE. Houve uma preocupação em se realizar a coleta em indivíduos distantes no mínimo 100 metros entre si, para reduzir o grau de consangüinidade. De cada procedência foram coletadas sementes de 25 a 50 árvores.

Oito procedências e 42 famílias foram utilizadas neste teste, todas de polinização aberta, com número desigual de famílias por procedência, variando de três a dez. Como testemunhas (controle), foram incluídos no teste um lote de semente de *P. oocarpa* Schiede, procedente de Agudos, São Paulo, e dois lotes coletados também pela CAMCORE da mesma subespécie, procedente de Belize, de altitudes inferiores às outras testadas (Tabela 1). Considerou-se cada lote como uma procedência/progênie, totalizando onze procedências e 45 progênies (Tabela 2).

O experimento foi instalado no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CPAC-EMBRAPA), cujas características climáticas e edáficas estão na Tabela 3.

O plantio definitivo das mudas foi realizado em dezembro de 1984. Previamente à instalação do experimento a área foi limpa, seguida de aração e gradagem. Foi feita uma adubação na cova com 100 gramas de superfosfato simples, 40 gramas de cloreto de potássio, três gramas de bórax e dois gramas de sulfato de zinco por cova. No plantio foi aplicado 50% da mistura (72,5 gramas) e o restante 90 dias após, na forma de cobertura.

O modelo experimental utilizado foi o de blocos casualizados, replicado nove vezes, com subparcelas lineares constituídas de seis árvores por família, num espaçamento de três metros entre árvores. As famílias variaram de três a dez por procedência, e as mesmas foram casualizadas e agrupadas por procedência dentro de cada bloco. Bordadura dupla de *P. oocarpa* foi utilizada circundando toda a área experimental.

TABELA 1 - Procedências de *Pinus patula* ssp. *tecunumanii*, com respectivas descrições das regiões de origem.

Local de Origem	País / Estado	Altitude (m)	Latitude	Longitude	Precipitação
Las Trancas	Honduras / La Paz	2075 - 2185	14°07' N	87°49' W	1579 mm
La Soledad	Guatemala / Jalapa	2390 - 2465	14°31' N	90°18' W	1543 mm
San Vicente	Guatemala / Baja Verapaz	1690 - 2200	15°05' N	90°07' W	1700 mm
San Lorenzo	Guatemala / Zacapa	1900 - 2100	15°05' N	89°40' W	1700 mm
San Jerónimo	Guatemala / Baja Verapaz	1620 - 1850	15°03' N	90°18' W	1200 mm
Km 47	Guatemala / Guatemala	2000 - 2200	14°35' N	90°25' W	1543 mm
Km 33	Guatemala / Guatemala	2000 - 2200	14°35' N	90°22' W	1543 mm
Celaque	Honduras / Lempira	1540 - 2030	14°33' N	88°40' W	1273 mm
Camcore	Belize / Cayo	440 - 730	16°58' N	89° W	1558 mm
EMBRAPA	Brasil / São Paulo	550	22°22' S	48°W	1532 mm

**TABELA 2 - Procedências de *Pinus patula* ssp. *tecunumanii*, com respectivas progênies.**

Procedência	Progênies
Las Trancas	217, 222, 231, 235, 239, 244
La Soledad	58, 137, 146, 154
San Vicente	81, 82, 83, 89, 90, 91, 97, 115, 189, 191
San Lorenzo	2, 3, 7, 14, 47, 72, 78
San Jeronimo	10, 35, 36, 101, 905
Kilômetro 47	172, 178, 181
Kilômetro 33	165, 169, 180
Celaque	262, 264, 269, 272
Camcore	200, 206
Embrapa	405

As avaliações foram realizadas ao longo de 115 meses, medindo-se altura total, diâmetro à altura do peito (DAP) e sobrevivência. No teste de procedências, os dados foram submetidos a uma análise de variância usando a média das características avaliadas aos 115 meses. Para tanto, foi utilizado o procedimento **Random** (SAS, 1990) em que todos os efeitos do modelo foram considerados aleatórios (Modelo 1).

#### Modelo 1

$$y_{ijkm} = u... + r_i + p_j + rp_{ij} + f(p)_{k(j)} + e_{ijkm}$$

onde:

u... é a média geral

$r_i$  é o efeito de  $i$  repetições

$p_j$  é o efeito de  $j$  procedências

$rp_{ij}$  é a interação de  $j$  procedências em  $i$  repetições

$f(p)_{k(j)}$  é o efeito de  $k$  famílias dentro de  $j$  procedências

$e_{ijk}$  é a variação residual de  $i$  repetições em  $k$  famílias dentro de  $j$  procedências

Os componentes da análise de variância foram calculados de acordo com a esperança matemática dos quadrados médios estipulado *a priori* para o modelo estatístico proposto no Modelo 1, considerando-se todas fontes de variação. Devido a diferenças do número de progênies dentro de procedências, os graus de liberdade do resíduo utilizados no Teste  $F$  variaram e foram obtidos por aproximação, utilizando-se a técnica proposta por Satterthwaite (1946). Para tanto, foi usado o procedimento "General Linear Model" (GLM) com opção RANDOM, do "Statistical Analysis Systems Institute" SAS (1990).

Uma vez que o objetivo da CAMCORE é selecionar indivíduos superiores para serem incluídos em suas populações de melhoramento, independente de sua origem, o termo procedência foi excluído do modelo geral. Nestas análises foram utilizados os mesmos procedimentos descritos nas análises anteriores, conforme Modelo 2.

**TABELA 3 - Características climáticas e edáficas da área experimental de *Pinus patula* ssp. *tecunumanii*, na EMBRAPA-CPAC, Planaltina, DF, 1995.**

Clima da região (Köppen)	Aw (topical chuvoso).
Temperatura média anual	22,0° C.
Temperatura média do mês mais frio	19,7° C.
Temperatura média do mês mais quente	24,4° C.
Precipitação média anual	1554 mm.
Déficit hídrico	198,2 mm.
Solo	Latossolo vermelho-escuro de baixa fertilidade natural e elevada acidez com concentração de alumínio de média para alta.
Altitude	1100 m.
Vegetação anterior	Cerrado típico.
Coordenadas geográficas	15° 35' 30" S, 47° 42' 30" W.

#### Modelo 2

$$y_{ijk} = u... + r_i + f_j + rf_{ij} + e_{ijk}$$

onde:

u... é a média geral

$r_i$  é o efeito de  $i$  repetições

$f_j$  é o efeito de  $j$  famílias

$rf_{ij}$  é o efeito da interação de  $i$  repetições e de  $j$  famílias

$e_{ijk}$  é a variação residual de  $k$  árvores em  $i$  repetições e  $j$  famílias

A esperança matemática dos quadrados médios foi calculada para as fontes de variação da análise de variância. Para o cálculo da estimativa dos componentes de variância foi utilizado o método TYPE-I, constante do procedimento VARCOMP do SAS (1990). A herdabilidade para todas características foi estimadas da maneira normal, conforme as fórmulas apresentadas abaixo. No cálculo da herdabilidade para a característica sobrevivência foi utilizada a média por parcela, conforme modelo 2, abaixo descrito.

#### Modelo 1

Herdabilidade Individual

$$h^2_i = (4 * \sigma^2_r) / (\sigma^2_r + \sigma^2_{rf} + \sigma^2_e);$$

Herdabilidade da Família

$$h^2_f = \sigma^2_f / (\sigma^2_r + \sigma^2_{rf} / r + \sigma^2_e / nr);$$

Herdabilidade Dentro de Família

$$h^2_w = (3 * \sigma^2_r) / (\sigma^2_{rf} + \sigma^2_e);$$

onde:

$\sigma^2_r$  = Componente da Variância da Família

$\sigma^2_{rf}$  = Componente da Variância da Repetição\*Família

$\sigma^2_e$  = Componente da Variância do Erro

n = Número de Árvores por Parcela

r = Número de Repetições.

#### Modelo 2

Herdabilidade da Família

$$h^2_f = (4\sigma^2_r) / (4\sigma^2_r + \sigma^2_e / r);$$

$\sigma^2_r$  = Componente da Variância da Família

$\sigma^2_e$  = Componente da Variância do Erro

r = Número de Repetições.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância de todos caracteres analisados são apresentados na Tabela 4. Estes resultados mostram que o Teste de *F* foi altamente significativo apenas para altura, mostrando diferença entre procedências, o que em parte pode ser atribuído a efeitos genéticos. As médias gerais das alturas variaram de 12,6 a 14,7 m, com superioridade para as procedências de Celaque e San Jerónimo. Ao contrário, as procedências de Km47 e Km33 apresentaram os menores crescimentos (Tabela 5). Resultados semelhantes foram encontrados por Lima (1991), para esta mesma subespécie na região de Félixlândia-MG (região de Cerrado) e por Dvorak *et al.* (1989), indicando que a nível de procedência não existem evidências da ocorrência de interação genótipo-ambiente. As procedências que mais se destacaram são oriundas de regiões com as menores precipitações.

Para DAP, as médias variaram entre 16,9 cm (Km47) e 19,4 cm (San Jerónimo). A sobrevivência variou de 81,3 a 94,4% (Tabela 5). Estes altos valores de sobrevivência estão de acordo com os encontrados por Moura (1991) em outras regiões do Cerrado.

De forma geral, a procedência de San Jerónimo apresentou os melhores resultados quando comparada a todos os caracteres, enquanto que as procedências Km47 e Km33 apresentaram os piores resultados.

Os resultados das análises de variância para altura, DAP e sobrevivência, nas respectivas idades avaliadas, são apresentados nas Tabelas 6 a 8.

As análises mostram a existência de diferenças altamente significativas para a altura ( $\alpha = 0,1\%$ ) entre as progênies, em todas as idades analisadas. Esta variabilidade indica um

**TABELA 4 - Resultados da análise da variância do teste de procedências de *P. patula ssp. tecunumanii*, referente às características altura total, diâmetro à altura do peito (DAP) e sobrevivência aos 115 meses de idade, em Planaltina,-DF.**

Fontes de Variação	G.L.	Altura Total	DAP	Sobrevivência
		QM	QM	QM
Blocos	8	2.352*	6.718*	0.30619*
Procedências	10	12.725**	19.703ns	0.24036ns
Blocos × Procedências	80	1.236**	2.958ns	0.15674*
Progênies (Procedências)	34	4.199***	17.664***	0.14919ns
Erro	272	0.782	3.77	0.10595
Total	404			
Media Geral		14,01 m	17.97 cm	90.94%
Coefficiente de Variação		6.32 %	10.82 %	24.74%

\* = significante para  $p < 5\%$ ;

\*\* = significante para  $p < 1\%$ ;

\*\*\* = significante para  $p < 0.1\%$ ;

n.s. = não significante para  $p > 5\%$ .

grande potencial de ganhos genéticos no processo de seleção. Aos três meses de idade as progênies que se destacaram foram BR405, SL7 e SL2, sendo estas superiores em até 45% às últimas colocadas, CE262, CE269 e SV82. Na idade de doze meses os destaques ficaram para as progênies LT244, CE272 e SJ101, enquanto as piores foram SL72, K7-178 e K3-165. Para as idades de 27, 36 e 60 meses, nota-se uma tendência na manutenção das taxas de crescimento com algumas alterações na posição de cada progênie, conforme a idade analisada. Entre as melhores progênies destacam-se LT244, SL3, LT235 e SJ101; entre as de desenvolvimento inferior, as progênies K7-178, K3-165, SL72 e K3-169. Na idade de 87 meses, houve inversão de posições, quando a progênie SV82, que era a de menor desenvolvimento aos três meses de idade, apresentou o maior crescimento em altura, seguida pela SJ905 e LT244, enquanto as de menores crescimento foram SL14, CQ206 e K7-178. Aos 115 meses de idade (Tabela 6), destacaram-se as progênies LT244, SJ101, LT235, CE272 e SJ36, sendo estas superiores em até 21% às últimas colocadas K7-172, K7-178 e K7-181. Moraes *et al.* (1990) atribuem essas alterações ao longo do processo de crescimento das árvores às variações no controle genético. Essa diferença de crescimento ao longo do tempo mostra o perigo de se efetuar seleção precoce, devendo-se fazê-la próximo a idade de rotação.

Com relação ao DAP (Tabela 7), os resultados mostram o mesmo comportamento obtido para altura. Aos 27 meses de idade, as progênies que se destacaram em DAP foram CE272 e LT244, enquanto aos 115 meses destacaram-se as de SJ101, SJ36 e LT244. As progênies de menores DAP aos 115 de idade foram SL14, SV90 e K7-178.

**TABELA 5 - Médias dos caracteres analisados das diversas populações de *P. patula ssp. tecunumanii*, aos 115 meses de idade, em Planaltina,-DF.**

Procedências	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivência (%)
BR	14.42	17.4	94.33
CE	14.71	17.8	94.36
CO	14.62	19.4	81.44
CQ	13.04	16.8	81.33
K3	13.12	17.3	89.40
K7	12.61	16.9	82.63
LS	14.06	18.4	93.94
LT	14.26	18.2	92.53
SJ	14.62	19.4	92.93
SL	13.94	17.6	90.39
SV	13.88	17.8	91.44
Média Geral	14.01	17.9	90.90

**TABELA 6 - Resultados da análise da variância do teste de progênie de *P. patula ssp. tecunumanii*, referente a característica altura aos 3, 12 e 27 meses de idade em Planaltina-DF.**

Fontes de Variação	G.L.	Altura aos 3 meses	Altura aos 12 meses	Altura aos 27 meses	Altura aos 36 meses	Altura aos 60 meses	Altura aos 87 meses	Altura aos 115 meses
		QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM
Bloco	8	0.00422*	0.1508*	1.2133*	1.627ns	7.877***	14.82ns	22.36***
Progênie	44	0.03800***	0.4323***	3.1561***	7.419***	13.371***	21.88***	31.13***
Bloco × Progênie	352	0.00196***	0.0607***	0.4062**	0.871***	1.890***	8.95***	4.654***
Erro	2025	0.00083	0.0377	0.3209	0.663	1.439	6.55	3.265
Total	2429							
Média Geral		0.17 m	0.92 m	3.24 m	5.04 m	7.64 m	12.34 m	13.99 m
Coeficiente de Variação		17.14%	21.19%	17.46%	16.15%	15.69%	20.72%	6.32%

\* = significativa para  $p < 5\%$ ;  
 \*\* = significativa para  $p < 1\%$ ;  
 \*\*\* = significativa para  $p < 0.1\%$ ;  
 n.s. = não significativa para  $p > 5\%$ .

**TABELA 7 - Resultados da análise da variância do teste de progênie de *P. patula ssp. tecunumanii*, referente à característica diâmetro à altura do peito (DAP), aos 27, 36 e 60 meses de idade, em Planaltina-DF.**

Fontes de Variação	G.L.	DAP aos 27 meses	DAP aos 36 meses	DAP aos 60 meses	DAP aos 87 meses	DAP aos 115 meses
		QM	QM	QM	QM	QM
Bloco	8	3.344**	12.541***	14.57*	14.759ns	34.45ns
Progênie	44	7.178***	17.983***	36.99***	67.518***	94.60***
Bloco × Progênie	352	1.289**	3.249***	6.561*	13.677*	18.08ns
Erro	1914	1.050	2.478	5.649	11.900	16.03
Total	2318					
Média Geral		3.57 cm	7.06 cm	11.29 cm	15.83 cm	17.97 cm
Coeficiente de Variação		25.77%	22.27%	21.04%	21.78%	22.34%

\* = significativa para  $p < 5\%$ ;  
 \*\* = significativa para  $p < 1\%$ ;  
 \*\*\* = significativa para  $p < 0.1\%$ ;  
 n.s. = não significativa para  $p > 5\%$ .

**TABELA 8 - Resultados da análise da variância do teste de progênie de *P. patula ssp. tecunumanii*, referente à sobrevivência aos 12, 27, 36, 60, 87 e 115 meses de idade, em Planaltina-DF.**

Fontes de Variação	G.L.	Idade em meses					
		12	27	36	60	87	115
		QM	QM	QM	QM	QM	QM
Bloco	8	0.0810ns	0.0540ns	0.1362ns	0.218**	0.289**	0.299*
Progênie	44	0.0551ns	0.1320**	0.1091*	0.110ns	0.142*	0.169*
Erro	352	0.0465	0.072	0.0722	0.0822	0.096	0.117
Total	404						
Média Geral							
Coeficiente de Variação		14.37%	18.75%	18.75%	20.29%	22.52%	26.05%

\* = significativa para  $p < 5\%$ ;  
 \*\* = significativa para  $p < 1\%$ ;  
 \*\*\* = significativa para  $p < 0.1\%$ ;  
 n.s. = não significativa para  $p > 5\%$ .

A sobrevivência aos três meses de idade foi de 100% em todas as progênies, diminuído para 94,6% aos 60 meses. Nessas idades, diferenças significativas entre progênies não foram observadas (Tabela 8). A sobrevivência cafu para valores de 93,2% e 90,9% aos 87 e 115 meses, e diferenças significativas foram observadas, quando as progênies CE264, LT217, SV91, LS146 e SJ35 apresentaram sobrevivência superior em 36% à progênie K7-178, última colocada. As progênies com as maiores sobrevivências não pertencem a uma única procedência. (Tabela 9). As duas testemunhas CAMCORE apresentaram sobrevivência inferiores à da maioria das progênies testadas, situando-se entre as cinco piores, o que demonstra que materiais de regiões de altitude mais elevadas parecem melhores adaptados às condições do Cerrado, julgadas por esta característica. A testemunha *P. oocarpa* apresentou sobrevivência superior à destas e acima da média geral.

Nas maiores idades, as diferenças entre as testemunhas e as outras progênies foram mais evidentes, com superioridade destas últimas em relação às primeiras em todas características.

Analisando o efeito de progênie dentro de procedência, nota-se que o Teste de *F* mostrou-se altamente significativo para altura e DAP e não para sobrevivência, sugerindo a existência de expressiva variação entre as progênies de uma mesma área de origem. Grande parte desta variação pode ser atribuída a efeitos genéticos.

Na Tabela 10 estão os valores da herdabilidade individual ( $h^2_i$ ), da herdabilidade de famílias ( $h^2_f$ ) e da herdabilidade dentro de famílias, em altura, DAP, em todas idades consideradas. Para sobrevivência, apenas a herdabilidade de família ( $h^2_f$ ) é apresentada.

A variância genética e a herdabilidade para o DAP seguem apresentando comportamento similar, mantendo-se com o aumento da idade. Em sobrevivência, a variância genética aumentou bruscamente dos 27 aos 36 meses, mantendo-se estável em seguida. Essa constância com relação às estimativas de herdabilidade deve-se à diminuição relativa da contribuição das variâncias ambientais e das variâncias dentro de progênies, a partir dos 36 meses de idade. Gurgel Garrido & Kageyama (1993) encontraram tendência de queda da herdabilidade para o DAP ao longo do tempo em *P. elliotii* Engelm.

Para altura, a herdabilidade diminuiu ao longo de todo o período analisado. O mesmo aconteceu com variância genética, o que refletiu no aumento das variâncias ambientais e das variâncias dentro de progênies. Moraes *et al.* (1990) encontraram a mesma tendência para o crescimento em altura em *Pinus kesiya* Royle ex Gordon. Esta tendência é comum em espécies florestais, conforme Gurgel Garrido & Kageyama (1993).

Os altos valores de herdabilidade estimados no início do ciclo podem ser um reflexo dos efeitos ambientais, devido à

**TABELA 9 - Médias dos caracteres analisados das progênies de *Pinus patula* ssp. *tecunumanii*, aos 115 meses de idade, em Planaltina-DF.**

Progênies	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivência (%)
LT244	15,9	20,3	94,4
SJ101	15,5	20,8	92,7
LT235	15,4	20,2	87,0
CE272	15,2	19,3	94,3
SJ36	15,2	20,7	90,7
SL2	15,0	19,1	86,9
SL47	15,0	19,3	90,7
SV115	14,7	18,6	96,2
SL3	14,6	19,3	94,4
CO200	14,6	19,5	81,4
CE269	14,6	17,1	92,4
CE262	14,6	16,9	92,6
LS154	14,5	20,0	92,6
SV97	14,5	18,4	92,5
SJ905	14,5	20,0	88,8
BR405	14,4	17,4	94,3
CE264	14,3	17,8	98,1
LT222	14,2	16,8	94,3
SJ10	14,1	17,8	94,4
LS137	14,1	18,6	94,3
SV189	14,1	18,5	92,6
SV83	14,0	18,5	92,6
LS58	14,0	17,8	91,0
SJ35	14,0	17,4	98,1
SV91	14,0	19,3	98,1
SV89	13,9	17,0	88,8
SV82	13,9	17,1	92,6
LT239	13,8	17,0	90,1
SV90	13,6	15,1	92,6
LS146	13,6	17,2	98,1
SL7	13,4	16,2	92,4
SV81	13,4	18,3	81,6
SL72	13,4	17,3	90,1
K3-180	13,3	17,9	92,4
K3-165	13,2	17,6	87,0
LT217	13,2	17,4	98,1
SL78	13,1	17,1	86,9
SL14	13,0	14,7	90,1
LT231	13,0	16,4	90,1
CQ206	13,0	16,6	81,3
SV191	13,0	16,8	87,0
K3-169	12,9	16,4	88,8
K7-181	12,8	17,1	90,1
K7-172	12,6	17,3	94,4
K7-178	12,4	16,1	62,8

**TABELA 10 - Herdabilidade individual ( $h^2_i$ ), de família ( $h^2_f$ ) e dentro de família ( $h^2_d$ ) para o *P. patula* ssp. *tecunumanii*, em Planaltina, DF.**

Caraterísticas	Herdabilidade		
	Individual ( $h^2_i$ )	Família ( $h^2_f$ )	Dentro de Família ( $h^2_d$ )
Altura 3 meses	1.58	0.95	1.96
Altura 12 meses	0.59	0.86	0.52
Altura 27 meses	0.56	0.88	0.50
Altura 36 meses	0.63	0.89	0.56
Altura 60 meses	0.52	0.87	0.45
Altura 87 meses	0.14	0.60	0.11
Altura 115 meses	0.52	0.85	0.45
DAP 27 meses	0.40	0.83	0.33
DAP 36 meses	0.41	0.83	0.34
DAP 60 meses	0.39	0.83	0.32
DAP 87 meses	0.33	0.81	0.27
DAP 115 meses	0.37	0.83	0.30
Sobrevivência aos 27 meses	-	0.77	-
Sobrevivência aos 36 meses	-	0.67	-
Sobrevivência aos 60 meses	-	0.66	-
Sobrevivência aos 115 meses	-	0.64	-

adubação realizada na cova e aos tratos silviculturais efetuados nos três primeiros anos do plantio.

## CONCLUSÕES

O *P. patula* ssp. *tecunumanii* apresentou bom crescimento e alta sobrevivência ao longo de todo o seu desenvolvimento, principalmente em idades mais novas.

Variações significativas entre procedências foram observadas somente para altura. Variações significativas entre as progênes dentro da procedência foram observadas em todas as características estudadas, exceto sobrevivência.

Houve expressiva variabilidade genética entre as progênes para todos os caracteres estudados, possibilitando a obtenção de ganho genético através da seleção das melhores progênes para a região de Planaltina, DF.

As estimativas de herdabilidade e as variâncias genéticas variaram de acordo com a característica e com a idade analisada.

A procedência de San Jerónimo foi a que mais se destacou em todas as características estudadas, exceto sobrevivência.

As progênes LT244, SJ101, LT235, CE272 e SJ36 foram as que mais se destacaram na característica de crescimento.

## LITERATURA CITADA

- BIRKS, J.S.; BARNES, R.D. Provenance variation in *Pinus caribaea*, *Pinus oocarpa* and *Pinus patula* ssp. *tecunumanii*. **Tropical Forestry Papers**, n° 21, p.40, 1990.
- DVORAK, D.W. One-year provenance/progeny test results of *Pinus tecunumanii* from Guatemala established in Brazil and Colombia. **Commonwealth Forestry Review**, v.64, n.1, p.57-65, 1985.
- DVORAK, W.S.; BALOCCHI, C.E.; RAYMOND, R.H. Performance and stability of provenances and families of *Pinus tecunumanii* in the tropics and subtropics. *in*: GIBSON, G.L., GRIFFIN, A.R.; MATHESON, A.C. eds. **Breeding tropical trees: population structure and genetic improvement strategies in clonal and seedling forestry**. IUFRO CONFERENCE, Pattaya, Thailand, 1988. Oxford: Oxford Forestry Institute, 1989. p. 187-196.
- DVORAK, W.S. & ROSS, K.D. Three-year Growth and stability of honduran provenances and families of *Pinus tecunumanii*. **Forest Ecology and Management**, v.63, p.1-11, 1994.
- EGUILUZ-PIEDRA, T.; PERRY, J.P. Jr. *Pinus tecunumanii*: una especie nueva de Guatemala. **Ciencia Forestal**, v.8, n.41, p.3-22, 1983.
- GURGEL GARRIDO, L.M. do A.; KAGEYAMA, P.Y. Evolução, com a idade, de parâmetros genéticos de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*, selecionado para produção de resina. **Revista do Instituto Florestal**, v.5, n.1, p.21-37, 1993.
- LIMA, R.T. Comportamento de espécies/procedências tropicais do gênero *Pinus*, em Felixlândia-MG. Brasil. Região de cerrados 2, *Pinus patula* ssp. *tecunumanii*. **Revista Árvore**, v.15, n.1, p.1-9, 1991.
- MORAES, M.; KAGEYAMA, P.Y.; JACOMINO, A.P. Parâmetros genéticos em progênes de *Pinus kesiya* Royle Ex Gordon, em diferentes idades, na região de Selvíria-MS. *In*: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, SP, 1990. **Anais...** São Paulo, p.496-502.
- MOURA, V.P.G.; SANTIAGO, J. **Densidade básica da madeira de espécies de *Pinus* tropicais determinada através de métodos não-destrutivos**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1991. 14p. (EMBRAPA-CPAC. Boletim de Pesquisa, 33).
- SAS. **SAS/STAT User's guide**, Version 6, 4 ed. NC, USA: SAS Institute Inc., Cary, 1990. v.2.
- SATTERTHWAITE, F.E. An approximate distribution of estimats of variance components. **Biometrics Bulletin**, v.2, p.110-114, 1946.
- WRIGHT, J.A.; GIBSON, G.L.; BARNES, R.D. Provenance variation in stem volume and wood density of *Pinus oocarpa* and *P. patula* ssp. *tecunumanii* in Zambia.

- Commonwealth Forestry Review**, v.65, n.1, p.33-41, 1986a.
- WRIGHT, J.A.; GIBSON, G.L.; BARNES, R.D. **Variation of stem volume and wood density of *Pinus oocarpa* and *P. patula* ssp. *tecunumanii* at Agudos**, São Paulo, Brazil. Piracicaba: 1986b.
- WRIGHT, J.A.; GIBSON, G.L.; BARNES, R.D. Provenance variation in stem volume and wood density of *Pinus caribaea*, *P. oocarpa* and *P. patula* ssp. *tecunumanii* in Puerto Rico. **Turrialba**, v.38, n.2, p.123-126, 1988.
- WRIGHT, J.A.; GIBSON, G.L.; BARNES, R.D. Variacion en volume y densidad de la madera de ocho procedencias de *Pinus oocarpa* y *P. patula* ssp. *tecunumanii* en Conocotto, Ecuador. **IPEF**, Piracicaba, v.41/42, p.5-7, 1989.
- WRIGHT, J.A.; GIBSON, G.L.; BARNES, R.D. Variation of stem volume and wood density in provenances of *Pinus oocarpa* and *Pinus patula* ssp. *tecunumanii* at Nzoia, Kenya. **Commonwealth Forestry Review**, v.71, n.3/4, p.203-206, 1992.
-

# COMPORTAMENTO DA CANDIÚVA (*Trema micrantha*) EM DOIS SÍTIOS E SOB DOIS REGIMES DE NUTRIÇÃO<sup>1</sup>

JOSÉ M. R. FARIA<sup>2</sup> e ANTÔNIO C. DAVIDE<sup>3</sup>

## RESUMO

O plantio e o acompanhamento do comportamento de espécies arbóreas sob diversas condições são fundamentais na escolha de espécies para programas de recuperação de áreas degradadas, recomposição de matas ciliares e plantios em geral. Este trabalho mostra a influência do fertilizante orgânico (esterco bovino) sobre

o crescimento da candiúva (*Trema micrantha* (L.) Blume.) em dois sítios. Três anos após o plantio, os maiores efeitos desse fertilizante foram observados no melhor sítio. A área de copa foi a característica da planta mais influenciada pelo esterco.

**Palavras-chave:** Esterco, compactação, silvicultura

## ABSTRACT

### The behavior of "Candiúva" (*Trema micrantha*) under the effect of two nutritional level and location

Soil temperatures (Ts) at 1, 5 and 10 cm depth were measured before, during and after a prescribed burning in a "campo sujo" vegetation protected from fire for the previous four years. Ts maximum was 52.8 °C at 1 cm, 10 minutes after the fire; 26.5 °C at 5 cm, 90 minutes after

the burning. There was no change observed at 10 cm depth. After the burning the five difference between maximum and minimum values of Ts was 35.3 °C at 1 cm and 12.1 °C at five cm.

**Additional index words:** Savanna, "campo sujo", fire.

## INTRODUÇÃO

A candiúva ocorre, entre outros ambientes, na transição cerrado/mata ciliar (Carvalho, 1994) e é uma das espécies arbóreas pioneiras mais utilizadas em plantios mistos de florestas de proteção. Plantios experimentais devem ser realizados sob diversas condições, visando à obtenção de um maior número de informações, já que devido à interação espécie-ambiente, não se pode extrapolar resultados entre locais com características distintas. Seguindo esse pensamento, foi montado um experimento com candiúva (*Trema*

*micrantha* (L.) Blume.) em dois sítios e com duas adubações (química mais orgânica e somente química). Os objetivos foram o acompanhamento do crescimento em altura, diâmetro do caule e área de copa; comparação do desenvolvimento entre os sítios; e quantificação da influência do fertilizante orgânico sobre o crescimento das plantas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O plantio foi realizado em janeiro de 1992, próximo à

<sup>1</sup> Projeto Mata Ciliar (Convênio CEMIG/UFLA/FAEPE).

<sup>2</sup> Mestrando em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil.

<sup>3</sup> Professor, Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais, Lavras, MG, Brasil.

barragem da Usina Hidrelétrica de Camargos, pertencente à CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais), no Alto Rio Grande, sul de Minas. Os dois sítios, distantes 100 metros um do outro, têm como semelhanças o tipo de solo (latossolo vermelho escuro) e a cobertura vegetal original (cerrado). As diferenças são a declividade (sítio 1 - plano; sítio 2 - 10% de declividade) e o histórico de utilização: o sítio 1 foi submetido a terraplanagem e intenso tráfego de caminhões pesados e máquinas de grande porte, quando da construção da barragem (final da década de 50). O sítio 2 constituía-se de uma área sem indícios de maiores alterações no solo, apresentando, entretanto, alta incidência de capim-gordura (*Melinis minutiflora*). Foram feitas análises de fertilidade e determinação da densidade do solo, visando a quantificar as diferenças entre os dois sítios. O delineamento estatístico adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Cada parcela foi composta por 30 plantas (seis linhas de cinco plantas), sendo medidas as 12 plantas centrais.

O preparo do solo no sítio 1 constituiu-se de subsolagem, gradagem e sulcamento. No sítio 2, apenas gradagem e sulcamento. O espaçamento adotado foi o de 3 x 3 m, e as duas adubações de plantio testadas foram as seguintes, por cova: química (100g de superfosfato simples + 60 g de sulfato de magnésio + 5 g de sulfato de zinco); química mais orgânica (a mesma adubação anterior, acrescida de 3,0 litros de esterco bovino). Foram feitas adubações de cobertura aos 2, 19 e 21 meses com 60 g de sulfato de amônio e 20g de cloreto de potássio/planta. Foram feitas duas capinas manuais por ano. O combate às formigas cortadeiras iniciou-se logo após o preparo do solo, continuando ao longo dos três anos. Foram

realizadas oito avaliações (medições) da altura, diâmetro do caule ao nível do solo e área de copa. Em seguida efetuou-se análises de variância e teste de Tukey a 5%.

## RESULTADOS

Os solos dos dois sítios apresentaram acidez média e baixos teores de nutrientes, sendo que no sítio 1 os valores encontrados foram ainda menores (Tabela 1). Quanto à densidade do solo, o sítio 1 apresentou valores entre 1,5 e 1,4 g/cm<sup>3</sup> da superfície até 1,0 m de profundidade, enquanto que no sítio 2, os valores encontrados foram de 1,2 a 1,0 g/cm<sup>3</sup>.

As plantas no sítio 2, com adubação química mais orgânica, apresentaram os maiores valores de altura, enquanto que no sítio 1, com adubação química, foram verificados os menores valores. As outras duas condições proporcionaram ritmos de crescimento semelhantes (Tabela 2). No primeiro ano, a maior altura média verificada ficou entre 2,00 e 2,21 m, valor muito inferior ao encontrado por Santarelli (1991), em um plantio em Ilha Solteira (SP), em latossolo roxo, quando a candiúva alcançou 6,18 m de altura no primeiro ano.

Os crescimentos em diâmetro do caule e área de copa foram maiores, todo o tempo, nas plantas que receberam adubação química mais orgânica, independente do sítio (Tabela 2). Entre uma avaliação e a seguinte, observou-se algumas vezes uma redução nos valores de área de copa, provocada por seca de ramos.

No sítio 1, as plantas com adubação química mais orgânica apresentaram, aos 14 meses, área de copa igual a 4,60

**Tabela 1 - Resultados parciais das análises químicas dos solos, de 0-20 cm e de 20-40 cm, nos dois sítios.**

CARACTERÍSTICAS	SÍTIO 1		SÍTIO 2	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
pH em água	5,5 AcM	5,5 AcM	5,0 AcM	5,3 AcM
P (ppm)	1 B	1 B	1 B	1 B
K (ppm)	5 B	3 B	28 B	19 B
Ca (meq/100cc)	0,2 B	0,2 B	0,4 B	0,3 B
Mg (meq/100cc)	0,1 B	0,1 B	0,1 B	0,1 B
Al (meq/100cc)	0,1 B	0,1 B	0,7 M	0,4 M
H + Al (meq/100cc)	2,3 B	2,3 B	6,3 A	5,0 M
t (meq/100cc)	0,4 B	0,4 B	1,3 B	0,8 B
S (meq/100cc)	0,3 B	0,3 B	0,6 B	0,4 B
m (%)	24 M	25 M	55 A	47 A
V (%)	12 MB	12 MB	8 MB	8 MB
Matéria Orgânica (%)	0,9 B	0,9 B	3,5 A	3,1 A

OBS: t = CTC efetiva; S = soma de bases trocáveis; m = saturação de alumínio da CTC efetiva; V = saturação de bases da CTC a pH 7; AcM = acidez média; A = alto; M = médio; B = baixo; MB = muito baixo.

Tabela 2 - Valores médios de altura (m), diâmetro do caule ao nível do solo (cm) e área de copa (m<sup>2</sup>) da candiúva dos dois aos 36 meses em dois sítios e sob duas adubações. Sítio 1 = área degradada; sítio 2 = solo natural. Adubação Q = química; adubação Q+O = química mais orgânica.

CARACTERÍSTICA	SÍTIO	ADU- BAÇÃO	IDADE (MESES)							
			2	6	10	14	19	23	27	36
ALTURA (m)	1	Q	0,43	0,93	1,26	1,47	1,66	1,88	1,88	2,08
	1	Q+O	0,53	1,24	1,76	1,94	2,07	2,23	2,30	2,30
	2	Q	0,28	0,93	1,60	1,76	1,90	2,12	2,10	2,39
DIÂMETRO DO CAULE (cm)	2	Q+O	0,39	1,15	2,00	2,21	2,33	2,52	2,56	2,69
	1	Q	0,80	2,80	3,50	4,10	4,40	4,60	4,90	5,40
	1	Q+O	1,00	3,60	4,50	5,20	5,60	5,70	7,00	6,20
ÁREA DE COPA (m <sup>2</sup> )	2	Q	0,50	2,20	3,70	4,80	5,00	5,20	5,50	5,70
	2	Q+O	0,80	3,40	5,10	6,50	6,70	6,80	7,30	7,20
	1	Q	0,09	1,30	2,28	3,13	3,66	4,00	4,66	4,58
	1	Q+O	0,17	1,95	3,32	4,60	5,32	5,75	6,22	5,70
	2	Q	0,03	0,92	2,29	3,33	2,81	3,01	3,52	3,09
	2	Q+O	0,11	1,65	4,08	5,72	5,38	5,36	6,49	5,40

Tabela 3 - Aumentos percentuais verificados aos 36 meses, nos valores médios de altura, diâmetro do caule e área de copa, em função da adição do esterco no plantio.

SÍTIO	CARACTERÍSTICA			MÉDIA
	ALTURA	DIÂMETRO DO CAULE	ÁREA DE COPA	
1	-	15	24	13
2	13	26	75	38
MÉDIA	6,5	20,5	49,5	25,5

m<sup>2</sup>, valor atingido apenas aos 27 meses pelas plantas que receberam adubação química. Já no sítio 2, a área de copa das plantas com adubação química mais orgânica, aos 10 meses, não foi alcançada, até os 36 meses, pelas que receberam apenas a adubação química (Tabela 2), mostrando a importância do esterco ao proporcionar um recobrimento mais rápido e a conseqüente proteção do solo.

As plantas no sítio 1 passaram a apresentar, a partir dos 23 meses, valores de área de copa maiores que os das plantas do sítio 2 (Tabela 2), porém com poucas folhas, o que resultou em copas ralas, com menor eficiência no recobrimento do solo.

A Tabela 3 mostra os aumentos percentuais verificados aos 36 meses nas características avaliadas, decorrentes da adição do esterco no plantio. Observa-se que a área de copa

foi a variável mais sensível à adição do esterco, mostrando um aumento de 49,5% em relação às plantas que receberam apenas a adubação química. Em seguida está o diâmetro, com um aumento de 20,5%, e, por último, a altura, com 6,5% de aumento. O uso do esterco teve maior efeito no melhor sítio (sítio 2), com um aumento de 38% (considerando uma média das três características avaliadas), contra 13% no sítio 1. Como uma média geral, as plantas que receberam adubação química mais orgânica cresceram 25,5% mais que as outras. Na Tabela 3 não foi considerado o aumento percentual na altura das plantas do sítio 1 porque a análise estatística (teste de Tukey a 5%) mostrou não haver diferenças entre os valores mostrados na Tabela 2 (2,08 m e 2,30 m para as adubações química e química mais orgânica, respectivamente).

Durante a estação seca, foi observada a ocorrência de

seca de ramos em plantas dos dois sítios. No sítio 1, isso pode ser creditado à alta densidade do solo, que limita o desenvolvimento do sistema radicular a um menor volume de solo. No sítio 2, onde o solo não se apresentava compactado, a seca de ramos também foi observada, ainda que em menor intensidade. Neste caso, a origem pode estar na competição por água com a vegetação invasora (capim-gordura), que não foi mantida totalmente sob controle com as duas capinas realizadas por ano.

## CONCLUSÕES

Com exceção da altura no sítio 1, as demais características apresentaram, ainda aos 36 meses e nos dois sítios, crescimentos diferenciados em função da adição do esterco no plantio.

A característica mais influenciada pela adição do esterco foi a área de copa, seguida pelo diâmetro do caule e altura. Portanto, em plantios onde se deseja um rápido recobrimento do solo, o uso de esterco é uma boa alternativa.

As copas das plantas do sítio 1 apresentaram-se com poucas folhas (copa rala), diminuindo assim sua capacidade de recobrimento e proteção do solo.

As duas capinas manuais realizadas por ano não foram suficientes para manter o capim-gordura sob controle, devendo, portanto, ser mais frequentes e perdurarem até o fechamento das copas e conseqüente eliminação natural do capim.

## LITERATURA CITADA

- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo, PR: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 674p.
- SANTARELLI, E.G. Comportamento de algumas espécies vegetais na recomposição de matas nativas. *In*: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1991. v.3. p.232-235.
-

# INFLUÊNCIA DA GOMOSE DO EUCALIPTO (PAU-PRETO) NA REBROTA DE PROCEDÊNCIAS DE *Eucalyptus grandis*, EM PLANALTINA-DF, REGIÃO DE CERRADO

VICENTE P. G. MOURA<sup>1</sup>, JOSELITO B. OLIVEIRA<sup>2</sup> e VALDEMIR de M. VIEIRA<sup>2</sup>

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo relacionar a gomose do eucalipto (kino ou pau-preto) com a capacidade de rebrota de 13 procedências de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden, aos 11 anos de idade em Planaltina, DF, área de cerrado. A percentagem de rebrota variou de procedência para procedência, de 13,54 a 53,13% com média de 28,19%. Não foi verificada nenhuma relação entre a incidência de

pau-preto com a capacidade geral de rebrota. A procedência de Whian Whian apresentou o maior percentual de rebrota, 53,13%, enquanto a de West Cabolture apresentou o menor, 13,54%. Tanto a capacidade de rebrota quanto a incidência de "pau-preto" estão mais ligadas às características genéticas da espécie do que influenciadas pelo índice de kino.

**Palavras-chave:** "Kino".

## ABSTRACT

### The influence of the eucalyptus gummosis (kino) at the coppice capacity of provenances of *Eucalyptus grandis*, in Planaltina-DF, "Cerrado" region

The purpose of this work was to study the relationship between eucalypts gummosis ("kino" or "pau-preto") and coppice capacity of 13 provenances of *Eucalyptus grandis* W. Hill. ex Maiden., 11-year-old, at Planaltina, Federal District, wood savanna area. At one year of age, coppice percentage varied among provenances from 13.54% to 53.13%, with an overall mean of 28.93%. No relationship

was detected between gummosis incidence and coppice capacity. Whian Whian provenance showed the highest coppice rate (53.13%) while West Cabolture showed the lowest one (13.54%). Coppice capacity was due to the species genetic characteristics than influenced by kino exudation.

**Additional index words:** "Pau-preto", coppice, savanna.

## INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* destaca-se por possuir espécies de rápido crescimento e com capacidade de regenerar-se através de brotações das cepas. Conforme o destino do povoamento, essas brotações são importantes para manter a produção florestal através de rotação (Simões *et al.*, 1981). Uma

espécie com alta capacidade de rebrota tem influência sobre a produtividade da floresta e sobre o número de cortes econômicos a serem executados. A velocidade de rebrota é outro fator a ser considerado, pois exerce influência na taxa de sobrevivência e no número de tratamentos culturais a serem aplicados (Guimarães *et al.*, 1983).

A capacidade e a rapidez da rebrota *Eucalyptus* spp é

<sup>1</sup> Engenheiro Florestal, PhD, EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil. Email-vmoura@cpac.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro Florestal, Bolsista CNPq, EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil. Email-joselito@cpac.embrapa.br

influenciada basicamente por dois fatores: as condições do sítio e as características da própria espécie. Couto & Gomes (1986) e Guimarães *et al.* (1983) afirmam que a capacidade de brotação, sua rapidez, sobrevivência e crescimento dos brotos, dependem não só da qualidade do sítio como também das características genéticas da espécie e dos seus indivíduos.

Nos planaltos e chapadões dos rios Paracatu e das Velhas (Minas Gerais), *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden apresenta alto índice de mortalidade principalmente após o 5º ano com grande número de indivíduos com sintomas de pau-preto e capacidade de rebrota inferior a 50% (Moura, 1989). O pau-preto é um escurecimento no tronco das árvores de certas espécies de *Eucalyptus*, devido a exsudação de um líquido avermelhado chamado kino (Tippet, 1986). Essa exsudação, quando não associada à danos mecânicos ou à ação de agentes biológicos, é chamada comumente de gomose do eucalipto e é atribuída a distúrbios fisiológicos. De acordo com Moura (1989) e Ferreira (1989), esse problema é de adaptação, e uma solução seria a substituição por outras espécies mais adaptadas às condições locais e imunes a este tipo de problema. Ainda no mesmo trabalho, Moura (1989) afirma que a baixa capacidade de rebrota está relacionada ao longo período de estiagem, comum nos cerrados, onde as populações de *E. grandis* estão sob estresse hídrico. As condições ambientais reinantes nessas regiões são bastante distintas daquelas onde a espécie ocorre naturalmente (Golfari *et al.*, 1978). Apesar de existirem fortes evidências de que o pau-preto cause prejuízos aos plantios, aumentando a mortalidade de indivíduos (Moura *et al.*, 1992), não existe nenhuma comprovação de que os baixos índices de rebrota verificados em algumas regiões dos cerrados estejam ligados a esse distúrbio fisiológico. Dessa forma, fez-se necessário verificar se a rebrota em *E. grandis* é afetada pelo pau-preto.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em experimento instalado em Planaltina, DF. (15° 35' 30" de latitude sul; 47° 42' 30" de longitude oeste, altitude entre 1000 e 1025 m), com rebrotas na idade de doze meses. O solo da área experimental é um latossolo vermelho-amarelo, distrófico álico e moderado sob vegetação de cerrado típico. O clima local é tropical com distribuição irregular de chuvas. Os maiores índices pluviométricos são verificados entre os meses de novembro e fevereiro e os menores entre junho e agosto, com precipitação média anual de 1511 mm. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e 13 tratamentos constando de diferentes procedências de *E. grandis*, parcelas com 49 plantas e espaçamento de três por dois metros, onde as 25 centrais foram consideradas como úteis. Os locais de origens e coordenadas geográficas das procedências de *E. grandis* estão apresentados na Tabela 1. Antes de se efetuar o corte das árvores foi realizado um levantamento do estado fitossanitário verificando-se os problemas de exsudação de kino, conforme metodologia descrita por Moura *et al.* (1992). As árvores de todas as parcela foram abatidas deixando cepas com 20 cm de altura. Seis meses após o corte foi efetuada uma desbrota, deixando-se os caules mais vigorosos, num máximo de três por cepa. Aos doze meses foi realizada uma avaliação do experimento, contando-se o número de rebrotas sobreviventes. Os dados foram submetidos a uma análise de variância, usando-se o SAS (SAS, 1990). Na primeira análise dos percentuais de rebrota somente o Índice de Exsudação de Kino (IEK) foi considerado. Na segunda análise, tanto o efeito das procedências quanto o do IEK foram levados em consideração. Para se avaliar a influência do IEK na brotação dentro de procedências, foram efetuadas correlações, segundo o método de Pearson.

Tabela 1 - Relação de procedências de *E. grandis* com respectivas descrições de origem.

Nº de origem	Procedência	Estado	Latitude	Longitude	Altitude
9583	Ex Kempsey	NSW	30° 48' S	125° 39' W	148m
59	Atherton	QLD	17° 15' S	145° 42' W	650m
60	Credington	QLD	21° 09' S	145° 30' W	700m
11761	Gympie District	QLD	26° 10' S	152° 40' W	400m
10744	East Gympie	QLD	26° 14' S	152° 47' W	400m
11759	West Cabolture	QLD	27° 05' S	152° 40' W	400m
11243	Mebbin State Forest	NSW	28° 27' S	153° 12' W	100m
11244	Whian Whian	NSW	28° 33' S	153° 23' W	300m
9535	Kiogle	NSW	23° 37' S	153° 00' W	152m
11681	Woolgoolga	NSW	29° 32' S	153° 12' W	30m
9575	Ex. Coff's Harbour	NSW	30° 00' S	152° 55' W	100m
9559	Ex Coff's Harbour	NSW	30° 10' S	153° 08' W	90m
—	Kwambonambi	AFS	—	—	—

NSW - New South Wales, Austrália.

QLD - Queensland, Austrália.

AFS - África do Sul.

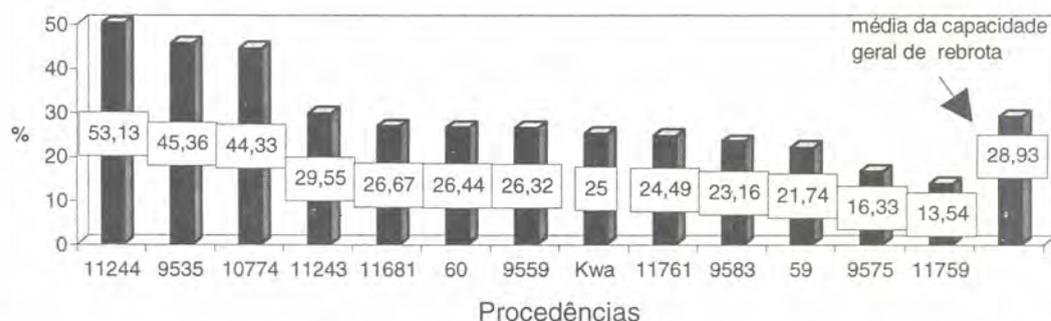


FIG. 1 - Percentual de rebrota aos doze meses de idade de treze procedências de *E. grandis* em Planaltina, DF.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As percentagens de brotação estão apresentadas na Figura 1. O experimento mostrou uma grande variação na capacidade de rebrota entre as procedências, com uma média geral de 28,93%. A procedência com maior índice de rebrota foi a de Whian Whian (11244), com 53,13 %, enquanto a procedência de West Cabolture (11759) apresentou o menor índice (13,54%). A procedência de Atherton (59) apresentou 21,74% de rebrotas, abaixo da média geral.

Independente da procedência, o maior percentual de rebrota foi verificado no IEK = 1 (45,73%) e o menor no IEK = 3 (31,96%), porém não apresentando diferenças significativas entre si (Tabela 2).

TABELA 2 - Percentual de plantas e de rebrota por faixa de índice de exsudação de kino (iek) sem efeito de procedência, em Planaltina, DF.

IEK	Percentual de Rebrota (%)
0	40,63 a
1	45,73 a
2	39,29 a
3	31,96 a
4	39,47 a

\* Valores unidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Ryan-Einot-Gabriel-Welsch a 5% (SAS,1990).

Dentro de procedência, o efeito IEK foi significativo apenas nas procedências de Atherton (59), Ex. Coff's Harbour (9775) e West Cabolture (11759) (Tabela 4). Por exemplo, a procedência de Atherton (59) apresentou 30,77 % de rebrotas no IEK = 0 e 25 % no IEK = 3. Nesta procedência nenhum indivíduo foi classificado no IEK= 4. Nas demais procedências, os percentuais foram variados e não seguiram nenhuma tendência, mostrando não haver influência do IEK sobre a capacidade de rebrota (Tabelas 3). Isto é melhor evidenciado através das correlações efetuadas entre os índices de IEK e os percentuais de rebrota dentro de procedência (Tabela 5).

As procedências de Atherton e East Gympie apresentaram correlações significativas e negativas ( $r = -0,70$   $p > 0,1\%$  e  $r = -0,34$   $p > 5\%$ , respectivamente), demonstrando que para elas existe uma expectativa de diminuição do percentual de rebrota com o aumento do IEK.

Atherton é a procedência mais setentrional da distribuição natural da espécie e a que apresenta o menor número de indivíduos com sintomas de kino. Moura (1992) verificou correlações significativas e positivas entre IEK e a latitude de origem das sementes. Os comportamentos de Atherton e East Gympie contrastam com o das procedências de Mebbin e de Woolgoolga, em que as correlações foram significativas, porém positivas ( $r = 0,54$   $p > 5\%$  e  $r = 0,45$   $p > 5\%$ , respectivamente). Estas duas procedências são oriundas das áreas mais meridionais da ocorrência da espécie, e a primeira apresentou as maiores incidências de kino. Nas demais procedências não ficou evidenciada nenhuma correlação entre a influência dos diferentes níveis IEK sobre a capacidade de rebrota.

Couto & Gomes (1986) e Guimarães *et al.* (1983) comentam que a capacidade de rebrota está mais ligada às características genéticas da espécie do que a outros problemas, o que de certa maneira concorda com os resultados aqui observados, em que a procedência parece ter forte influência entre as relações de IEK e porcentagem de brotação. O baixo índice de brotação verificado nas procedências de *E. grandis* confirmam o observado por Moura (1988) em outras regiões dos cerrados. Este fato juntamente como a exsudação de kino são fortes evidências de uma má adaptação desta espécie às condições ecológicas da região, como também já foi verificado por Golfari *et al.* (1978).

Moura *et al.* (1992) recomendam a procedência de Atherton como a mais indicada para plantios e programas de melhoramento nesta região de cerrado, com base nas características de crescimento, sobrevivência e tolerância ao kino. Entretanto, verificou-se que a rebrota desta espécie foi baixa em relação à desta e de outras espécies de eucalipto no Cerrado e em regiões de mata (Guimarães *et al.*, 1983). Este fato indica que, nos projetos de melhoramento com esta espécie nas condições de teste, a característica rebrota deveria também ser incluída nos processos de seleção.

**TABELA 3 - Percentual de rebrota por nível de índice de exsudação de kino (iek) para treze procedências de *E.grandis* em Planaltina, DF.**

Procedência	Percentual de Rebrota (%)				
	IEK				
	0	1	2	3	4
Atherton	30,77	54,55	0	25,00	0
Credington	35,71	42,86	26,32	28,57	0
Kiogle	25,00	61,11	60,61	36,36	60,00
Ex Coff's Harbour (9559)	22,22	30,77	38,24	25,00	40,00
Ex Coff's Harbour (9575)	0	33,33	25,64	13,79	0
Ex Kempsey	0	50,00	35,29	50,00	100
East Gympie	100	66,67	54,17	25,00	25,00
Mebbin State Forest	0	60,00	70,00	64,29	55,56
Whian Whian	75,00	61,11	70,00	53,33	100
Woolgoolga	0	33,33	24,00	15,79	0
West Cabolture	0	26,32	12,50	18,75	100
Gympie District	55,56	29,41	32,14	18,75	0
Kwambonambi	100	66,67	54,17	25,00	25,00

**TABELA 4 - Resumo da análise de variância para as médias do percentual de rebrotas dentro das procedências.**

Procedência	Fonte Variação	GL	Quadrado Médio	F
Atherton (59)	IEK	4	0,157346955	20,48 ***
	Bloco	3	0,006733316	0,88 n.s.
	Erro	12	0,007683748	
Ex. Coff's Harbour (9575)	IEK	4	0,016212437	13,19 **
	Bloco	3	0,00044532	0,36 n.s.
	Erro	12	0,001228683	
West Cabolture (11759)	IEK	4	0,0009157072	6,36 **
	Bloco	3	0,00095133	0,66 n.s.
	Erro	12	0,001440593	

\* = significativo a 5% ; \*\* = significativo a 1%; \*\*\* = significativo a 0,1%; n.s. = não significativo

**TABELA 5 - Coeficiente de correlações (r) entre o índice de exsudação de kino (IEK) e percentual de rebrota (%REB) de treze procedências de *E. grandis*, em Planaltina-DF, com rebrotas de doze meses de idade.**

Nº de origem	Procedência	IEK / %REB
59	Atherton	- 0.70 ***
60	Credington	- 0.34 n.s.
9535	Kiogle	0.26 n.s.
9559	Ex. Coff's Harbour	- 0.20 n.s.
9575	Ex. Coff's Harbour	0.30 n.s.
9583	Ex Kempsey	0.39 n.s.
10744	East Gympie	- 0.46*
11243	Mebbin State Forest	0.54 *
11244	Whian Whian	- 0.01n.s.
11681	Woolgoolga	0.45*
11759	West Cabolture	- 0.03 n.s.
11761	Gympie District	- 0.23n.s.
—	Kwambonambi	0.42n.s.

Teste de Correlação de Pearson \* = significativo a 5% ;  
\*\*\* = significativo a 0,1%; n.s. = não significativo

## CONCLUSÕES

Não se verificou uma relação entre e o índice de exsudação de kino e a capacidade geral de rebrota.

As relações de IEK e percentual de rebrota variaram de procedência para procedência, mostrando a forte influência da procedência sobre a capacidade de rebrota.

A porcentagem de brotação foi mais baixa do que em outras regiões de cerrado e de mata.

Recomenda-se que, nos projetos de melhoramento, a capacidade de rebrota seja incluída nos processos de seleção.

A capacidade de rebrota está mais ligada a características genéticas das procedências do que influenciada pelo IEK.

## LITERATURA CITADA

- COUTO, L.; GOMES, J.M. Regeneração de povoamentos de eucalipto. **Informe Agropecuário**, v.12, n.141, p.31-35, 1986.
- FERREIRA, F.A. **Patologia florestal**: principais doenças florestais no Brasil. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1989. 570p.
- GOLFARI, L.; CASER, R.L.; MOURA, V.P.G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil**: 2ª aproximação. Belo Horizonte: PRODEPEF, 1978. 66p. (PRODEPEF, Série Técnica, 11).
- GUIMARÃES, D. P.; MOURA, V.P.G.; RESENDE, G.C.; MENDES, C.J.; MAGALHÃES, J.G.R.; ASSIS, T.F.; ALMEIDA, M.R.; SILVA, F.V. Avaliação silvicultural, dendrométrica e tecnológica de espécies de *Eucalyptus*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1983. 21p. (EMBRAPA-CPAC.Boletim de Pesquisa, 20)
- MOURA, V.P.G. Comportamento de espécies/procedências de *Eucalyptus* em Várzea da Palma-MG. Região de transição cerrado-caatinga. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 7, Brasília, DF, 1988. **Savanas**: alimento e energia. Planaltina: EMPRAPA-CPAC, 1988. p.353-372.
- MOURA, V.P.G. A Pesquisa com *Eucalyptus* e *Pinus*. Região de Cerrados [s.n.t.]. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 7, Brasília, DF, 1988.
- MOURA, V.P.G.; SILVA, M.A.; SANTIAGO, J.; CASTRO DE, A.F.S. Comportamento e resistência de *Eucalyptus grandis* à formação de veios de "kino" em Planaltina, DF, área de cerrado. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.24/25, p.19-36, 1992.
- SAS. SAS/STAT. **User's guide**, Version 6. 4 ed. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc., 1990. v.2.
- SIMÕES, J.W.; BRANDI, R.M.; LEITE, N.B.; BALLONI, E A. **Formação, manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento**. Brasília: IBDF, 1981. 131p.
- TIPPET, J.T. Formation and fate of Kino veins in *Eucalyptus* L'Herit. **IAWA Bulletin**, v.7, n.2, p.137-143, 1986.

# COMPORTAMENTO DE CLONES DE SERINGUEIRA EM CAMAPUÃ, ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL

ENY DUBOC<sup>1</sup>, MARIO C. KITAMURA<sup>2</sup> e O. RODRIGUES JÚNIOR<sup>1</sup>

## RESUMO

Um experimento com 25 clones de seringueira (FX 985, FX 2261, FX 3703, FX 3810, FX 3844, FX 3864, FX 3899, FX 3925, IAC 222, IAC 229, IAN 717, IAN 2880, IAN 873, IAN 2878, IAN 2903, IAN 3087, IAN 3156, IAN 3193, IAN 2909, IAN 3044, IAN 6323, IAN 6721, MDF 180, PFB 5, RRIM 600) foi conduzido em Camapuã, Mato Grosso do Sul, com o objetivo de identificar seu comportamento. Em delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições e 20 plantas úteis, para cada repetição, por clone. Os parâmetros avaliados foram altura de plantas, diâmetro do caule, circunferência

do tronco e a espessura da casca após seis anos de crescimento. Verificou-se que apenas os clones FX 985, MDF 180, FX 3864, FX 2261 e RRIM 600 obtiveram, ao sexto ano, mais de 45% de plantas aptas a sangria, ou seja, com 45 cm ou mais de circunferência do tronco a 1,30 m do ponto de enxertia. Ao nono ano atingiram respectivamente 96,5, 92,3, 77,2, 96,1 e 95,6%, sendo que o clone FX 3844, ao nono ano também se destacou atingindo 93,8% de plantas aptas a sangria.

**Palavras-chave:** *Hevea brasiliensis*, seleção de clones, competição de clones.

## ABSTRACT

### Rubber tree clonal adaptation into Camapuã, Mato Grosso do Sul State, Brazil

An experiment with 25 clones of rubber tree (FX 985, FX 2261, FX 3703, FX 3810, FX 3844, FX 3864, FX 3899, FX 3925, IAC 222, IAC 229, IAN 717, IAN 2880, IAN 873, IAN 2878, IAN 2903, IAN 3087, IAN 3156, IAN 3193, IAN 2909, IAN 3044, IAN 6323, IAN 6721, MDF 180, PFB 5, RRIM 600) was conducted in Camapuã, Mato Grosso do Sul, Brazil, to identify their adaptation to the area conditions. The experiment was set on a randomized block design with three replications with 20 plants/replication. An evaluation of the height of the plants, trunk diameter and circumference and

bark thickness after 6 years of growth, indicated that the clones FX 985, MDF 180, FX 3864, FX 2261 and RRIM 600 showed a better performance than the others 45% of the ready for tapping. They showed more than 45 cm of trunk circumference at 1,30 m of the grafting point. After 9 years of growth, there were 96,5, 92,3, 77,2, 96,1 and 95,6%, of plants ready for tapping on these clones, respectively. Another clone, FX 3844 showed at this time 93,8% of the plants ready for tapping.

**Additional index words:** *Hevea brasiliensis* clonal selection, clonal competition

## INTRODUÇÃO

A região Centro-Norte do Estado de Mato Grosso do Sul reúne as condições climáticas favoráveis ao desenvolvimen-

to da seringueira. A baixa umidade relativa do ar, variando de 50 a 60% nos meses mais secos do ano, por ocasião da queda e renovação foliar, tornam mínimas as possibilidades de infecção por fungos (*Mycrocyclusulei*) (Kitamura & Rios, 1989).

<sup>1</sup> Empresa de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural de Mato Grosso do Sul, Rod. MS 080, km 10, Campo Grande, MS 79114-000, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Roraima, Fitotecnia, Av. Princesa Isabel, 1057, Liberdade, Boa Vista, RO 69309-020, Brasil.

**TABELA 1 - Características químicas do solo da área experimental em Camapuã. Campo Grande, MS, 1995.**

pH (em água)	P (mg/dm <sup>3</sup> )	K (mg/dm <sup>3</sup> )	MO (g/Kg)	Al (mmol)	Ca + Mg (c/dm <sup>3</sup> )
4,9	3	30	1,3	8,8	3,6

**TABELA 2 - Experimento de competição de clones em Camapuã. Campo Grande, MS, 1995.**

CLONES DE SERINGUEIRA				
1. RRIM 600	6. FX 2261	11. FX 3899	16. IAN 873	21. IAN 3193
2. IAC 222	7. FX 3703	12. FX 3925	17. IAN 2878	22. IAN 2909
3. IAC 229	8. FX 3810	13. MDF 180	18. IAN 2903	23. IAN 3044
4. PFB 5	9. FX 3844	14. IAN 717	19. IAN 3087	24. IAN 6323
5. FX 985	10. FX 3864	15. IAN 2880	20. IAN 3156	25. IAN 6721

**TABELA 3 - Circunferência do tronco de 25 clones de seringueira do segundo ao nono ano de plantio em Camapuã. Campo Grande, MS, 1995.**

CLONES	CIRCUNFERÊNCIA DO TRONCO (cm)							
	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano
MDF 180	10,85 a	15,04 a	23,41 a	32,65 a	43,22 ab	46,71 ab	49,17 ab	51,46 abc
FX 3864	10,69 a	14,89 a	22,93 a	32,19 ab	42,48 ab	46,00 abc	48,18 ab	51,34 abc
FX 3844	10,30 a	13,72 ab	21,37 abcd	29,34 abcd	40,22 ab	44,45 abc	46,61 abc	52,54 abc
RRIM 600	9,85 ab	14,66 a	21,13 a	31,48 abc	42,19 ab	46,52 ab	48,81 ab	53,85 ab
FX 985	9,75 ab	13,37 abc	21,43 abc	30,61 abc	43,63 a	48,54 a	50,27 a	55,84 a
IAN 2878*	8,82 bc	13,22 abc	20,85 abcd	27,87 abcdef	38,21 abcd	43,11 abcde	45,59 abcd	-
IAN 873*	8,81 bc	12,36 bcd	20,80 abcd	29,02 abcde	40,12 abc	43,90 abcd	45,83 abcd	-
IAC 229*	8,57 cd	11,06 de	17,30 efghi	25,74 bcdefghi	37,83 abcde	42,36 abcde	44,07 abcdef	-
IAN 2880	8,54 cd	11,81 cd	17,49 efgh	21,89 fghi	29,90 f	33,94 g	35,66 g	40,52 c
FX 2261	8,42 cd	13,77 ab	22,11 ab	30,55 abc	42,10 ab	46,01 abc	48,50 ab	54,40 ab
IAC 222	8,33 cd	11,23 de	16,94 efghij	25,89 bcdefgh	38,57 abcd	42,80 abcde	44,38 abcdef	50,18 abc
IAN 3087	8,12 cde	11,97 bcd	18,49 cdef	25,62 cdefghi	37,05 abcde	41,28 bcdef	42,89 bcdef	45,96 abc
IAN 3193	7,65 cdef	10,71 def	16,84 efghij	23,14 defghi	33,63 cdef	38,94 cdefg	41,29 cdefg	47,31 abc
FX 3899*	7,64 cdef	11,96 bcd	19,02 bcde	26,81 abcdefg	38,19 abcd	43,01 abcde	44,74 abcdef	-
IAN 6721*	7,57 def	11,18 de	18,23 defg	26,37 abcdefg	37,27 abcde	41,95 abcde	43,94 abcdef	-
FX 3703	7,41 def	9,89 efg	14,23 hijklm	20,41 ghi	30,94 ef	37,11 defg	39,87 defg	47,44 abc
IAN 717	7,39 def	10,51 defg	15,44 ghijkl	22,72 efg	34,20 cdef	40,74 bcdefg	43,99 abcdef	50,27 abc
IAN 6323*	6,92 efg	9,04 fgh	13,46 klm	19,32 i	29,91 f	36,09 efg	38,71 efg	-
IAN 3156	6,87 fgh	9,77 efg	15,17 ghijkl	20,96 ghi	31,87 def	36,84 defg	38,58 fg	42,68 bc
IAN 3044	6,86 fgh	9,11 fgh	14,05 ijklm	19,42 hi	29,43 f	34,70 fg	36,19 g	43,63 abc
FX 3810**	6,16 ghi	8,84 ghi	16,23 efghijk	-	-	-	-	-
PFB 5	6,15 ghi	9,93 efg	15,39 ghijkl	23,01 defg	36,28 bcdef	42,10 abcde	45,29 abcde	52,32 abc
FX 3925**	5,98 ghi	8,81 ghi	11,52 m	-	-	-	-	-
IAN 2909**	5,71 hi	7,82 hi	13,83 jklm	-	-	-	-	-
IAN 2903**	5,32 i	7,15 i	12,70 lm	-	-	-	-	-

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

(\*) Clone excluído no 9º ano devido a danos causados por fogo.

(\*\*) Clone excluído no 5º ano devido a danos causados pelo ataque de colebroca (*Platyplus mattai* - Brêthes), por ventos e má adaptação.

Entretanto, há que se determinar os clones indicados para esta região, pois, conforme Nascimento (1982), a maioria dos clones de seringueira comporta-se diferentemente, de acordo com o ambiente em que são cultivados. Clones produtivos ou tolerantes a doenças em determinada região podem apresentar comportamento diferenciado em vigor, resistência a doenças, produtividade e outras características secundárias. Liberação de clones resistentes e produtivos, adaptados a diferentes condições edafoclimática tem sido meta básica da pesquisa heveícola (Gonçalves, Cardoso & Sães, 1991).

O objetivo do presente trabalho foi o de identificar clones de seringueira adaptados às condições de Mato Grosso do Sul.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no campo experimental da EMPAER, localizado no município de Camapuã-MS, em um solo classificado como latossolo vermelho escuro, textura média, cujas características químicas encontram-se na Tabela 1.

Predomina nesta área, segundo classificação de Köppen, o clima Aw Tropical chuvoso com nítida estação seca.

O experimento, instalado em 1984, constou de uma competição de 25 clones, mostrados na Tabela 2, em delineamento experimental de blocos ao acaso, em reticulado quadrado triplo, com 3 repetições, em espaçamento de 7,0 m entre linhas e de 3,0 m entre plantas.

**TABELA 4 - Plantas de 21 clones de seringueira aptas a sangria, a partir do sexto ano de plantio em Camapuã. Campo Grande, MS, 1995.**

CLONE	PORCENTAGEM DE PLANTAS APTAS A SANGRIA*			
	6º ano**	7º ano**	8º ano**	9º ano**
FX 985	68,5 a	84,0 a	94,8 a	96,5 a
MDF 180	58,9 ab	78,8 a	93,0 ab	92,3 ab
FX 3864	52,8 ab	74,6 ab	85,4 abcd	77,2 abc
FX 2261	47,3 abc	79,1 a	87,8 abc	96,1 a
RRIM 600	45,6 abcd	74,0 ab	86,8 abc	95,7 a
FX 3844	33,6 abcde	73,3 ab	80,1 abcde	93,8 a
IAN 873***	24,2 bcdef	52,5 abc	66,0 abcdef	-
IAN 717	15,6 cdef	47,1 abc	52,9 cdefg	70,4 abc
IAC 229***	13,2 defg	43,5 abcd	58,4 bcdefg	-
PFB 5	12,8 efg	50,4 abc	56,7 cdefg	92,3 ab
IAN 2878***	10,1 efg	54,1 abc	78,6 abcde	-
FX 3899***	8,3 efg	48,4 abc	64,1 abcdef	-
IAN 6721***	6,5 efg	43,8 abcd	55,1 cdefg	-
IAC 222	5,4 fg	51,6 abc	58,5 bcdefg	76,0 abc
IAN 3087	2,4 fg	29,9 bcd	46,7 defg	71,0 abc
IAN 3193	2,2 fg	24,8 cde	40,6 efg	71,6 abc
IAN 3156	0 g	23,1 cde	31,6 fgh	41,0 cd
FX 3703	0 g	6,5 def	23,8 fghi	50,0 bcd
IAN 6323***	0 g	13,6 cdef	19,1 ghi	-
IAN 3044	0 g	0,6 ef	2,6 hi	58,4 abcd
IAN 2880	0 g	0 f	1,2 i	18,7 d
Média Geral	21,4	40,8	48,6	60,9
DMS a 5%	21,5	28,5	25,3	29,7
CV (%)	32,2	22,4	16,7	16,1

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

(\*) Dados transformados por arco seno da raiz de  $x/100$ .

(\*\*) Médias originais da porcentagem de plantas com 45 cm ou mais de circunferência a 1,30 m acima da união do enxerto.

(\*\*\*) Clone excluído no 9º ano devido a danos causados por fogo.

O vigor das plantas foi avaliado pelo diâmetro do caule, mensurado a 15 cm da união do enxerto, e altura das plantas, aos 6 e 18 meses de idade; circunferência do tronco e espessura da casca, do 2º ao 9º ano de idade, tomadas a 1,30 m acima da união do enxerto. Foram também avaliados os prejuízos causados por coleobroca (*Platypus mattai* - Bréthes), ventos e adaptação dos clones.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de diâmetro do caule, avaliados aos 6 meses de idade, mostraram que não houve diferença significativa en-

tre os clones. Entretanto, aos 18 meses os clones FX 3864, FX 985 e MDF 180 alcançaram os maiores valores, com 30,2, 29,6 e 28,3 mm, respectivamente. Contudo, em relação à altura o clone RRIM 600, aos 6 meses, mostrou tendência para maior crescimento, alcançando o valor de 0,70 m, aos 18 meses esta tendência foi demonstrada pelo clone FX 3864, medindo 2,79 m de altura, igualando-se aos clones MDF 180, FX 3844, RRIM 600 e FX 985.

Por indicar a aptidão de um seringal para o início da sangria, a medida de circunferência do tronco é um parâmetro de alto valor para a avaliar o vigor de um clone. Isso concorda com a afirmativa de Evers (1959), citado por Bahia, Sena-Gomes & Caldas (1979), de que o vigor está positivamente

**TABELA 5 - Prejuízos causados por Coleobroca (*Platypus mattai* Bréthes), ventos e má adaptação nos primeiros 8 anos de crescimento de 25 clones de seringueira, em Camapuã, Campo Grande, MS, 1995.**

CLONE	PREJUÍZOS (% de plantas mortas por clone)*		
	Coleobroca**	Vento**	Má adaptação**
FX 3925	88,8 a	0 f	0 f
FX 3810	49,1 b	0 f	0 f
IAN 2909	27,2 c	2,3 cde	18,2 b
IAN 2880	13,3 d	0 f	0 f
IAN 2903	12,7 d	0 f	27,0 a
IAN 3193	9,0 e	3,6 bcd	3,6 d
IAN 717	8,3 e	0 f	0 f
IAN 3044	5,0 f	3,4 cde	3,3 d
FX 3899	5,0 f	1,6 def	3,3 d
IAN 6323	3,7 f	0 f	0 f
IAN 3156	3,6 f	1,8 def	7,2 c
FX 3703	3,4 fg	1,7 def	1,7 e
PFB 5	2,0 gh	0 f	0 f
MDF 180	1,7 h	3,2 cde	1,7 e
IAC 229	1,6 h	5,0 bc	1,7 e
IAN 6721	0	13,2 a	0 f
FX 3844	0	6,7 b	0 f
FX 3864	0	5,1 bc	0 f
IAC 222	0	1,6 def	3,6 d
FX 985	0	1,6 def	0 f
IAN 873	0	1,2 def	0 f
FX 2261	0	1,0 ef	0 f
IAN 2878	0	0 f	0 f
IAN 3087	0	0 f	0 f
RRIM 600	0	0 f	0 f
Média Geral	2,7	1,9	1,9
DMS a 5%	0,3	0,6	0,2
CV (%)	3,8	10,0	3,7

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

(\*) Dados transformados por raiz ( $x + 2$ ).

(\*\*) Médias originais da porcentagem de plantas mortas em relação ao número de árvores mensuradas.

relacionado com o desenvolvimento transversal do caule e, dessa forma, plantas mais vigorosas são mais precoces.

Os clones, MDF 180, FX 3864, FX 3844, RRIM 600 e FX 985, que apresentaram as maiores circunferências de tronco aos dois anos de idade, com respectivamente; 10,85, 10,69, 10,30, 9,85 e 9,75 cm, mantiveram este comportamento até o 9º ano. Os clones PFB 5 e IAN 2880 apresentaram comportamento diferenciado; o PFB 5 com pequeno desenvolvimento inicial (6,15 cm) atingiu ao 9º ano desenvolvimento mediano (52,3 cm); e o clone IAN 2880 com desenvolvimento inicial mediano (8,54 cm) chegou ao 9º ano com baixo desenvolvimento (40,52 cm), conforme mostra a Tabela 3.

Considerando que um seringueira está apto a entrar em sangria quando 45% das árvores encontram-se com 45 cm ou mais de circunferência a 1,30 m acima da união do enxerto, pode-se observar que apenas os clones FX 985, MDF 180, FX 3864, FX 2261 e RRIM 600 poderiam ser sangrados ao sexto ano (Tabela 4). Isso indica que as condições em que foi desenvolvido o experimento foram as mais favoráveis ao desenvolvimento destes clones. Alguns clones, como IAN 3193 e FX 3703, apresentaram condições de sangria somente aos nove anos de idade; os clones IAN 3156, IAN 6323, IAN 3044 e IAN 2880 não alcançaram aptidão, demonstrando baixa capacidade de adaptação.

Na avaliação da espessura de casca no 6º e 7º ano, os clones IAC 222 e IAC 229 apresentaram-se superiores aos demais, com 6,62 e 6,46 mm, respectivamente. Já ao 8º ano, não diferiram dos clones RRIM 600 e IAN 3193, com 7,97, 7,91, 6,55 e 6,52 mm sucessivamente.

Nos primeiros 8 anos do experimento foram avaliados também os prejuízos causados por coleobroca (*Platypus mattai*, Bréthes), vento e má adaptação (Tabela 5). Com relação à coleobroca, detectou-se sua incidência em 1988, devido a ocorrência de um prolongado período seco. Os clones FX 3925; FX 3810 e IAN 2909 foram severamente afetados com 88,8, 49,1 e 27,2 % de plantas mortas, respectivamente. Na avaliação de danos causados por vento, o clone mais afetado foi IAN 6721, com 13,2% de plantas mortas. Verificou-se que a quebra ocorreu na união do enxerto em praticamente todas as plantas observadas. Os materiais clonais que sofreram maiores perdas por baixo desenvolvimento, ou seja, má adaptação às condições de Camapuã, MS, foram: IAN

2903 com 27,0%, seguido por IAN 2909 e IAN 3156, com 18,2 e 7,2% de plantas mortas, respectivamente.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem concluir, que:

1. Os clones FX 985, FX 2261, RRIM 600, MDF 180, FX 3864 e FX 3844 foram os mais vigorosos, demonstrando precocidade para entrada em sangria.

2. Os clones IAN 3087 e IAN 3193, com desenvolvimento lento, somente apresentaram condições de sangria ao 9º ano.

3. Os clones IAN 2880, IAN 3156, FX 3703 e IAN 3044 apresentaram os piores desempenhos.

4. Os clones FX 3925, FX 3810, IAN 2909, IAN 2880 e IAN 2903 nas condições estudadas demonstraram alta susceptibilidade ao ataque de coleobroca (*Platypus mattai* Bréthes).

## LITERATURA CITADA

- BAHIA, D.B.; SENA-GOMES, A.R.; CALDAS, R.C. Comportamento de clones de seringueira (*Hevea* sp.) no Estado da Bahia. **Revista Theobroma**, Itabuna, v.1, n.1, p.111-117, 1979.
- GONÇALVES, P. de S.; CARDOSO, M.; SAÉZ, L.A. Desempenho de quatro clones de seringueira na região do Vale do Ribeira, SP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.5, p.681-690, 1991.
- KITAMURA, M.C.; RIOS, N.N. **Heveicultura em Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: EMPAER: 1988. 24p. (EMPAER, Documento, 27).
- NASCIMENTO, J.C. Problemática da indicação de clones de seringueira para distintos habitats no território brasileiro: nova estratégia de pesquisa, participação de produtos e maximização da eficiência econômica no processo produtivo. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE RECOMENDAÇÕES DE CLONES DE SERINGUEIRA, 1. Brasília, 1982. **Anais**. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1983. p. 29-36.

# RESISTÊNCIA DE PROCEDÊNCIAS DE *Eucalyptus pilularis* À FORMAÇÃO DE KINO, NO CERRADO

VICENTE P. G. MOURA<sup>1</sup>, YURI L. ZINN<sup>2</sup> e JOSELITO B. OLIVEIRA<sup>2</sup>

## RESUMO

Procedências de *Eucalyptus pilularis* Smith variaram em exsudação de kino, em Planaltina, DF, aos 16 anos de idade. Procedências de Dorrigo e Woolgoolga foram as mais afetadas pelo kino, seguidas por Ilha Fraser, Gallangowan e Bellthorpe. Encontraram-se correlações positivas entre IEK, precipitação do mês mais seco da origem da semente e número de anéis de kino. Procedência de Gallangowan teve

maior crescimento que Ilha Fraser, cuja sobrevivência foi inferior à de todas. Indivíduos variaram quanto a presença de kino. *E. pilularis* deve ser incluído em programas de melhoramento para seleção de indivíduos com tolerância ao kino.

**Palavras-chave:** Eucalipto, exsudação, gomose. : *Eucalyptus pilularis*, kino, procedências, cerrado.

## ABSTRACT

### Resistance of *Eucalyptus pilularis* to kino formation at the "Cerrado" region (wood Savanna land)

Provenances of *Eucalyptus pilularis* Smith varied in kino exudation at 16 years of age, at Planaltina, DF, Brazil. Dorrigo and Woolgoolga provenances were the most affected by kino, followed by Fraser Island, Gallangowan and Bellthorpe provenances. A positive correlation was found between provenance mean IEK, driest month mean rainfall of the seed origin and number of kino rings.

Growth of Gallangowan provenance was superior to Fraser Island, which showed the lowest survival. Individuals showed variation on kino veins. *E. pilularis* should be included in a tree breeding program, for resistance to kino formation.

**Additional index words:** Eucalyptus, exudation provenance, cerradogummosis.

## INTRODUÇÃO

*Eucalyptus pilularis* Smith ocorre naturalmente na Austrália, (Figura 1), onde é considerada uma das mais valiosas espécies para a produção de madeira serrada e polpa de celulose (Boland *et al.*, 1984).

No Brasil, foi introduzida no começo do século, mos-

trando boa adaptabilidade às condições de introdução, não recebendo porém a devida atenção. Resultados de testes de espécies e procedências realizados em várias regiões do país mostraram que a espécie tem bom desenvolvimento nos Cerrados em altitudes superiores a 1000 m, porém em altitudes inferiores apresenta sintomas de exsudação de "kino" (Moura, 1990).

<sup>1</sup> Engenheiro Florestal, Ph.D., EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73300-970 Brasil.

<sup>2</sup> Engenheiro Florestal, - Bolsista Aperfeiçoamento CNPq.

## MATERIAL E MÉTODOS

Nos Cerrados, além de *E. pilularis*, outras espécies apresentam exsudação de kino (Moura *et al.*, 1992). Esse problema aparece por volta dos cinco anos de idade, agravando-se com o tempo (Moura, 1990).

O "kino" é um exsudado fenólico, vermelho-escuro, que surge como resposta fisiológica a agressões mecânicas ou biológicas ao câmbio (Hillis & Brown, 1978). A exsudação em *E. pilularis* acontece por inúmeros pontos no tronco, escurecendo-se em contato com o ar, dando coloração escura a casca (pau-preto).

Dúvidas existem sobre suas causas, porém sabe-se que sua intensidade depende do nível de dano cambial, espessura da casca, vigor da planta, fatores genéticos ou estresses hídricos ou térmicos (Shield, 1995). Em Nova Gales do Sul, *E. grandis* e *E. pilularis* são propensos à formação de kino (Bootle, 1967, citado por Hillis & Brown, 1978). Na Província do Cabo e norte do Transvaal, África do Sul, a ocorrência de kino nesta espécie é pequena em relação à alta intensidade verificada em Zululândia (De Villiers, 1973, citado por Hillis & Brown, 1978). Doran (1975), Dowden (1975) e Moura *et al.* (1992) concluíram que fatores genéticos também influenciam a formação de kino, causando variação a nível de procedências e indivíduos.

O kino causa danos de importância econômica na madeira, sendo a causa mais comum de rejeição da madeira do eucalipto na Austrália (Hillis, 1980) e na Argentina, onde 46 % da madeira de *E. grandis* é rejeitada em serrarias, devido ao problema (Shield, 1995), que afeta também o branqueamento de polpa de celulose (Tippet, 1986).

Este trabalho objetiva verificar diferenças na produtividade e na formação de kino em procedências de *E. pilularis*, visando à seleção de material genético resistente ao problema.

As sementes foram coletadas na Austrália, em latitudes de 25° a 30° S e altitudes de 15 a 750 m. (Tabela 1). A precipitação média anual no local do experimento é de 1577 mm, com déficit hídrico de 144 mm e temperatura média anual de 20,4°C. O solo é um latossolo vermelho-escuro distrófico, sob Cerrado típico. O terreno foi desmatado, arado e gradeado, e as mudas plantadas num espaçamento 3x2 m, em parcelas de 36 plantas com bordadura simples. As covas foram adubadas com 55 g de sulfato de amônia, 80 g de superfosfato triplo, 10 g de cloreto de potássio, 3 g de bórax e 2 g de sulfato de zinco.

O delineamento foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Medições do diâmetro à altura do peito (DAP) e da altura foram realizadas em várias idades. Aos 16 anos, foram avaliados os danos causados pelo kino utilizando-se índices de exsudação de kino - "IEK"-, adaptados da metodologia de Moura *al.* (1992), utilizada para *E. grandis*, devido às diferenças de casca entre as duas espécies.

"0" - Ausência do sintoma, retenção normal da casca até metade da altura;

"1" - Retenção até 75% da altura, pouca exsudação;

"2" - Retenção até 75% da altura, forte exsudação;

"3" - Retenção até 75% da altura, fortíssima exsudação de kino;

"4" - Retenção total da casca, fortíssima exsudação, morte da planta ou ponteiro.

Foram abatidas 54 árvores, representando todos os IEKs por procedência, quando possível, para análise da madeira na altura do peito e da base, visando a correlações entre o IEK e o número de anéis de kino. Análise de variância foi realizada para altura, DAP e volume, em duas idades. Correlações entre % de árvores sadias e dados geográficos, climáticos e de crescimento foram também realizadas.

TABELA 1 - Relação e descrição dos locais de coleta das sementes na Austrália.<sup>3</sup>

Nº da Procedência	Origem/Estado	Lat. (S)	Long. (E)	Alt. (m)	PMA (mm)*	PMS (mm)*
9491	Fraser Island/QLD	25°00'	153°00'	15	1135	34
9492	Gallangowan/QLD	26°30'	152°20'	580	806	29
10698	Bellthorpe/QLD	26°52'	152°52'	532	891	36
10718	Woolgoolga/NSW	29°58'	153°11'	120	1657	77
10845	Dorrigó /NSW	30°09'	152°42'	750	2027	81

<sup>3</sup>PMA - precipitação média anual, PMS precipitação média do mês mais seco.

\* - Valores obtidos das estações meteorológicas locais, próximas ou por interpolação.

**TABELA 2 - Altura, DAP e volume médios por árvore, por procedências de *E. pilularis*, aos 89 e 192 meses, em Planaltina, DF.**

Procedência	Altura (m)		DAP (cm)		Volume (m <sup>3</sup> )		Sobrevivência (%) 16 anos
	aos 89/192 meses		aos 89/192 meses		aos 89/192 meses		
Gallangowan	15,45a	21,19a	16,4 a	25,5a	0,1622a	0,4897a	90,0
Dorrigo	14,32a b	20,09a	14,5 a b	24,6a b	0,1237a b	0,4494a	87,0
Woolgoolga	14,00a b	20,08a	15,4 a b	23,5a b	0,1348a b	0,4197a	75,5
Bellthorpe	13,07a b	19,85a	14,5 a b	23,1a b	0,1231a b	0,3880a	79,6
I. Fraser	12,41 b	19,41a	13,6 b	21,9 b	0,1045 b	0,3539a	35,9

\* Valores unidos pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.

**TABELA 3 - Frequências de Índices de Exsudação de Kino (IEK) por procedência de *E. pilularis*.**

Procedência	IEK 0 (%)	IEK 1 (%)	IEK 2 (%)	IEK 3 (%)	IEK 4 (%)
Bellthorpe	25,6	43,6	25,6	5,1	0,0
Ilha Fraser	14,3	42,8	35,7	7,4	0,0
Gallangowan	13,3	46,7	35,5	2,2	2,2
Dorrigo	5,0	40,0	37,5	15,0	0,0
Woolgoolga	0,0	43,3	43,2	10,8	2,7

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os dados de crescimento e sobrevivência. A procedência de Gallangowan mostrou-se significativamente superior em altura, diâmetro e volume, aos 89 meses de idade, à da Ilha Fraser. Esta apresentou a menor sobrevivência (35%), mostrando-se menos adaptada às condições locais, pois tem origem insular, em condições ambientais bem distintas das do Cerradocerrado. As diferenças encontradas aos sete anos não foram verificadas aos 16 anos, exceto para DAP. Esse comportamento pode ser devido à estagnação geral do crescimento em altura ou a menor competição entre os indivíduos remanescentes da procedência de Ilha Fraser.

Os resultados das avaliações dos IEK são apresentados na Tabela 3. As procedências de Bellthorpe, Ilha Fraser e Gallangowan apresentaram, nesta ordem, as maiores porcentagens de plantas com IEK 0, somando respectivamente 25,6%, 14,3% e 13,3%; enquanto as procedências de Dorrigio e Woolgoolga apresentaram maior número de indivíduos dentro dos IEKs de 1 a 4, com 95% e 100%, respectivamente.

A menor exsudação de kino foi verificada na procedência de Bellthorpe, onde o clima é caracterizado por baixas precipitações médias anuais e no mês mais seco, comparado com o clima dos outros locais. Ao contrário, maior número de indivíduos afetados foi encontrado nas procedências de Dorrigio e Woolgoolga. Nesses locais as precipitações

são mais elevadas, inclusive no mês mais seco. Comparando as condições climáticas dos locais de coleta das sementes com as do experimento, verifica-se que as diferenças são marcantes; porém, as de Bellthorpe e Gallangowan se aproximam mais das do experimento. As correlações entre a % de árvores com IEK = 0 e as características geo-climáticas foram significativas apenas para a precipitação no mês mais seco ( $r = -0,88$ ,  $\alpha = 5\%$ ), reforçando a idéia de que estresse hídrico é um dos fatores responsáveis pela formação de kino em *Eucalyptus*. As procedências mais atacadas foram aquelas cujos climas são mais úmidos, e talvez por isso sejam mais vulneráveis ao déficit hídrico comum no Cerrado.

Hillis (1972) menciona que as diferentes quantidades de kino encontradas entre diferentes grupos de eucaliptos são provavelmente atribuídas a fatores herdáveis. Os resultados aqui obtidos levam para a mesma direção, pois além das diferenças encontradas entre procedências, grande variação foi encontrada na formação de kino a nível individual, tanto nas análises de IEK como nos cortes. Na procedência de Gallangowan verificou-se maior frequência de árvores isentas de anéis de kino, seguida pelas de Ilha Fraser e Bellthorpe. Estes resultados mostram a possibilidade de seleção de procedências menos susceptíveis e também, dentro destas, indivíduos livres de veios de kino.

Os anéis de kino formam-se a uma distância média de 4,5 cm a partir da medula, numa idade de quatro a cinco anos. Distribuem-se irregularmente pelo tronco, podendo estar

ausentes em posições à altura do peito e da base, e presentes em alturas próximas às da metade ou do topo da árvore. Na procedência de Woolgoolga, com todos os indivíduos afetados, encontraram-se árvores sem anéis de kino à altura do peito e da base. De acordo com estes resultados, a seleção precisa de indivíduos livres de kino, feita através de avaliação externa, deve ser complementada por análise detalhada da parte interna do tronco. Sendo esta avaliação destrutiva, os indivíduos isentos poderiam ser propagados vegetativamente.

A ocorrência de kino parece estar ligada às variações climáticas e pode ser mais intensa num ano do que em outro. Exemplificando, podemos classificar num ano uma árvore como IEK= 3 e em outro, como IEK = 1 ou mesmo 0. Em 1994, a precipitação de julho a setembro no CPAC foi de 0,4 mm, e a correlação entre o IEK e o número médio de anéis de kino foi altamente significativa ( $r = 0,61, \alpha = 0,01\%$ ). Em anos com déficit hídrico menos acentuado, é possível que a exsudação em alguns indivíduos não seja visível, embora internamente apresentem anéis formados em outros anos e estas correlações não sejam significativas.

O desenvolvimento em altura, DAP e volume médio por árvore não apresentou correlação significativa com

o IEK. *E. pilularis*, principalmente por sua boa taxa de crescimento, vinha sendo recomendado para reflorestamento no Cerrado. Contudo, devido aos problemas apresentados pela formação de kino, essa recomendação deve ser reconsiderada até que se disponha de material selecionado resistente ao problema.

## CONCLUSÕES

As procedências de Bellthorpe e Gallangowan foram as menos suscetíveis à formação de kino.

Correlações significativas foram verificadas entre % de árvores sadias e precipitação média do mês mais seco das regiões de origem e entre IEK e número médio de anéis de kino.

A espécie não é recomendada para reflorestamento em região de Cerrado.

É possível selecionar indivíduos isentos de kino dentro das procedências mais resistentes. Recomenda-se a inclusão desta espécie em programas de melhoramento visando à resistência à formação de kino, bem como estudos sobre sua relação com as variações ambientais anuais.

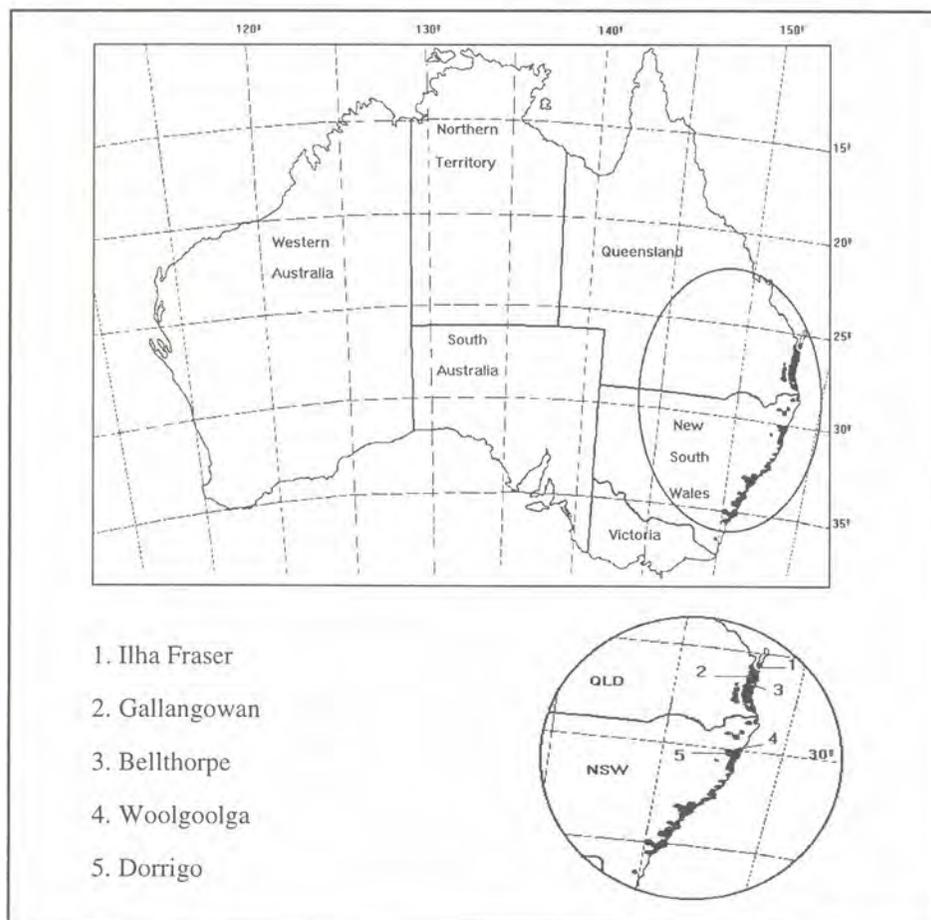


FIG. 1 - Região de ocorrência natural de *E. pilularis* na Austrália (adaptado de Boland *et al.*, 1984).

## LITERATURA CITADA

- BOLAND, D. J. *et al.*; BROOKER, M. I. H.; CHIPPENDALE, G. M.; HALL, N.; HYLAND, B. P. M.; JOHNSTON, R. D.; KLEINIG, D. A.; TURNER, J. D. **Forest trees of Australia**. Melbourne:, Nelson/CSIRO, 1984. 687 p.
- BOOTLE, K. R. Some problems in the utilisation of plantation eucalypts in New South Wales. **FAO World Symposium on Man-Made Forests and their Industrial Importance**, p. 2017-2024. 1967.
- DE VILLIERS, A. M. Utilisation problems with some eucalypts in South Africa. **Proc. Meet. Div. 5. IUFRO**, South Africa, v. 2, p.238-255, 1973.
- DORAN, J. C. Ocurrence of kino veins in two provenance trials of *Eucalyptus regnans*. **Aus. For. Res.**, n.7, p.21-27, 1975.
- DOWDEN, H. Tree to tree variation in the ocurrence of kino veins. **17<sup>th</sup> Forest Prod. Res. Conference**, 17. Melbourne:, Topic 2/4, 1975.
- HILLIS, W. E., & BROWN, A.G. **Eucalypts for wood production**. CSIRO, Adelaide,,: CSIRO, 1978. 434 p.
- HILLIS, W. E. Properties of eucalypt woods of importance to the pulp and paper industry. **Appita**, n.26, v.2, p.113-122, 1972.
- HILLIS, W. E. Some basic characteristics affecting wood quality. **Appita**, n.33, v.2, p.339-344, 1980.
- MOURA, V. P. G. **Ocorrência de distúrbios fisiológicos (pau-preto) em procedências de *E. pilularis* na região dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC 1990. 2 p. (EMBRAPA-CPAC, Comunicado técnico nº57)
- MOURA, V. P. G. *et al.*, **Influência da “gomose do eucalipto” na densidade básica da madeira em procedências de *E. grandis* Hill Ex Maiden**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, Planaltina, 1992. 21p. (EMBRAPA-CPAC, Boletim de Pesquisa, n.38)
- MOURA, V. P. G. *et al.* Comportamento e resistência de procedências de *E. grandis* Hill Ex Maiden à formação de veios de “kino” em Planaltina-DF, área de Cerradocerrado. **Boletim de Pesquisa Florestal**, EMBRAPA-CNPQ, Colombo, n. 24-25, p. 19-35, 1992.
- NELSON, N. D. & HILLIS, W. E. Genetic and biochemical aspects of kino vein formation in *Eucalyptus*. I Genetic variation in response to kino induction in *E. regnans*. **Aust. For. Res.**, Melbourne, n.8, p.75-81, 1978.
- SHIELD, E. D. **Plantation grown eucalypts: utilisation for lumber and rotary veneers:- Primary conversion**. SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA. São Paulo: IPEF- IPT- IUFRO-LCF, 1995.
- TIPPET, J. T. Formation and fate of kino veins in *Eucalyptus* L'Herit. **IAWA Bulletin**, v.7, n.2, p.137-143, 1986.
-

# COMPARAÇÃO ENTRE DUAS FORMAS DE COVEAMENTO EM ÁREA MINERADA<sup>1</sup>

RODRIGO S. CORRÊA<sup>2</sup> e BENÍCIO de M. FILHO<sup>3</sup>

## RESUMO

Para investigar a influência da profundidade de enraizamento no desenvolvimento de mudas, foram escavadas covas de mesmo volume e profundidades diferentes. Plantaram-se nelas mudas de ingá (*Inga marginata*). Uma trincheira de 150 cm de profundidade foi escavada para se medir o teor de umidade, compactação e a densidade global nas profundidades de 25, 50, 75, 100, 120, 130 e 150 cm no

perfil. Os resultados mostram que existem melhores condições de umidade e resistência à penetração nas camadas mais profundas, o que refletiu em maior crescimento dos indivíduos das covas cilíndricas. A diferença de crescimento entre as médias atinge 17% em altura e 25% em projeção linear da copa.

**Palavras-chave:** Áreas degradadas, revegetação.

## ABSTRACT

### Comparison between two ways of plant establishment in degraded soil

For searching the influence of plant rooting in the vegetative development, pits with different depths and igual volume have been made. Specimens of *Inga marginata* were settled on each hole and a 150 cm trench were scooped for investigating the soil physical characteristics. The figures show the better physical soil conditions in the deeper layers

what drives to better plant development. The difference among plant development settled on deeper and shallow holes reaches 17% concerning height and 25% concerning treetops increasing.

**Additional index words:** Land degradation, mined areas, revegetation.

## INTRODUÇÃO

O clima do Distrito Federal, com uma estação chuvosa e outra seca bem definidas, tem representado algumas dificuldades ao manejo das áreas degradadas. A chegada da estiagem, sem o satisfatório desenvolvimento radicular das mudas plantadas, causa consideráveis perdas ao estabelecimento de revegetação devido ao estresse hídrico e oneram os trabalhos de manutenção. Segundo Primavesi (1981), o desenvolvimento das raízes é fator vital para o sucesso do esta-

belecimento de uma planta em áreas de baixa pluviosidade estacional. O enraizamento profundo pode garantir, à planta, suplantando os períodos de estiagem.

Qualquer barreira que impeça o livre desenvolvimento radicular representa menor desenvolvimento do vegetal e maior susceptibilidade aos fatores climáticos. De acordo com Mendes (1989), o desenvolvimento radicular em latossolos sob cerrado é função da interação entre a compactação do solo, água disponível e nível nutricional.

Os solos minerados no Distrito Federal apresentam den-

<sup>1</sup> Trabalho financiado pelo Centro de Estudos Sociais e Ambientais - CESA.

<sup>2</sup> Instituto de Ecologia e Meio Ambiente do Distrito Federal, Brasília, DF, Brasil.

<sup>3</sup> Engenheiro Florestal, Projeto UnB Verde, Brasília, DF, Brasil.

sidade global maior que um, baixa capacidade de armazenamento de água e baixo conteúdo de nutrientes (Corrêa, 1995). Esses fatores representam dificuldades para a revegetação. O manejo dado aos solos nos trabalhos de revegetação tem como fim criar condições favoráveis ao desenvolvimento das raízes para o bom desenvolvimento da parte aérea (Primavesi, 1981). O coveamento profundo poderá favorecer o rápido aprofundamento das raízes em solos minerados, o que representa fator de sucesso nos trabalhos de revegetação.

## MATERIAL E MÉTODOS

Covas cilíndricas (80 cm de profundidade) e cúbicas (40 cm de profundidade) de igual volume ( $650\text{ cm}^3$ ) foram escavadas em uma área minerada e abandonada há mais de 20 anos. Cada cova recebeu 100 g de N P K (4;14;8), 250 gr de calcário e 10 litros de esterco bovino, conforme plantios comerciais adotados no Distrito Federal. Em cada uma das 20 covas, dez cilíndricas e dez cúbicas, plantou-se uma muda de *Inga marginata*, espécie de mata de galeria, largamente usada na arborização urbana (Machado, Alencar & Rodrigues, 1992). As médias de altura e de projeção vertical da cova sobre o solo dos dois grupos de plantas eram estatisticamente iguais na data de plantio, pelo Teste t a 5% de significância (Tabela 1). Não foi dado qualquer tratamento ou condução às mudas durante o experimento, para não haver interferências e para colocá-las sob condições adversas de crescimento.

Amostras de solo de cada uma das vinte covas foram coletadas e analisadas antes e após a adubação, para efeito de controle. Mediram-se a altura e a projeção linear da copa sobre o solo na data do plantio (10.03.95), na estação seca (21.06.95), no início da estação chuvosa, (16.11.95) e no meio a estação chuvosa (12.01.96), totalizando 45 semanas de observação, quando finalmente fez-se a primeira poda de condução. Procedeu-se ao teste de variância e ao teste Tukey, a 5% de significância, para comparação das médias dos elementos de solo analisados e para as medidas das plantas, com  $n = 10$ .

Uma trincheira foi escavada em 21.06.95 e mediram-se a resistência à penetração (penetrômetro Pavitest), densidade global e porcentagem de umidade (método da estufa) em intervalos de 25 cm até 100 e 120 cm, 130 e 150 cm de profundidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação elevou entre 2,5 e 22 vezes os teores de matéria orgânica e de fósforo, respectivamente, nas covas (Figura 1). Os níveis de nutrientes e os valores pH são estatisti-

camente iguais dentro do par covas não adubadas e dentro do par covas cilíndricas e cúbicas adubadas. Os valores de umidade do solo mudam acentuadamente até os 25 cm de profundidade, e a partir de 120 cm de profundidade (Figura 2). O teor de umidade do solo atingiu seu valor máximo 18,5% a 150 cm de profundidade.

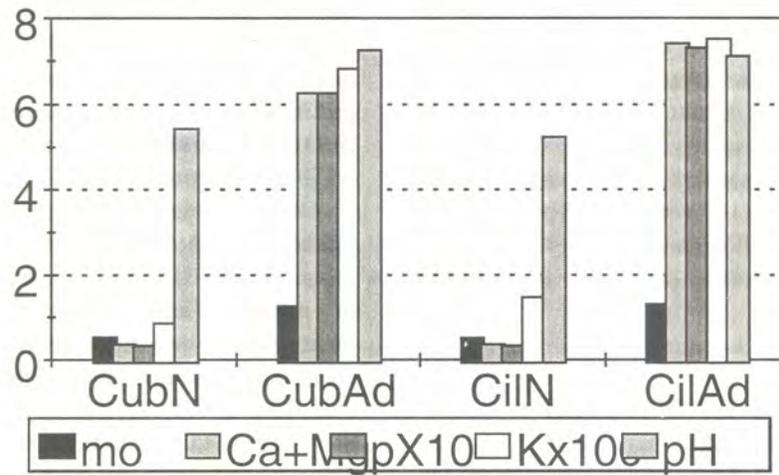
Os valores de densidade global não variam de maneira nítida em relação à profundidade, oscilando em torno de  $1,2\text{ mg/m}^3$  (Figura 3). Porém, o maior valor apresentado,  $1,3\text{ mg/m}^3$ , refere-se à camada superficial, havendo uma tendência muito pequena de redução desses valores ao longo do perfil. Os resultados de resistência à penetração do solo (Figura 4) e de umidade indicam que as raízes dos indivíduos plantados nas covas cilíndricas possuem melhores condições de desenvolvimento do que as das plantadas nas covas cúbicas de igual volume e menor profundidade. Os valores de resistência à penetração indicam existir na área uma camada compactada a 50 cm de profundidade, que não corresponde necessariamente aos maiores valores de densidade global (Figura 3), como encontrado por Mendes (1989).

Apesar de os valores de densidade global, entre 25 cm e 130 cm de profundidade, serem estatisticamente iguais, a menor resistência à penetração na camada mais profunda pode ser explicada pelo maior teor de água, já que a resistência diminui em função do maior teor de água no solo (Mendes, 1989). O menor valor de resistência à penetração do solo, 1,9 kgf, foi aferido na profundidade de maior teor de água, 150 cm.

Desse modo, os maiores teores de umidade do solo nas camadas mais profundas não estão relacionados, neste caso, com os menores valores de densidade global, mas com a distância da superfície. Em 26.04.95, após 81,2 mm de precipitação nos cinco dias anteriores, a umidade na camada entre 0 e 10 cm de profundidade atingiu 20,8%. Em 21.06.95, após 38 dias sem precipitação, esse valor reduziu-se para 8,5%.

A precipitação acumulada entre a data do plantio e da primeira leitura de crescimento, 104 dias, foi de 301,4 mm, ocorrendo a última precipitação (3,4 mm) 38 dias antes dessa leitura. Os indivíduos plantados nas covas cilíndricas desenvolveram cerca de 17% a mais em altura quando comparados com os da cova cúbica (Figura 5). Dois indivíduos locados em covas cúbicas apresentaram sinais de estresse hídrico, como murchamento e ataque por pulgões, sem que, entretanto, ocorressem mortes.

Na segunda leitura, em 16.11.95, com 263,2 mm de precipitação acumulada no período, os indivíduos das covas cilíndricas desenvolveram-se 25% a mais em projeção vertical da copa do que os locados em covas cúbicas. Não houve diferença estatística entre as médias das alturas dos indivíduos locados nas covas cilíndricas e nas cúbicas (Tabela 1). Resultados semelhantes foram encontrados na data da última leitura, em 12/01/96, após 391,6 mm de precipitação acumulada no período: houve 22% a mais de desenvolvimento



Cub = covas cúbicas; Cil = covas cilíndricas; Ad = covas adubadas; N = covas não adubadas

FIG. 1 - Níveis de nutrientes e valores de pH do solo em covas cilíndricas e cúbicas adubadas e não adubadas.

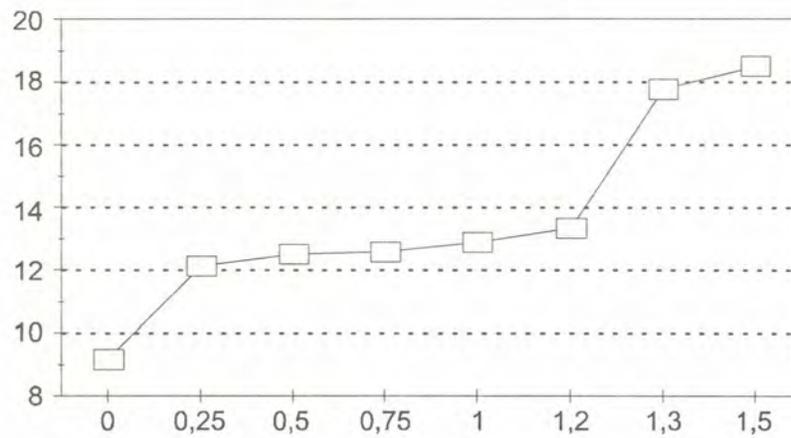


FIG. 2 - Umidade do solo

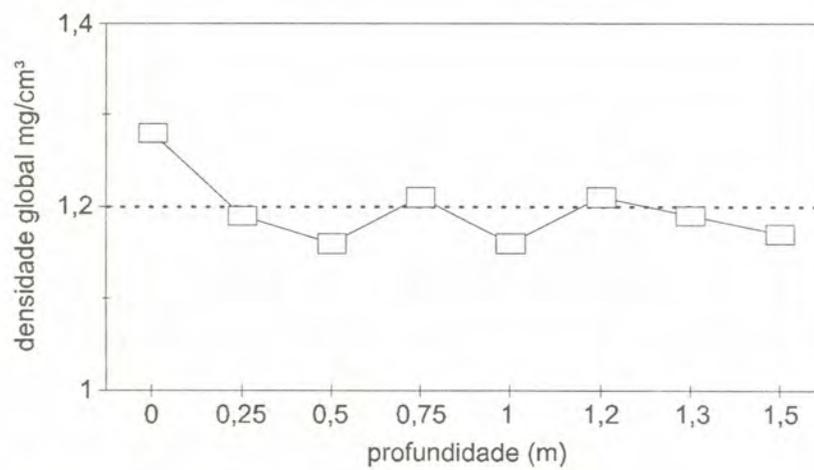


FIG. 3 - Densidade global.

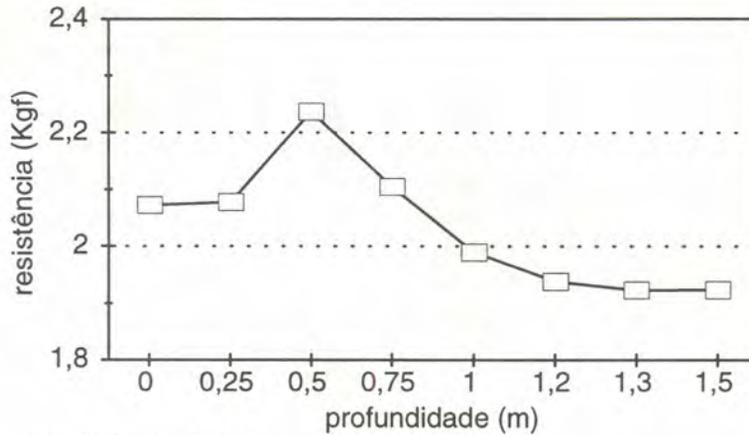
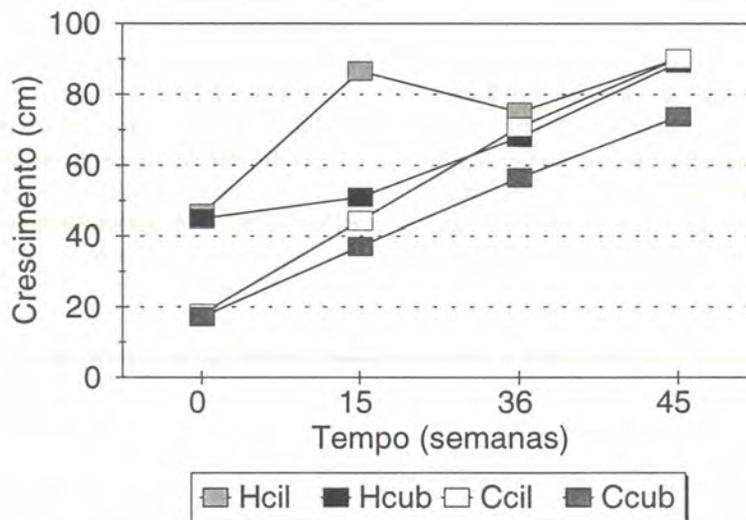


FIG. 4 - Resistência à penetração.



H = altura em cm; C = projeção vertical da copa em cm; cil = covas cilíndricas; cub = covas cúbicas

FIG. 5 - Desenvolvimento vegetal.

em projeção vertical da copa nos indivíduos locados nas covas cilíndricas e, estatisticamente, as médias de altura dos indivíduos plantados em covas cilíndricas e cúbicas foram iguais.

A forma de crescimento do *Inga marginata*, com maior desenvolvimento da copa em relação ao caule, e a falta de tutoramento dos indivíduos neste experimento podem ter mascarado os resultados de crescimento em altura. Machado, Alencar & Rodrigues (1992) citam a necessidade de

tutoramento dessa espécie em plantios comerciais, justamente pelo brotamento intenso da copa e de seu tombamento. Na primeira leitura, quando a massa de galhos e folhas era pequena em relação ao caule, os valores de altura diferenciaram-se em cerca de 17%. Com o desenvolvimento da copa, houve, em alguns casos, a redução em altura, medida em alguns indivíduos, justamente pelo excesso de peso da parte aérea. Quanto ao crescimento total das plantas, os indivíduos locados nas covas cilíndricas mostraram um desenvolvi-

mento superior ao dos locados em covas cúbicas, entre 17 e 25%, principalmente quando a disponibilidade de água no solo é fator limitante.

O crescimento médio, no período acumulado de 45 semanas e com 956,2mm de precipitação, foi de aproximadamente 1,95 vezes em altura e entre 4,29 e 4,98 vezes em projeção linear da copa sobre o solo. Considerando que a rápida cobertura é fator desejável na recuperação de áreas degradadas e que o desenvolvimento da espécie utilizada, sob as condições submetidas, foi muito bom, *Inga marginata* mostra-se promissora em trabalhos de recuperação de áreas degradadas no cerrado.

## CONCLUSÕES

Das propriedades físicas analisadas, tais como: densidade global, resistência à penetração e teor de água no solo, apenas a primeira não está relacionado com a profundidade da camada amostrada. Os menores valores de resistência à penetração nas camadas mais profundas favorecem o desenvolvimento dos indivíduos plantados nas covas cilíndricas, principalmente nos períodos de estiagem.

O estresse hídrico no período seco e suas conseqüências podem explicar o menor desenvolvimento dos indivíduos plantados em covas mais rasas, já que no período chuvoso a água não representa fator limitante ao desenvolvimento. A sobrevivência de todos os indivíduos e as taxas de desenvolvimento de *Inga marginata* colocam esta espécie como promissora nos trabalhos de recuperação de áreas degradadas no cerrado.

**TABELA 1 - Médias das medidas de altura (H) e de projeção vertical da copa (C) dos indivíduos locados em covas cilíndricas (cil) e cúbicas (cub).**

Semana	Hcil (cm)	Hcub (cm)	Ccil (cm)	Ccub (cm)
0	46,3 <sub>a</sub>	44,9 <sub>a</sub>	18,1 <sub>f</sub>	17,2 <sub>f</sub>
15	86,6 <sub>b</sub>	51,0 <sub>c</sub>	44,5 <sub>g</sub>	37,1 <sub>g</sub>
36	75,0 <sub>d</sub>	68,0 <sub>d</sub>	70,7 <sub>h</sub>	56,5 <sub>i</sub>
45	90,1 <sub>e</sub>	88,9 <sub>e</sub>	90,1 <sub>j</sub>	73,7 <sub>k</sub>

Médias de mesma letra são iguais pelo teste de Tukey, a 5 % de significância.

## LITERATURA CITADA

- CORRÊA, R. S. Aspectos vegetacionais e edáficos de uma área de desaterro no Cerrado sobre latossolo vermelho-escuro. Brasília: Universidade de Brasília. 1995, 84p., Tese de Mestrado.
- MACHADO, J.W.B.; ALENCAR, F.O.C.C. & RODRIGUES, M.G.R.R. Árvores de Brasília. GDF. Secretaria de Obras e Serviços Públicos, Depto. de Parques e Jardins. Brasília, 1992. 100p.:il.
- MENDES, R. C. A. Restrições físicas ao crescimento radicular em latossolo muito argiloso. Brasília: Universidade de Brasília, 1989, 85p. Tese de Mestrado.
- PRIMAVESI, A. A agricultura em regiões tropicais: manejo ecológico do solo. Rio de Janeiro, RJ: Nobel, 1981. 3.ed., 541p.

**Forrageiras e Pastagens**  
*Pasture and Forages*

# CONVENTIONAL AND MULTIPLE CROPPING SYSTEMS OF UPLAND RICE FOR RECLAMATION OF DEGRADED *Brachiaria decumbens* PASTURES

ARMINDO N. KICHEL<sup>1</sup>, CESAR H.B. MIRANDA<sup>1,2</sup> and MANUEL C. MACEDO<sup>1,2</sup>

## ABSTRACT

It was conducted a study of reclamation of a degraded pasture of *Brachiaria decumbens*, comparing the following treatments: 1) conventional broadcasting of fertilizer and disking; 2) reclamation as in 1, plus the introduction of *Calopogonium mucunoides* and *Stylosanthes guianensis*; 3) "Barreirão" system (recuperation using upland rice, cropped simultaneously with the grass); 4) conventional system of upland rice (soil preparation using a heavy plougher and disking, low level of fertilizer, without liming); 5) modified Barreirão-1 (including liming and increasing fertilizer level); 6) modified Barreirão-2 (as in treatment 5, but weeding 20 days after rice emergence); and 7)

control. There was a significant increase in the grass dry matter production in the treatments without rice compared to the control, specially the green fraction of leaves and stems. The grass production was affected by the rice in the remaining treatments, due to a significant increase of its biomass. The benefits of the rice grain yield were not enough to account fully for the recuperation costs, but helped substantially in that matter. The real benefits of the pasture reclamation, however, would be truly available only over time.

**Additional index words:** Cerrados, *Oryza sativa*, tropical grasses.

## RESUMO

### Sistemas de cultivo simultâneo de arroz de sequeiro com *Brachiaria decumbens* e recuperação direta de pastagens degradadas

Foi conduzido um estudo de recuperação de pastagem degradada de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, comparando-se os seguintes tratamentos: 1) recuperação direta da pastagem, com fertilização a lanço e incorporação com grade pesada; 2) recuperação direta da pastagem com a introdução de *Calopogonium mucunoides* e *Stylosanthes guianensis*; 3) sistema "barreirão" (recuperação da pastagem com cultivo de arroz de sequeiro); 4) sistema convencional de plantio do arroz (preparo de solo com grade pesada e grade niveladora, baixa adubação, sem calagem); 5) sistema "barreirão" modificado-1 (uso de calagem e maior nível de adubação); 6) sistema "barreirão" modificado-2 (calagem e adubação como em 5, porém com capina 20 dias após a emergência); 7) pasto degradado. Os tratamentos de recupe-

ração da pastagem sem arroz resultaram numa produção de matéria seca da gramínea significativamente maior do que o controle, especialmente quanto à proporção de material verde. Nos tratamentos com plantio simultâneo de arroz, a produção da gramínea foi afetada pelo aumento da produção de biomassa do arroz, causada proporcionalmente pelos fertilizantes usados nos tratamentos. Os benefícios da produção de arroz não foram suficientes para cobrir todos os custos da recuperação da pastagem, mas contribuíram substancialmente para sua diminuição. Os benefícios reais da recuperação só poderão ser medidos a médio e longo prazo, nos efeitos residuais da adubação e persistência da pastagem.

**Palavras-chave:** Cerrados, gramíneas tropicais, *Oryza sativa*.

<sup>1</sup> EMBRAPA-National Centre for Beef Cattle Research, Caixa Postal 154, Campo Grande, MS 79002-970, Brazil.

<sup>2</sup> Researcher, Brazilian National Council of Research and Development (CNPq), Brasília, DF, Brazil.

## INTRODUCTION

The Cerrados region of Central Brazil are suitable for husbandry. However, most of the soils in the area are acidic and of low natural fertility (Goedert, 1983; Lopes & Cox, 1977; Malavolta & Kliemann, 1985). The introduction of *Brachiaria* in the 70's led to a wide land usage, and nowadays the area is one of the largest beef production in Brazil. Unfortunately, those pastures were established with low technology, without the introduction of pasture legumes, for example, or any maintenance fertilization, and have been exploited inadequately ever since. As a result, most of the pastures in the area are on an advanced stage of degradation, with a very low carrying capacity. There are several studies on the subject of pasture reclamation in the area (Macedo & Zimmer, 1990; Zimmer *et al.*, 1994), being the most known the "Barreirão" system (Oliveira *et al.*, 1995). In such a system, degraded pastures are reclaimed through the use of an inverted soil preparation, by harrowing and ploughing, with a simultaneous cropping of upland rice and replacement of *B. decumbens* by *B. brizantha*, a more productive grass. Thus the rice crop is helping to reduce the costs. However, as the system was developed at first hand to increase the rice production, there are doubts about its capability upon the pasture yield maintenance over time. Specially considering that the upland rice varieties used in the area are not so responsive to high levels of fertilizers, and the levels used are not always enough for a full pasture recuperation, or to replace a less exigent grass as *B. decumbens*, for example, by a larger but more exigent producer like *B. brizantha*.

This paper reports the results of a study conducted at EMBRAPA's Centro Nacional de Gado de Corte (National Beef Cattle Research Centre), Campo Grande, MS,

where different treatments of pasture recuperation were compared.

## MATERIAL AND METHODS

The experiment was conducted on a degraded *B. decumbens* pasture, on a clay Dark Red Latosol (5.4 pH in water; 30.88 % OM; 0.63, 0.31, 0.07, 0.41, 1.01, e 7.26 cmol/kg of Ca, Mg, K, Al, BS e CEC, respectively; 14 e 31% of bases and Al saturation, respectively; and 1.7 ppm of P Mehlich-1). Field plots of 6.3 x 10m each in randomized blocks, with four replications, were prepared for the following treatments: 1) conventional fertilizer broadcasting (90 kg/ha simple superphosphate-SSP, 400 kg/ha of 4-20-20 plus 50 kg/ha FTE BR-16, 2.0 ton/ha lime) and disking (direct); 2) reclamation as in 1 plus the introduction of *Calopogonium mucunoides* e *Stylosanthes guianensis*; 3) "Barreirão" system (using upland rice, 12, 90, and 48 kg/ha of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and K<sub>2</sub>O, plus 30 kg/ha of FTE BR-16, 20 kg/ha zinc sulphate and 45 kg/ha urea applied 45 days after planting - DAP, introduced simultaneously with 3.0 kg/ha of *B. brizantha* seeds); 4) conventional system of upland rice cropping (soil preparation using a heavy harrow and disking, fertilized with 150 kg/ha of 4-20-20, no lime); 5) modified Barreirão-1 (2.0 ton/ha lime, 225 kg/ha of SSP, 12, 90, 48 of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and K<sub>2</sub>O, respectively, 30 kg/ha FTE BR-16, 50 kg/ha urea 15 DAP plus 50 kg/ha urea 35 DAP); 6) modified Barreirão-2 (as in treatment 5 but weeding 20 days after rice emergence); and 7) control. Excluding treatment 4, in all others an inverse soil preparation system was used, firstly using a heavy plougher followed by harrowing (30-35 cm depth). The rice variety used was "Caiapó", planted on November 21, 1994, and harvested (22.4 m<sup>2</sup>/replication) on March 27, 1995.

TABLE 1 - Dry matter (kg/ha) of *B. decumbens* and grain yield of the upland rice cv. Caiapó in different pasture reclamation treatments. Each value is the mean of four replications.

Treatment	B. decumbens				Rice		
	Green leaves	Stems	Dead leaves	Total	Straw	Grain shell	Grain
Control	1212b	1330b	3987a	6529b <sup>1</sup>			
Direct reclamation	1712a	5226a	3124b	10062a			
Direct + legume	1555 <sup>2</sup> a	5093 <sup>2</sup> a	2812 <sup>2</sup> b	9449 <sup>2</sup> a			
Conventional rice planting	537c	850b	599c	1988c	4354c	2366c	993c
Barreirão	604c	956b	475c	2035c	6234b	4197b	2225b
Modified barreirão-1	368c	688b	334c	1391c	7850a	6459a	2594ab
Modified barreirão-2	330c	428b	286c	744c	6842ab	5878ab	2788a

<sup>1</sup> 300 days of growth in the season. All other treatments: 135 days.

<sup>2</sup> including the legumes

Values followed by the same letter in the column are not different (Tukey, p>0.05)

Samples of *B. decumbens* were harvested (2 m<sup>2</sup>/replication) on May 15, 1995. The harvested rice was separated in straw, grain shell, and grain. *B. decumbens* was separated in live and dead leaves and stems. The legumes in treatment 2 were separated similarly.

## RESULTS AND DISCUSSION

For some reason beyond experimental control, *B. brizantha* seeds failed to germinate. However, a prior determination of available *B. decumbens* seeds in the arable soil layer indicated the presence of 75 kg/ha, with a 50% germination power, meaning 37.5 kg/ha of viable seeds of *B. decumbens*. This is highly significant, since the recommended planting is 2-3 kg/ha of viable seeds of this species. For that reason, no re-seeding of *B. brizantha* was done, and the experiment was carried over with *B. decumbens*. The number of emergent plants in treatments 1,2,3,4,5 and 6, at 20 days after rice emergence, were 17, 29, 23, 65, 25, 28 and 29 plants/m<sup>2</sup>, respectively. The largest plant emergence occurred, as it would be expected, on the upland rice conventional planting system (treatment 4), without plowing. The inverse soil preparation system reduced about 50% the number of emergent *B. decumbens* plants, which is not so important, as the number of germinated plants is more than enough for a good pasture establishment. There was an emergence of 12 and 82 plants/m<sup>2</sup> of *C. mucunoides* and *S. guyanensis* in treatment 2, respectively. Such a result indicated a good pasture formation in all treatments, with a good legume introduction.

*B. decumbens* total dry matter production in treatments 1 and 2 was significantly higher than the control (Table 1). The distribution of plant fractions was also variable within these treatments, with a larger amount of dead leaves on the control and green leaves in the direct grass recuperation treatment. Total dry matter of the grass was greatly reduced in those treatments where rice was included, as compared to the control.

Rice yield increased proportionally with the increase on the fertilizer and liming, from the conventional rice planting system to modified Barreirão-2. However, there was a larger increase in the straw and grain shell than in grain production; this increase in rice biomass may result in rice bedding and shading of the grass, retarding its establishment.

Table 2 present the overall balance of each treatment costs. The introduction of legumes resulted in a big increase of costs, due to the large costs of *S. guyanensis* seeds recently released by EMBRAPA. The rice grain yield was not enough, in any of the treatments, to cover all the costs of the respective treatment, although accounted for reducing overall costs. On the other hand, it has to be considered that the residual effect of each treatment would be seen only in the long run.

TABLE 2 - Cost of the pasture recuperation treatments, receipt and benefit (US\$/ha) of the rice grain production.

Treatment	Cost	Receipt	Benefit
Control			
Direct reclamation	272		
Direct + legume	350		
Conventional rice planting	163	115	-48
Barreirão	303	258	-44
Modified barreirão-1	390	302	-88
Modified barreirão-2	397	325	-72

## CONCLUSIONS

Liming and fertilization did increase rice grain yield planted simultaneously with *Brachiaria* grass. On the other hand, grasses had its dry matter production decreased.

Benefits received by grain yield of rice did not account to cover all the costs but responded up to 70-80% of the total expenses of pasture reclamation.

## REFERENCES

- GOEDERT, W.J. Management of the Cerrados soils of Brazil: a review. *Journal of Soil Science*, Oxford, v.34, p.405-428, 1983.
- LOPES, A.S., COX, F.R. A survey of the fertility status of surface soils under "Cerrado" vegetation in Brazil. *Soil Science of America Journal*, Madison, v.41, n.4, p.742-747, 1977.
- MACEDO, M.C.M., ZIMMER, A.H. Implantação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em plantio simultâneo com milho em sucessão a soja em Mato Grosso do Sul. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27, Campinas, 1990. *Anais*. Piracicaba: FEALQ, 1990. p.290.
- MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H.J. *Desordens nutricionais no Cerrado*. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1985. p.136.
- OLIVEIRA, I.P.; CASTRO, F.G.F.; KLUTHCOUSKI, J.; BUSO, L.H.; YOKOYAMA, L.P.; DUTRA, L.G. Sistema Barreirão - uma opção de renovação de pastagens degradadas. In: SEMANA DE ZOOTECNIA, 2, 1995, CICLO DE PALESTRAS DE ATUALIZAÇÃO EM FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 1, 1995. *Anais*. S.I.: UFRRJ, 1995. Irregular pagination.
- ZIMMER, A.H.; MACEDO, M.C.M.; BARCELLOS, A.O.; KICHEL, A.N. Implantação e recuperação de pastagens degradadas de forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 11, Piracicaba, 1994. *Anais*. Piracicaba: FEALQ, 1994. p.153-208.

# AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE CULTIVARES DE SORGO FORRAGEIRO NOS CERRADOS DE RONDÔNIA

NEWTON de L. COSTA<sup>1</sup>

## RESUMO

O comportamento agronômico de cultivares de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L.) foi avaliado, durante os anos agrícolas de 1985/89, em Vilhena, Rondônia. As cultivares que forneceram os maiores rendimentos de matéria seca (MS) foram Contimel 02, Pioneer 855-F, BR 507, AG 2001, AG 2002 e Contisilo 02. Os maiores teores de proteína bruta e coeficientes de digestibilidade "in vitro" da MS foram obtidos pelas cultivares Contimel 02,

AG 2004, BR 507, CMSXS 648 e CMSXS 741. Considerando-se rendimento e qualidade de forragem, as cultivares mais promissoras para as condições ecológicas dos Cerrados de Rondônia foram Contimel 02, BR 507, Contisilo 02, AG 2001, AG 2002, CMSXS 648 e Pioneer 855-F.

**Palavras-chave:** *Sorghum bicolor*, forragem, proteína bruta, digestibilidade.

## ABSTRACT

### Agronomic evaluation of forage sorghum cultivars in Rondônia's Savannas

The agronomic performance of sixteen sorghum (*Sorghum bicolor* L.) cultivars were assessed in a cutting trial carried out at Vilhena, Rondônia's savannas, from 1985 to 1989. Contimel 02, Pioneer 855-F, BR 507, AG2001, Ag 2002 and Contisilo 02 provided higher dry matter (DM) yields. The highest crude protein contents and DM "in vitro" digestibility were obtained with Contimel 02,

AG 2004, BR 507, CMSXS 648 and CMSXS 741. In order to obtain greater forage yields with better quality, the cultivars more promising were Contimel 02, BR 507, Contisilo 02, AG 2001, AG 2002, CMSXS 648 and Pioneer 855-F.

**Additional index words:** *Sorghum*, forage yield, crude protein, digestibility.

## INTRODUÇÃO

Em Rondônia, a baixa disponibilidade e qualidade da forragem, notadamente durante o período seco, são os fatores que mais contribuem para a baixa produtividade dos rebanhos, implicando queda acentuada da produção de leite, perda de peso dos animais, além da redução na capacidade de suporte das pastagens. Logo, o cultivo do sorgo forrageiro

(*Sorghum bicolor* L.) surge como alternativa que potencialmente pode solucionar os problemas da estacionalidade de produção das pastagens, considerando-se sua alta produtividade e qualidade da forragem. Ademais, o sorgo apresenta boa tolerância ao déficit hídrico, o que possibilita seu cultivo em sucessão a outras culturas, tais como arroz, milho, soja e feijão (Saibro *et al.* 1976; Salerno & Tcacenco, 1991).

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc., EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agro-Florestal, Porto Velho, RO, Brasil.

A seleção de cultivares adaptadas e produtivas constitui um dos fatores mais importantes na cultura do sorgo. Para a produção de forragem existem cultivares especializadas para utilização sob pastejo direto, silagem, feno ou corte. (Hanna *et al.* 1981). Dentre as principais características agrônomicas desejáveis para a escolha de uma cultivar, destacam-se as de rendimento de forragem e sua composição química, as quais são marcadamente afetadas pelas condições ecológicas da região de plantio.

Neste trabalho avaliou-se o desempenho agrônomico de cultivares de sorgo forrageiro, visando selecionar as mais produtivas e adaptadas às condições edafoclimáticas dos Cerrados de Rondônia.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Campo Experimental do CPAF Rondônia, localizado no município de Vilhena (600 m de altitude, 12°44' de latitude sul e 63°08' de longitude oeste), durante os anos agrícolas de 1985/86 a 1988/89.

O clima da região é do tipo Aw, com precipitação anual de 2.000 mm e estação seca bem definida (junho a setembro). A temperatura média anual é de 23,7°C e a umidade do ar de 73%. A região corresponde ao ecossistema de savana bem drenada isotérmica.

O solo da área experimental é um latossolo vermelho-amarelo, textura argilosa, o qual após a aplicação de 2,0 t/ha de calcário dolomítico (PRNT = 100%), incorporado dois meses antes do plantio, apresentou as seguintes características químicas: pH = 5,1; Al = 0,3 cmol/kg; Ca + Mg = 2,2 cmol/kg; P = 3 mg/dm<sup>3</sup> e K = 49 mg/dm<sup>3</sup>.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de 16 cultivares de sorgo forrageiro e uma de milho como testemunha (BR 126). As parcelas foram constituídas por seis fileiras de 7,0 m de comprimento com espaçamento de 0,7 m. As avaliações foram realizadas nas quatro fileiras centrais de 5,0 m de comprimento.

A semeadura foi realizada sempre durante a primeira quinzena de novembro. A adubação de estabelecimento consistiu de 90 kg de N/ha, sendo 30 kg/ha por ocasião do plantio e 60 kg/ha em cobertura 35 dias após a emergência das plantas; 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha e 60 kg de K<sub>2</sub>O/ha, respectivamente, sob a forma de superfosfato triplo e cloreto de potássio. O desbaste foi realizado 10 dias após a emergência, conservando-se 12 plantas/metro linear para o sorgo e 5 plantas/metro linear para o milho.

Os parâmetros avaliados foram altura média das plantas na colheita, número de dias para ocorrer 50% de florescimento, percentagem de acamamento, rendimento de matéria seca (MS) e teores de proteína bruta (PB).

Foram realizados dois cortes em cada ano agrícola, ambos a 10 cm acima do solo e com as plantas em estágio de grão leitoso.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de dias para as plantas atingirem 50% de florescimento oscilou entre 75 (Sordan 79) e 125 dias (CMSXS 648), enquanto que para o milho este fato ocorreu aos 61 dias após o plantio. As cultivares de porte mais elevado foram a Contimel 02 (215 cm), CMSXS 649 (214 cm) e Pioneer 855-F (211 cm), ficando as cultivares CMSXS 741 (154 cm) e CMSXS 746 (161 cm) com as menores estaturas. A ocorrência de acamamento foi quase nula em todas as cultivares, sendo registrado apenas 2% com a cultivar Contisilo. A percentagem de folhas mortas variou entre 30 e 45%, sendo os maiores valores registrados com as cultivares AG 2003, CMSXS 649 e CMSXS 746 (Tabela 1).

A análise da variância revelou significância ( $P < 0,05$ ) para o efeito de cultivares sobre os rendimentos de MS. No primeiro corte, as cultivares mais produtivas foram Contimel 02 (8,07 t/ha) e Pioneer 855-F (6,87 t/ha), as quais superaram em 62% e 38%, respectivamente, os rendimentos de MS fornecidos pela cultivar de milho BR 126 (4,98 t/ha). Com relação ao corte da rebrota, a cultivar BR 506 foi a que apresentou o maior rendimento, não diferindo ( $P > 0,05$ ) apenas das cultivares Pioneer 855-F, AG 2002 e Contimel 02. Já os maiores rendimentos totais (1º corte + rebrota) foram verificados com as cultivares Contimel 02 (9,69 t/ha) e Pioneer 855-F (8,79 t/ha), seguindo-se as cultivares Contisilo 02 (6,33 t/ha), BR 507 (6,26 t/ha) e Ag 2001 (6,25 t/ha). Considerando-se os rendimentos totais de MS, as cultivares Contimel 02 e Pioneer 855-F proporcionaram acréscimos de 94% e 76%, respectivamente, em relação à cultivar de milho. As produções de forragem apresentadas por estas cultivares foram bastante satisfatórias, sendo superiores aquelas relatadas por Saibro *et al.* (1976), em Tupanciretã-RS, e Seiffert *et al.* (1978), em Campo Grande-MS, avaliando diversas cultivares de sorgo forrageiro.

As cultivares Contimel 02 (9,18%), CMSXS 648 (8,87%) e AG 2004 (8,74) forneceram os maiores teores de PB, os quais foram estatisticamente semelhantes ( $P > 0,05$ ) (Tabela 2). Estes valores são superiores aos obtidos por Salerno & Tcacenco (1991) em cinco cultivares de sorgo forrageiro. Assumindo-se que teores de PB inferiores a 7% são limitantes à produção animal, pois implicam em baixo consumo voluntário, menores coeficientes de digestibilidade e balanço nitrogenado negativo (Miford & Minson, 1966), verifica-se que apenas as cultivares AG 2003 (6,78), CMSXS 649 (6,51%) e CMSXS 746 (6,39%) não atenderiam os requerimentos protéicos mínimos dos ruminantes.

**TABELA 1 - Florescimento, altura e rendimento de matéria seca (MS) de cultivares de sorgo forrageiro. Vilhena, Rondônia. 1985/89. Médias de quatro anos agrícolas.**

Cultivares	Florescimento	Altura	Rendimento de Matéria Seca (t/ha)		
	(dias)	(cm)	1º Corte	2º Corte	Total
BR 506	98	177	3,83 bc	2,08 a	5,91 bcd
BR 507	96	182	4,99 b	1,27 cde	6,26 b
AG 2001	85	182	5,06 b	1,19 de	6,25 b
AG 2002	90	176	4,42 bc	1,71 abc	6,13 bc
AG 2003	85	167	3,31 c	1,17 de	4,48 e
AG 2004	100	147	3,68 bc	1,35 cde	5,03 bcde
Contisilo	87	168	4,17 bc	1,28 cde	5,45 bcde
Contisilo 01	86	179	4,24 bc	0,66 f	4,90 de
Contisilo 02	82	164	4,83 b	1,50 bcd	6,33 b
Contimel 02	91	215	8,07 a	1,62 abcd	9,69 a
Pioneer 855-F	82	211	6,87 a	1,92 ab	8,79 a
CMSXS 648	89	196	4,91 b	1,34 cde	6,15 bc
CMSXS 649	125	214	4,94 b	0,92 ef	5,86 bcd
CMSXS 741	97	154	3,94 bc	1,05 def	4,99 cde
CMSXS 746	78	161	3,96 bc	0,97 ef	4,93 cde
Sordan 79	75	181	4,01 bc	1,19 de	5,20 bcd
BR 126*	61	187	4,98 bc	—	4,98 cde

- Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey

\* Cultivar de milho

**TABELA 2 - Teores de proteína bruta e coeficientes de digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) de cultivares de sorgo forrageiro. Vilhena, Rondônia. 1985/89.**

Cultivares	Proteína Bruta (%)	DIVMS (%)
BR 506	7,44 cde	57,05 bc
BR 507	7,38 de	54,99 cde
AG 2001	7,06 efg	55,88 cd
AG 2002	7,40 cde	53,24 e
Ag 2003	6,78 fgh	51,02 f
AG 2004	8,74 a	60,55 a
Contisilo	7,86 cd	57,70 b
Contisilo 01	7,25 def	55,50 cde
Contisilo 02	8,71 a	54,41 cde
Contimel 02	9,18 a	61,23 a
Pioneer 855-F	8,03 b	54,12 e
CMSXS 648	8,87 a	57,17 bc
CMSXS 649	6,51 gh	54,38 de
CMSXS 741	7,59 cde	58,76 a
CMSXS 746	6,39 h	56,47 bc
Sordan 79	7,22 ef	55,22 cde
BR 126*	7,13 ef	53,11 e

- Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

\* Cultivar de milho

Tal fato pode estar diretamente relacionado a maiores percentagens de folhas mortas e colmos apresentados por estas cultivares.

Os maiores coeficientes de DIVMS foram registrados com as cultivares Contimel 02 (61,23%), AG 2004 (60,55%), CMSXS 741 (58,76%). Estes valores foram superiores àqueles relatados por Caceres & Trujillo (1982), porém inferiores aos registrados por Hanna *et al.* (1981), avaliando diversos híbridos e/ou cultivares de sorgo forrageiro.

## CONCLUSÕES

1 - As cultivares de sorgo forrageiro mais produtivas foram Contimel 02, Pioneer 855-F, BR 507, AG 2001, AG 2002 e Contisilo 02;

2 - Os maiores teores de PB foram obtidos com as cultivares Contimel 02, AG 2004 e CMSXS 648, enquanto que Contimel 02, BR 507 e CMSXS 648 forneceram os maiores coeficientes de DIVMS;

3 - Considerando-se rendimento e qualidade da forragem, as cultivares mais promissoras para as condições ecológicas dos Cerrados de Rondônia foram Contimel 02, BR 507, Contisilo 02, AG 2001, AG 2002, CMSXS 648 e Pioneer 855-F.

## LITERATURA CITADA

- CACERES, O.; TRUJILLO, R.G. Valor nutritivo de forrajes tropicales. 2. Sorgo bicolor. **Pastos y Forrajes**, v.5, n.1, p.95-105, 1982.
- HANNA, W.W.; MONSON, W.G.; GAINES, T.P.; IVDMD, total sugars and lignin measurements on normal and brown hidrib (bmr) sorghums at various stages of development. **Agron. J.**, v.73, p.1050-1052, 1981.
- MILFORD, R.; MINSON, D.J. The feeding value of tropical pastures. In: DAVIES, W.Y.; SKIDMORE, C.L. eds., **Tropical pastures**. London: Faber, 1966. p.106-114.
- SAIBRO, J.C. de; MARASCHIN, G.E.; BARRETO, I.L. Avaliação do comportamento produtivo de cultivares de sorgo, milho e milheto forrageiros no Rio Grande do Sul. **Anuário Téc. do IPZFO**, v.3, n.1, p.209-304, 1976.
- SALERNO, A.R.; TCACENCO, F.A. Comportamento de variedades de polinização aberta de híbridos de sorgo forrageiro no baixo Vale do Itajaí, Santa Catarina, Brasil. **Pesq. Agrop. Bras.**, v.26, n.8, p.1139-1144, 1991.
- SEIFFERT, N.F.; SOARES, W.V.; SCHUNKE, R.M.; PRIMO, A.T. Calagem de Latossolo Roxo álico textura argilosa fase Cerrado, e seu efeito sobre o desenvolvimento do sorgo forrageiro. **Pesq. Agrop. Bras.**, v.13, n.4, p.1-8, 1978.

# DIFERIMENTO DE CAPINEIRAS DE CAPIM-ELEFANTE CV. CAMEROON NOS CERRADOS DE RONDÔNIA

NEWTON de L. COSTA<sup>1</sup> e VALDINEI T. PAULINO<sup>2</sup>

## RESUMO

O efeito de épocas de diferimento (fevereiro, março e abril) e utilização (junho, julho, agosto e setembro) sobre a produção e composição química da forragem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Cameroon) foi avaliado em Vilhena, Rondônia. Os resultados sugerem a viabilidade do diferimento visando ao acúmulo de forragem para suplementação dos animais durante o período seco. Os maiores teores de PB e coeficientes de digestibilidade "in vitro"

da matéria seca verde foram obtidos com o diferimento em março ou abril e utilização em junho. Visando a conciliar rendimento e qualidade da forragem, sugere-se o seguinte esquema: diferimento em fevereiro para utilização em junho; diferimento em março para utilização em julho; diferimento em abril para utilização em agosto e setembro.

**Palavras-chave:** *Pennisetum purpureum*, produtividade, proteína, digestibilidade

## ABSTRACT

### Stockpiled elephant-grass CV. cameroon in Rondônia's Savannas

The effect of deferment date (February, March and April) and dates of utilization (June, July, August and September) on the yield and chemical cv. Cameroon) were evaluated in a cutting trial carried out a Vilhena. The data indicate the feasibility of differing grazing of the grass during the rainy season, to provided forage for herd supplementation in the dry season. The highest crude protein and green dry matter "in vitro" digestibility were obtained with

deferment in March or April and utilization on June. In order to obtain greater forage yields with better quality, it is suggested that recuperation begin in February for pasture utilization in June; deferment in March for utilization in July and, deferment in April for utilization in August and September.

**Additional index words:** deferment, productivity, crude protein, digestibility.

## INTRODUÇÃO

Em Rondônia, a pecuária de leite é uma das explorações que tem apresentado o maior crescimento nos últimos anos. Uma prática muito comum nessa atividade é a utilização de capineiras de corte como fonte de volumoso para a alimen-

tação dos rebanhos, notadamente durante o período de estiagem.

Apesar da grande produtividade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. cameroon), bastante difundido no Estado, a falta de um manejo adequado tem contribuído para uma distribuição irregular da produção de forragem du-

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc., EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agro-Florestal, Porto Velho, RO, Brasil.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Ph.D., Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, Brasil.

rante o ano, uma vez que no período chuvoso tanto as pastagens como as capineiras apresentam abundantes produções de forragem, ficando ambas deficientes no período seco.

No manejo de capineiras o que se deseja é transferir parte da produção das águas para o período da seca, visando a minimizar o problema de distribuição de forragem ao longo do ano (Andrade & Salgado, 1992). Desse modo, o diferimento, ou seja, a suspensão da utilização da capineira durante parte do período vegetativo da planta a fim de que ocorra o acúmulo de forragem para consumo durante a época seca, surge como alternativa para a obtenção de forragem mais nutritiva, capaz de atender satisfatoriamente os requerimentos nutricionais dos animais.

Neste trabalho avaliou-se o efeito de épocas de diferimento e de utilização na produção e composição química da forragem do capim-elefante cv. Cameroon.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Campo Experimental do CPAF Rondônia, localizado no município de Vilhena (600 m de altitude, 12°44' de latitude sul e 63°08' de longitude oeste), durante o período de janeiro de 1988 a novembro de 1989.

O clima da região é do tipo Aw, com precipitação média de 2.000 mm e estação seca bem definida (junho a setembro). A temperatura média anual é de 23,7°C e a umidade relativa do ar em torno de 73%. A região corresponde ao ecossistema de savana bem drenada isotérmica.

O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa, o qual após a aplicação de 2,0 t/ha de calcário dolomítico (PRNT = 100%), incorporado dois meses antes do plantio, apresentou as seguintes características químicas: pH = 5,5; Al = 0,3 cmol/kg; Ca + Mg = 1,6 cmol/kg; P = 2 mg/dm<sup>3</sup> e K = 49 mg/dm<sup>3</sup>.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com parcelas divididas e três repetições. As épocas de diferimento (28 de fevereiro, 28 de março e 28 de abril) representavam as parcelas principais; e as épocas de utilização (30 de junho, 30 de julho, 30 de agosto e 30 de setembro), as subparcelas.

O plantio foi realizado em linhas espaçadas de 1,0 m, utilizando-se estacas com quatro gemas, distribuídas horizontal e continuamente no leito dos sulcos. A adubação de estabelecimento constou da aplicação de 60 kg de N/ha, 80 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha e 60 kg de K<sub>2</sub>O/ha, sob a forma de uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente.

Após o corte da área útil, a forragem colhida foi separada em matéria verde e matéria morta, as quais foram pesadas em seguida. Da matéria verde foram retiradas amostras, que foram colocadas em estufa à 65°C, por 72 horas, para determinação do teor de matéria seca verde (MSV). Posteriormente, as amostras foram moídas em malha de 1,0 mm e

preparadas para a quantificação dos teores de nitrogênio (N) e coeficientes de digestibilidade "in vitro" da MSV (DIVMSV). A concentração de N foi quantificada pelo método micro-Kjeldhal, sendo o teor de proteína bruta (PB) obtido pela multiplicação do teor de N pelo fator 6,25.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância detectou significância ( $P < 0,05$ ) no efeito da interação épocas de diferimento x épocas de utilização. Com exceção da utilização em agosto, quando não se observou efeito significativo ( $P > 0,05$ ) das épocas de diferimento, nas demais o diferimento em fevereiro ou março forneceu os maiores rendimentos de MSV. Quando o diferimento foi realizado em fevereiro, a utilização em julho apresentou o maior rendimento de MSV. Já, com diferimento em março ou abril, as maiores produções de MSV foram obtidas com utilizações em julho, agosto ou setembro (Tabela 1). Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Costa (1989) em Presidente Médici-RO e Andrade & Salgado (1992) em Felixlândia-MG, ambos com a capim-elefante cv. Cameroon. Em geral, os rendimentos de forragem obtidos neste trabalho são bastante satisfatórios, sendo superiores aos relatados por Gonçalves & Costa (1986) em outras localidade de Rondônia (Porto Velho e Ariquemes).

Os teores de PB foram significativamente ( $P < 0,05$ ) afetados pelas épocas de diferimento e utilização, observando-se um decréscimo acentuado à medida que se aumentava a idade das plantas. Os maiores teores foram obtidos com o diferimento em abril (7,88%) e março (7,34%) e utilizações em junho (8,20%), julho (7,68%) ou agosto (7,10%) (Tabela 2). Esses valores foram superiores àqueles obtidos por EMGOPA (1980) e Costa & Gonçalves (1986), ambos avaliando capim-elefante cv. Cameroon em diferentes épocas de diferimento e utilização.

A concentração de PB é um dos fatores que mais limitam o crescimento e produção dos animais em pastagens tropicais. Considerando-se que o nível crítico de PB na dieta, abaixo do qual a ingestão de forragem é reduzida pela deficiência de nitrogênio, foi estimada em 7%, a utilização do capim-elefante, em junho, julho ou agosto atenderia satisfatoriamente às exigências proteicas mínimas dos animais.

O diferimento em abril (56,76%) e utilizações em junho (58,98%) e julho (54,73%) proporcionaram os maiores coeficientes de DIVMSV (Tabela 3). Estes resultados são semelhantes aos reportados por Euclides *et al.* (1990), Costa *et al.* (1993) em diversas gramíneas forrageiras tropicais. Segundo Crampton (1957), a redução da digestibilidade da forragem, à medida que a planta envelhece, decorre de mudanças estruturais no tecido vegetal, com elevação dos teores de fibra e lignina e redução dos teores de PB, o que dificulta a ação dos microrganismos do rúmen sobre a forragem ingerida.

**TABELA 1 - Rendimento de matéria seca verde (t/ha) de capim-elefante cv. Cameroon, em função das épocas de diferimento e utilização. Vilhena, Rondônia. 1988/89.**

Épocas de Diferimento	Épocas de Utilização			
	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Fevereiro	7,38 bA	8,47 aA	7,14 bcA	6,15 bcAB
Março	6,05 bB	7,98 aA	7,33 aA	6,77 abA
Abril	3,95 cC	5,71 aB	6,11 aA	5,04 abB

- Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey

**TABELA 2 - Teores de proteína bruta (%) de capim-elefante cv. Cameroon, em função das épocas de diferimento e utilização. Vilhena, Rondônia. 1988/89.**

Épocas de Diferimento	Épocas de Utilização				Média
	Junho	Julho	Agosto	Setembro	
Fevereiro	7,52	7,10	6,27	5,76	6,66 b
Março	8,21	7,63	7,20	6,30	7,34 a
Abril	8,88	8,32	7,84	6,97	7,88 a
Média	8,20 a	7,68 b	7,10 b	6,34 c	

- Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

**TABELA 3 - Coeficientes de digestibilidade "in vitro" da matéria seca verde de capim-elefante cv. Cameroon, em função das épocas de diferimento e utilização. Vilhena, Rondônia. 1985/89.**

Épocas de Diferimento	Épocas de Utilização				Média
	Junho	Julho	Agosto	Setembro	
Fevereiro	55,12	51,01	48,71	44,10	49,74 c
Março	58,64	54,95	50,08	48,37	53,01 b
Abril	63,19	58,24	53,76	51,85	56,76 a
Média	58,98 a	54,73 b	50,85 c	48,11 c	

- Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

## CONCLUSÕES

1 - Os resultados sugerem a viabilidade do diferimento de capineiras de capim-elefante cv. Cameroon durante o período chuvoso, visando ao acúmulo de forragem para a suplementação do rebanho durante o período seco;

2 - O diferimento em março ou abril e utilização em ju-

nho proporcionou os maiores teores de PB e coeficientes de DIVMSV;

3 - Visando a conciliar os rendimentos de MSV com a obtenção de forragem de boa qualidade, sugere-se o seguinte esquema: diferimento em fevereiro para utilização em junho; diferimento em março para utilização em julho; diferimento em abril para utilização em agosto e setembro.

## LITERATURA CITADA

- ANDRADE, I.F.; SALGADO, J.G.F. Efeito da época de vedação do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar Cameroon sobre sua produção e valor nutritivo. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, v.21, n.4, p.637-646, 1992.
- COSTA, N. de L. **Efeito da época de diferimento sobre a produção de forragem e composição química do capim-elefante cv. Cameroon.** Porto Velho, EMBRAPA-UEPAE Porto Velho, 4p. 1989. (Comunicado Técnico, 83).
- COSTA, N. de L.; GONÇALVES, C.A. **Épocas de vedação e utilização de capineiras de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Cameroon) em Porto Velho-RO.** Porto Velho, EMBRAPA-UEPAE Porto Velho, 7p. 1986. (Comunicado Técnico, 47).
- COSTA, N. de L.; OLIVEIRA, J.R. da C.; PAULINO, V.T. Efeito do diferimento sobre o rendimento de forragem e composição química de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Rondônia. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, v.22, n.3, p.495-501, 1993.
- CRAMPTON, E.W. Interrelations between digestible nutrient and energy content, voluntary dry matter intake, and the overall feeding value of forages. **J. Ani. Sci.**, v.16, n.3, p.546-552, 1957.
- EMGOPA. **Relatório Técnico - 1980.** Brasília, 1980. EMBRAPA-DID. p.77-79.
- EUCLIDES, V.P.B.; VALLE, C.B. do; SILVA, J.M. da; VIEIRA, A. Avaliação de forrageiras tropicais manejadas para produção de feno-em-pé. **Pesq. Agrop. Bras.**, v.25, n.1, p.63-68, 1990.
- GONÇALVES, C.A.; COSTA, N. de L. **Frequência de corte de capim-elefante cv. Cameroon em Rondônia.** Porto Velho, EMBRAPA-UEPAE Porto Velho, 7p. 1986. (Comunicado Técnico, 43).
-

# DESEMPENHO AGRONÔMICO DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS NOS CERRADOS DE RONDÔNIA

NEWTON de L. COSTA<sup>1</sup> e RICARDO G. de A. PEREIRA<sup>2</sup>

## RESUMO

O desempenho agronômico de vinte leguminosas forrageiras tropicais, pertencentes aos gêneros *Centrosema* e *Stylosanthes*, foi avaliado durante o período 1990/92, em Vilhena, Rondônia. Os cortes foram realizados em três períodos de máxima e mínima precipitação, a intervalos de 3, 6, 9 e 12 semanas. Durante o período de máxima precipitação, os maiores rendimentos de matéria seca foram registrados em *C. acutifolium* BRA-009237, *S. guianensis* cv. Mineirão,

*S. guianensis* var. Pauciflora BRA-008150 e BRA-001333, *C. brasilianum* BRA-012297 e BRA-006025. No período de mínima precipitação as leguminosas mais produtivas foram *S. guianensis* var. Vulgaris BRA-019097, *S. guianensis* cv. Mineirão, *S. guianensis* var. Pauciflora BRA-008150 e BRA-011932, *C. acutifolium* BRA-006483, BRA-009227 e BRA-0009237.

**Palavras-chave:** Matéria seca, *Centrosema*, *Stylosanthes*.

## ABSTRACT

### Agronomic performance of tropical forage legumes in Rondônia's savannas

The agronomic performance of twenty tropical forage legumes - *Centrosema* and *Stylosanthes* species - were evaluated in a cutting trial carried out at Vilhena, Rondônia, from 1990 to 1992. Forage legumes ecotypes were harvest with 3, 6, 9 and 12 weeks of regrowth after a uniformization cut during the maximum and minimum rainfall periods of the year. The highest dry matter yields in the maximum rainfall period were obtained with *C. acutifolium* BRA-009237, *S. guianensis* cv. Mineirão, *S.*

*guianensis* var. Pauciflora BRA-008150, BRA-001333 and *C. brasilianum* BRA-012297. During the minimum rainfall period the most productive ecotypes were *S. guianensis* var. Vulgaris BRA-019097, *S. guianensis* cv. Mineirão, *S. guianensis* var. Pauciflora BRA-008150 and BRA-011932 and *C. acutifolium* BRA-006483, BRA-009227 and BRA-009237.

**Additional index words:** Dry matter yield, *Centrosema*, *Stylosanthes*.

## INTRODUÇÃO

Em Rondônia, as áreas sob vegetação de cerrados representam cerca de um milhão de hectares. Apresentam solos

de baixa fertilidade natural, caracterizados por alta saturação de alumínio, baixa capacidade de troca catiônica e teores de fósforo extremamente baixos. Predominam pastagens de gramíneas nativas, principalmente dos gêneros

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc., EMBRAPA-CPAF, Porto Velho, RO, Brasil.

<sup>2</sup> Zootecnista, M.Sc., EMBRAPA-CPAF, Porto Velho, RO, Brasil.

*Andropogon*, *Axonopus*, *Paspalum*, *Aristida*, *Heteropogon* e *Trachypogon*. Ademais, a deficiência generalizada de nitrogênio é um dos fatores que contribuem para uma baixa produtividade e qualidade das pastagens, limitando o desenvolvimento da pecuária na região.

A identificação de forrageiras bem adaptadas às condições edafoclimáticas dos cerrados do estado e com alta produtividade e valor nutritivo compatíveis com as exigências dos animais representa o primeiro estágio para a implantação de uma pecuária com índices zootécnicos satisfatórios. A introdução contínua de germoplasma forrageiro tem contribuído de forma positiva e significativa para o sucesso dos programas de melhoramento, formação e/ou recuperação de pastagens, e conseqüentemente, para uma alimentação mais econômica e racional dos rebanhos (Dias Filho & Serrão, 1982; Costa *et al.*, 1989).

Neste trabalho avaliou-se o desempenho agrônomico de leguminosas forrageiras, visando a selecionar aquelas mais promissoras para a formação de pastagens melhoradas nos cerrados de Rondônia.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no campo experimental do CPAF-Rondônia, localizado no município de Vilhena (600 m de altitude, 12°44' de latitude sul e 60°08' de longitude oeste), durante o período de janeiro de 1990 a outubro de 1992.

O solo da área experimental é um latossolo vermelho-amarelo, textura argilosa (fase cerrado), o qual foi cultivado por três anos consecutivos com soja. Quando do plantio, apresentava as seguintes características químicas: pH (1:2,5) = 5,2; Al = 0,3 mE%; Ca + Mg = 1,8 mE%; P = 3 ppm e K = 58 ppm.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições. Foram avaliadas 20 espécies de leguminosas forrageiras, pertencentes aos gêneros *Stylosanthes* (13) e *Centrosema* (7), originários do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC) e componentes da Rede de Ensaio de Avaliação Agronômica de Germoplasma Forrageiro na Região dos Cerrados. As parcelas mediam 2,5 x 5,0 m e foram adubadas, por ocasião do plantio, com 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha e 40 kg de K<sub>2</sub>O/ha, sob a forma de superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente.

As avaliações para a determinação dos rendimentos de matéria seca (MS) foram realizadas, após a uniformização das parcelas, com 3, 6, 9 e 12 semanas de crescimento, durante três períodos de máxima (726 mm) e mínima precipitação (46 mm). Os cortes foram praticados a uma altura de 15 cm acima do solo nas espécies decumbentes e a 25 cm nas cespitosas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Estabelecimento

Doze semanas após a semeadura, as espécies que se destacaram com as maiores percentagens de cobertura do solo (70 a 80%) foram *C. brasilianum* BRA-012297, BRA-006025 e *S. guianensis* var. Pauciflora BRA-008150. As maiores alturas de plantas foram observadas em *S. guianensis* cv. Mineirão (32 cm), *S. guianensis* var. Pauciflora BRA-008150 (30 cm), BRA-019097 (29 cm), BRA-022861 (28 cm) e BRA-001333 (27 cm). Com relação ao aspecto fitossanitário, as espécies de *Stylosanthes* não apresentaram quaisquer problemas. Já, as espécies de *Centrosema* foram atacadas por insetos do grupo comedores (*Diabrotica speciosa*), enquanto que em *C. brasilianum* BRA-006025 detectou-se a ocorrência do fungo *Rhizoctonia solani* (queima-das-folhas), com índice de danos de 35%. Nenhuma das espécies avaliadas apresentou sintomas característicos de deficiência nutricional.

### Rendimento de forragem

Durante o período de máxima precipitação, com cortes efetuados às três ou seis semanas de crescimento, as espécies mais produtivas foram *C. acutifolium* BRA-009237, BRA-009227, BRA-006483, *C. brasilianum* BRA-006025, *S. guianensis* cv. Mineirão e *S. guianensis* var. Pauciflora BRA-015628 e BRA-001333, as quais apresentaram rendimentos de MS entre 0,76 e 1,73 t/ha. Com nove semanas, as maiores produções de MS foram registradas em *C. acutifolium* BRA-009227 (2,86 t/ha), BRA-009237 (2,58 t/ha) e BRA-006483 (2,41 t/ha), *S. guianensis* cv. Mineirão (2,36 t/ha) e *S. capitata* CPAC-1925 (2,29 t/ha). Já, com doze semanas de rebrote, as espécies que se destacaram foram *C. acutifolium* BRA-009237 (4,58 t/ha), *S. guianensis* cv. Mineirão (4,49 t/ha), *S. guianensis* var. Pauciflora BRA-008150 (4,27 t/ha), BRA-001333 (3,97 t/ha), *C. brasilianum* BRA-012297 (3,78 t/ha) e *S. macrocephala* BRA-008419 (3,59 t/ha) (Tabela 1).

No período de mínima precipitação, os cortes com três e seis semanas não foram realizados, pois todas as espécies não atingiram a altura mínima recomendada para o corte. Tanto com nove quanto com 12 semanas de crescimento, os maiores rendimentos de MS foram obtidos com *S. guianensis* var. Vulgaris BRA-019097, *S. guianensis* cv. Mineirão, *S. guianensis* var. Pauciflora BRA-008150 e BRA-011932, *C. acutifolium* BRA-006483, BRA-009227 e BRA-009237 (Tabela 2).

Todas as leguminosas avaliadas apresentaram crescimento estacional, sendo esta característica mais acentuada em *C. acutifolium* BRA-009237, *C. brasilianum* BRA-006025 e *S. macrocephala* BRA-008419. Já *S. guianensis* cv. Mineirão, *S. guianensis* var. Vulgaris BRA-019097, *C. acutifolium* BRA-009237 e BRA-009227 foram as espécies com melhor distribuição estacional em produção de forragem.

Os resultados deste trabalho são semelhantes aos relata-

**TABELA 1 - Rendimento de matéria seca (t/ha) de leguminosas forrageiras durante o período de máxima precipitação. Vilhena, RO. 1990/92.**

LEGUMINOSAS	SEMANAS			
	3	6	9	12
1. <i>S. guianensis</i> cv. Mineirão	0,98	1,73	2,36	4,49
2. <i>S. guianensis</i> var. <i>Vulgaris</i> BRA-019097	0,34	0,59	0,73	2,86
3. <i>S. guianensis</i> var. <i>Pauciflora</i> BRA-015628	0,78	1,49	1,13	2,49
4. <i>S. guianensis</i> var. <i>Pauciflora</i> BRA-008150	0,62	0,91	1,02	4,27
5. <i>S. guianensis</i> var. <i>Pauciflora</i> BRA-022861	0,28	0,41	0,87	2,31
6. <i>S. guianensis</i> var. <i>Pauciflora</i> BRA-011932	0,39	0,72	1,28	2,35
7. <i>S. guianensis</i> var. <i>Pauciflora</i> BRA-001333	0,77	1,38	1,20	3,97
8. <i>S. visçosa</i> BRA-022519	0,23	0,39	0,58	1,55
9. <i>S. capitata</i> BRA-029034	0,34	0,41	0,66	1,38
10. <i>S. capitata</i> CPAC-1925	0,63	0,82	2,29	2,71
11. <i>S. macrocephala</i> BRA-008419	0,43	0,85	1,14	3,59
12. <i>S. macrocephala</i> BRA-022781	0,37	0,61	0,93	1,87
13. <i>S. macrocephala</i> BRA-022837	0,29	0,48	0,88	1,35
14. <i>C. brasilianum</i> BRA-006025	0,89	1,05	1,11	3,52
15. <i>C. pubescens</i> x <i>C. macrocarpum</i> CPAC-2510	0,52	0,89	1,37	2,31
16. <i>C. brasilianum</i> BRA-012297	0,57	1,04	1,31	3,78
17. <i>C. acutifolium</i> BRA-009181	0,42	0,77	1,21	2,15
18. <i>C. acutifolium</i> BRA-006483	0,80	1,02	2,41	3,11
19. <i>C. acutifolium</i> BRA-009227	0,76	1,14	2,86	2,92
20. <i>C. acutifolium</i> BRA-009237	0,82	1,17	2,58	4,58
DMS (Tukey 5%)	0,17	0,29	0,45	0,78

**TABELA 2 - Rendimento de matéria seca (t/ha) de leguminosas forrageiras durante o período de mínima precipitação. Vilhena, RO. 1990/92.**

LEGUMINOSAS	SEMANAS	
	9	12
1. <i>S. guianensis</i> cv. Mineirão	0,78	1,48
2. <i>S. guianensis</i> var. <i>Vulgaris</i> BRA-019097	0,85	1,60
3. <i>S. guianensis</i> var. <i>Pauciflora</i> BRA-015628	0,25	0,88
4. <i>S. guianensis</i> var. <i>Pauciflora</i> BRA-008150	0,70	1,07
5. <i>S. guianensis</i> var. <i>Pauciflora</i> BRA-022861	0,33	0,57
6. <i>S. guianensis</i> var. <i>Pauciflora</i> BRA-011932	0,88	0,95
7. <i>S. guianensis</i> var. <i>Pauciflora</i> BRA-001333	0,60	0,71
8. <i>S. visçosa</i> BRA-022519	0,68	0,76
9. <i>S. capitata</i> BRA-029034	0,10	0,18
10. <i>S. capitata</i> CPAC-1925	0,13	0,19
11. <i>S. macrocephala</i> BRA-008419	0,64	0,77
12. <i>S. macrocephala</i> BRA-022781	0,37	0,65
13. <i>S. macrocephala</i> BRA-022837	0,35	0,50
14. <i>C. brasilianum</i> BRA-006025	0,28	0,49
15. <i>C. pubescens</i> x <i>C. macrocarpum</i> CPAC-2510	0,25	0,42
16. <i>C. brasilianum</i> BRA-012297	0,22	0,48
17. <i>C. acutifolium</i> BRA-009181	0,30	0,43
18. <i>C. acutifolium</i> BRA-006483	0,62	0,89
19. <i>C. acutifolium</i> BRA-009227	0,65	0,85
20. <i>C. acutifolium</i> BRA-009237	0,70	0,97
DMS (Tukey 5%)	0,13	0,27

dos por Botrel *et al.* (1985a,b) avaliando diversos ecotipos de *Centrosema* e *Stylosanthes* em solos de baixa fertilidade natural. Em geral, os rendimentos de forragem registrados nas espécies mais promissoras foram bastante satisfatórios, quando comparados com os de outros trabalhos conduzidos em condições edafoclimáticas semelhantes, sendo superiores aos encontrados por Dutra *et al.* (1981) e Costa *et al.* (1989, 1991), nos cerrados do Amapá e Rondônia, respectivamente.

## CONCLUSÕES

As leguminosas forrageiras mais promissoras para a formação e /ou renovação de pastagens nas condições edafoclimáticas dos cerrados de Rondônia foram *S. guianensis* cv. Mineirão, *S. guianensis* var. Pauciflora BRA-001333 e BRA-008150, *S. guianensis* var. Vulgaris BRA-019097, *S. macrocephala* BRA-008419, *C. acutifolium* BRA-009237, BRA-006483, BRA-009227 e *C. brasilianum* BRA-006025.

## LITERATURA CITADA

BOTREL, M. de A.; PEREIRA, J.R.; XAVIER, D.F. Ava-

liação e seleção de leguminosas forrageiras para solos ácidos e de baixa fertilidade. 1: *Stylosanthes*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.1, p.35-43, 1985a.

BOTREL, M. de A.; PEREIRA, J.R.; XAVIER, D.F. Avaliação de leguminosas forrageiras dos gêneros *Centrosema*, *Galactia* e *Zornia* em solos de baixa fertilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.5, p.585-590, 1985b.

COSTA, N. de L.; OLIVEIRA, J.R. da C.; GONÇALVES, C.A. **Introdução e avaliação de leguminosas forrageiras nos cerrados de Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA-UEPAE 1989. 5p. (Comunicado Técnico, 68).

COSTA, N. de L.; GONÇALVES, C.A.; ROCHA, C.M.C. da. Avaliação agrônômica de leguminosas forrageiras nos cerrados de Rondônia, Brasil. **Pasturas Tropicales**, v.13, n.1, p.36-40, 1991.

DIAS FILHO, M.B.; SERRÃO, E.A.S. **Introdução e avaliação de leguminosas forrageiras na região de Paragominas, Pará**. Belém: CPATU, 1982. 18p. (Circular Técnica, 29).

DUTRA, S.; SOUZA FILHO, A.P.; SERRÃO, E.A.S. **Introdução e avaliação de forrageiras em áreas de cerrado do Território Federal do Amapá**. Belém: CPATU, 1981. 23p. (Circular Técnica, 14).

# METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE PASTAGENS E RESULTADOS DE PESQUISA

DOMÍCIO do N. JUNIOR<sup>1</sup>, JOSÉ M. da S. DIOGO<sup>2</sup> e MÉRCIA V. F. dos SANTOS<sup>3</sup>

## RESUMO

São relatados resultados das pesquisas desenvolvidas no período de 1980-1995, em Viçosa-MG, objetivando conhecer os atributos da pastagem natural que se correlacionam com a produção animal. Dessa forma, foram realizados trabalhos que geraram informações quanto a características de solo,

ocorrência de espécies, composição botânica, disponibilidade de matéria seca, validação de metodologias e comparação de métodos para avaliação da pastagem e da dieta dos animais.

**Palavras-chave:** Botanal, composição botânica, dieta animal, disponibilidade de matéria seca.

## ABSTRACT

### Methodology for evaluating results of pasture research

Research was conducted at Viçosa, Minas Gerais, Brazil during the period 1980-1995 to study the characteristics of pasture which correlate with animal production. This research generated information for soil characteristics, frequency of species, botanical composition, and availability of dry matter. It permitted evaluation of the methodology under our

conditions and a comparison of methods for determining animal diets. Also, it provided information on the relationship between the available forage and the qualitative and quantitative parameters of the diet.

**Additional index words:** Evaluation of pastures, botanal, botanical composition, animal diet, availability of dry matter.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, mesmo considerando-se a franca expansão das pastagens cultivadas, as pastagens naturais ainda são importante fonte de alimento para os rebanhos. As caracterizações qualitativa e quantitativa dessas pastagens, e igualmente da dieta dos animais, são de importância fundamental no estabelecimento de sistemas de manejo, tanto para a pastagem como para os animais, de forma a obter-se maior eficiência na utilização dos recursos forrageiros disponíveis.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram desenvolvidos nos últimos quinze anos em áreas de pastagens naturais, pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa - MG, localizadas no campus universitário. Os solos que suportavam as pastagens apresentam topografia bastante acidentada, caracterizada pela seqüência de relevos côncavo-convexo-topo, conforme designação atribuída por Rezende (1971), e recobertas pela vegetação caracte-

<sup>1</sup> Professor Titular, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, Viçosa, MG 36570-000, Brasil.

<sup>2</sup> Doutor em Zootecnia, Rua Álvaro Gouveia, 337 (Centro), Viçosa, MG 36570-000, Brasil.

<sup>3</sup> Estudante de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, Viçosa, MG 36570-000, Brasil.

rística da região, com estrato herbáceo diversificado, com predominância do capim-gordura (*Melinis minutiflora* Pal. de Beauv), capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Staph), capim-sapé (*Imperata brasiliensis* Trin.), grama batatais (*Paspalum notatum* Flugge) e capim-rabo-de-burro (*Andropogon bicornis* L.), além de algumas leguminosas, dentre elas, desmodium (*Desmodium* spp.) e estilosantes (*Stylosanthes* sp.).

Inicialmente, caracterizaram-se as áreas de pastagens, mediante análises físicas e químicas do solo, bem como a frequência de ocorrência, índice de dominância e cobertura pelas diferentes espécies e produtividade de matéria seca, nos relevos côncavo e convexo (Pimentel *et al.*, 1982). Tendo em vista que as medidas de composição botânica e de disponibilidade de matéria seca auxiliam na interpretação da resposta animal, nos efeitos do manejo, bem como nas estimativas da capacidade de suporte, foram realizados estudos que envolveram a mensuração de tais atributos da pastagem. Dessa forma, Pacheco *et al.* (1987) e Diogo *et al.* (1988) testaram a adequabilidade dos métodos de peso seco por ponto e do rendimento comparativo, para estimar a composição botânica e a produção de matéria seca, respectivamente, mediante a utilização do pacote computacional BOTANAL. Seqüencialmente, Duarte *et al.* (1992), utilizando amostras com composição conhecida, compararam três métodos para determinação da dieta de bovinos, quais sejam: análise micro-histológica em amostras fecais, análise micro-histológica e análise do ponto microscópico em amostras de extrusa. Em condições de pastejo, utilizando animais esôfago-fistulados, Torregroza S. *et al.* (1993) e Diogo *et al.* (1995) caracterizaram a seletividade exercida pelos animais, mediante a determinação da composição botânica e alguns parâmetros qualitativos da dieta, relacionando-os com aqueles da forragem disponível. Nas amostras da forragem e da dieta, foram determinados os teores de proteína bruta (PB) e de fibra em detergente neutro (FDN), e a digestibilidade “*in vitro*” da matéria orgânica (DIVMO).

## RESULTADOS

Os solos dos relevos côncavo e convexo têm carácter eletropositivo, existindo uma diferença significativa entre os dois relevos quanto aos valores da saturação de alumínio, saturação de bases e índice de toxidez de alumínio, bem como uma tendência de maior disponibilidade de água para as espécies vegetais no relevo côncavo. Por outro lado, o relevo côncavo é mais novo, com maior disponibilidade de nutrientes que a unidade convexa, e possui maior número de espécies por unidade de área. Em face dos parâmetros utilizados, as unidades de relevo côncavo e convexo, provavelmente, representam sítios ecológicos distintos (Pimentel *et al.*, 1982).

Pacheco *et al.* (1987) e Diogo *et al.* (1988) observaram que as diferenças nos resultados obtidos pelo BOTANAL em relação ao método de amostragem direta foram, invariavelmente, inferiores em dois pontos percentuais para composição botânica e quatro pontos percentuais para produção de matéria seca. Portanto, os métodos que envolvem estimativa visual são alternativas viáveis aos métodos de amostragem direta, pelo corte e pela pesagem, na determinação da composição botânica e da produção de matéria seca das pastagens. O capim-gordura foi o componente mais importante quanto à contribuição para a produção de matéria seca total das pastagens, seguido do paspalum e do capim-jaraguá.

Os métodos estudados para determinação da dieta dos animais não diferiram entre si quanto às composições e à espécies envolvidas no estudo. Considerando-se que os três métodos se mostraram equivalentes para estimar a composição botânica da dieta dos bovinos, caberá ao pesquisador, dependendo das suas condições, optar por aquele que melhor se ajuste às suas necessidades. A precisão das estimativas analisadas pelo coeficiente de variação decresceu à medida que a participação percentual da espécie diminuiu na amostra (Duarte *et al.*, 1992).

Dietas mais digestíveis e com maior conteúdo de PB (34 a 45% para DIVMS e 56 a 89% para PB) do que a forragem disponível foram obtidas pelos animais mediante a partes específicas das seleções de plantas, como folhas em relação ao caule, material verde em relação ao material morto, e igualmente determinadas plantas individuais. O capim-gordura constituiu a espécie com maior participação na dieta dos animais, com valores da ordem de 45 %, apresentando alta aceitabilidade, independente do período, do estágio fenológico ou da disponibilidade. O capim-jaraguá foi bastante selecionado durante o período chuvoso, contrastando com alta rejeição no período seco. A grama batatais, as leguminosas e as “ervas e arbustos” foram rejeitadas no período chuvoso, com médias inferiores a 3 %, havendo, no entanto, incremento de suas participações na dieta durante o período seco, cujas médias chegaram a atingir 6, 8 e 9 %, respectivamente (Torregroza S. *et al.*, 1993; Diogo *et al.*, 1995).

## CONCLUSÕES

- Os relevos côncavo e convexo indicam sítios ecológicos distintos;
- O BOTANAL, que integra os métodos do peso seco por posto e do rendimento comparativo, apresenta boa confiabilidade para estimar a composição botânica e a disponibilidade de matéria seca em pastagens naturais;
- Como os métodos estudados para determinação da dieta dos animais não diferiram entre si, a escolha dependerá

das condições e necessidades do pesquisador;

- Dietas mais digestíveis e com maior conteúdo de proteína do que a forragem disponível são obtidas pelos animais mediante a seleção de partes específicas das plantas;

- O capim-gordura constitui a espécie com maior participação na dieta dos animais.

### LITERATURA CITADA

DIOGO, J.M.S.; NASCIMENTO JR, D.; REGAZZI, A.J. Avaliação da composição botânica e da produção de matéria seca de pastagens naturais utilizando-se o botanal e outros métodos. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.17, n.6, p.578-585, 1988.

DIOGO, J.M.S.; NASCIMENTO JR, D.; GOMIDE, J.A. Composição botânica da dieta selecionada por novilhos em pastagem natural de Viçosa-MG. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27, Brasília, DF, 1995, **Anais**. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p.8-10.

DUARTE, C. M. L.; NASCIMENTO JR, D.; SILVA, E. A. M.; REGAZZI, A. J. Métodos para estimar a composição da dieta dos herbívoros. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v. 21, n.2, p.279-290, 1992.

PACHECO, B.M.; NASCIMENTO JR, D.; REGAZZI, A.J. Comparação de métodos para estimativa da composição botânica de pastagem. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.16, n.4, p.337-351, 1987.

PIMENTEL, J. C. M.; NASCIMENTO JR, D.; RESENDE, M.; EUCLYDES, R. F.; CÂNDIDO, J. F. Caracterização das pastagens naturais das pedopaisagens côncava e convexa do planalto de Viçosa-MG. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.11, n.1, p.168-187, 1982.

REZENDE, S.B. **Estudo de cromotopossequência em Viçosa, Minas Gerais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1971. 71 p. Tese de Mestrado.

TORREGROZA S., L. J., NASCIMENTO JR, D.; DIOGO, J.M.S.; REGAZZI, A. J.; MARIA, J. Composição botânica da dieta de novilhos esofagofistulados em pastagem natural de Viçosa. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.22, n.5, p.852-861, 1993.

# ESTABLISHMENT PERFORMANCE OF OVERSOWN AND PURE-SOWN FORAGE LEGUMES IN SAVANNA ENVIRONMENTS IN GHANA

P. BARNES<sup>1</sup>

---

## ABSTRACT

Two studies were conducted at different times to find out 1) the appropriate conditions for oversowing the legume *Stylosanthes guianensis* in natural pasture and 2) to test different forage legumes when sown alone for herbage production and chemical composition in savanna environments.

In the oversowing study among different sowing methods (drill, broadcast, broadcast and rolling) and different land preparation methods (plough and harrow, harrow, slash, slash and burn) it was found that the best method for oversowing

*S. guianensis* in natural pasture was on ploughed land and with seed drilling. In the legume evaluation study it was found that the most productive legumes for fodder development in a guinea savanna environment were *Centrosema pubescens*, *Lablab purpureus*, *Macrotyloma axillare* and *Stylosanthes guianensis* with herbage yield ranging between 1.5 and 3.5 t/ha. in 6 months.

**Additional index words:** Oversowing, fodder bank, chemical composition.

---

## INTRODUCTION

Forage legumes are important in natural or sown pastures because of their beneficial effect on associated plants in pasture through nitrogen fixation. Apart from that, forage legumes usually have high nutritive value for animal production in terms of digestibility (Norton, 1982) and intake (Minson, 1982).

In extensive livestock production situations as the prevalent in the savanna areas of Ghana, low cost legume oversowing of natural pasture is recommended. One common practice in oversowing is to burn grassland as a pretreatment for the establishment of oversown legumes. However, burning and heavy grazing prior to oversowing will be most useful where seedlings experience severe competition for light, as in environments receiving more than 1 000 mm rainfall, or where soil fertility is high enough to support a dense sward (Cook,

1980). In any oversowing programme it is necessary to consider the main limiting factors like light, water, nutrients and seedling vigour and to plan management on that basis.

The value of legumes sown alone or established as fodder banks in livestock production farms has been established in many countries. Liveweight gains of cattle grazing native pasture in Fiji were more than doubled when *Leucaena leucocephala* was established over 20% of the area (Partridge & Ranacou, 1974). In Australia a form with 1.6% of its 1 million ha. under *Stylosanthes hamata* cv. Verano dominant pastures increased the annual beef production by around 70% (Edye, 1987).

The objectives of the studies were to find out the appropriate method of oversowing the legume *Stylosanthes guianensis* in natural pasture and to evaluate a number of introduced legumes for herbage productivity and quality in savanna environments.

---

<sup>1</sup> Animal Research Institute, P. O. Box 20, Achimota, Ghana.

## MATERIAL AND METHODS

### Experiment 1.

*Stylosanthes guianensis* was sown (1) in drills, (2) broadcast, or (3) broadcast followed by a roller, on land that had been (a) ploughed and harrowed, (b) harrowed, (c) slashed, (d) slashed and burned or (e) grazed closely by sheep at Katamanso station (lat. 5° 45'N) of Animal Research Institute in the coastal savanna of Ghana.

A split plot design with three replications was used. One hundred seeds were sown per treatment in a 1 square metre. Seedlings were counted at the 2-3 foliate stage, when early establishment was assumed to be complete. The experiment was sown at three dates in 1976 in the early part of the major rainy season (23 March, 29 April and 4 June).

### Experiment 2.

The experiment involved testing 20 forage legumes for herbage productivity and chemical composition at a site in the guinea savanna zone of Ghana. The site was the Animal Research Institute station at Nyankpala (lat. 9° 40'N).

The twenty forage legume accessions were sown on 17 July, 1992, in a randomised block design with 4 blocks of 20 plots per block. The plots measured 1m x 3m each. Seed was sown in drills 40 cm apart in the middle of plots. Two 1m<sup>2</sup> harvests were taken of herbage at 5-10cm height of the forage legume entries on 10 December, 1992. Dry weights of samples were recorded after drying in laboratory ovens at 60°C for 48 hours. Macro and micro-nutrients were analysed for testing forage legumes.

## RESULTS

### Experiment 1.

Table 1 shows the effect of land preparation and seeding or planting method on initial establishment of *Stylosanthes guianensis*. There were significant differences ( $P=0.05$ ) between land preparation treatments in the first and third sowings. In all sowings, establishment was highest on the plough treatment, usually followed by burn, harrow and slash treatments; and in all cases grazing ranked lowest. Highly significant differences ( $P=0.01$ ) were found between drilling and the other sowing methods for all planting times. Establishment was highest when seed was drilled regardless of land preparation and no advantage was observed in packing surface-sown seed with a roller.

### Experiment 2.

The highest significant ( $P=0.05$ ) herbage yield was obtained in the entry of *Stylosanthes scabra* (441) followed by *Centrosema brasilianum*. The majority of the entries had significantly similar yields and the significantly low yielding accessions or early senescent accessions were *Chaemacrista rotundifolia*, *Desmodium* spp, *Neonotonia wightii* and *Vigna unguiculata* (Table 2).

Table 3 presents some macro and micro-elements contents of the legume entries in the evaluation test at Nyankpala. Entries which showed high contents of both macro-nutrients (N, Ca, P, K, Mg and Na) and micro-nutrients (Mn, Zn, Cu and Fe) were *Centrosema pubescens*, *Lablab*

TABLE 1 - The effect of land preparation and seeding method on initial establishment of *S. guianensis*. (Results expressed as percentage of seed sown).

Treatment	Establishment (%) (Sowing date in 1976)		
	23 March	29 April	4 June
(Whole plot)			
Plough	12.0	9.9	18.7
Burn	7.0	7.7	13.5
Harrow	9.8	7.0	10.3
Slash	7.1	6.6	8.0
Graze	4.6	5.0	5.6
L.S.D. ( $P=0.05$ )	4.1	4.0	8.0
(Split plot)			
Drill	12.7	8.5	13.3
Broadcast	4.5	6.7	10.0
Broadcast-roller	7.1	6.6	10.3
L.S.D. ( $P=0.01$ )	3.7	1.5	2.6

**TABLE 2 - Herbage dry matter yields after 6 months primary growth of forage legume entries in the evaluation at Nyankpala, Guinea savanna, lat. 9o 40'N.**

Entry (Accession) (ILCA No.)	Herbage yield (t/ha)
<i>Centrosema brasilianum</i> (6773)	2200.0 b
<i>Centrosema pascuorum</i> (6774)	1600.0 bc
<i>Centrosema pubescens</i> (219)	1750.0 bc
<i>Chaemacrista rotundifolia</i> (9288)	200.0 e
<i>Clitoria ternatea</i> (9291)	1425.0 bc
<i>Desmodium intortum</i> (104)	200.0 e
<i>Desmodium uncinatum</i> (6765)	450.0 e
<i>Lablab purpureus</i> (147)	1975.0 bc
<i>Macroptilium atropurpureum</i> (69)	1875.0 bc
<i>Macroptilium axillare</i> (6756)	2075.0 bc
<i>Neonotonia wightii</i> (6761)	175.0 e
<i>Rhynchosia minima</i> (13935)	1450.0 bc
<i>Stylosanthes guianensis</i> (4)	1333.2 cd
<i>Stylosanthes guianensis</i> (163)	1366.7 bcd
<i>Stylosanthes hamata</i> (75)	1500.0 bc
<i>Stylosanthes hamata</i> (167)	1333.2 cd
<i>Stylosanthes scabra</i> (140)	-
<i>Stylosanthes scabra</i> (441)	3400.0 a
<i>Vigna unguiculata</i> (9333)	441.8 e
<i>Zornia latifolia</i> (172)	566.7 de
L.S.D. (P=0.05)	838.2

**TABLE 3 - Nitrogen content (%) and some macro- and micro-elements (mg/kg) of forage entries at Nyankpala.**

Entry (species)	ILCA No.	CHEMICAL COMPOSITION									
		N	MACRO AND MICRO-ELEMENTS, mg/kg (air-dry)								
			(%)	Ca	P	Na	Mg	Mn	Zn	Cu	Fe
<i>Centrosema brasilianum</i>	6773	1.63	9669	1072	62.9	272	285	33	7	331	4261
<i>Centrosema pascuorum</i>	6774	1.47	8106	822	385.4	272	296	30	7	528	5056
<i>Centrosema pubescens</i>	219	2.22	12583	1217	43.0	351	268	40	10	540	4787
<i>Chamaecrista rotundifolia</i>	9288	1.53	7442	837	39.9	262	252	30	-	1093	2800
<i>Clitoria ternatea</i>	9291	1.59	4252	916	95.3	615	342	43	7	438	5996
<i>Desmodium intortum</i>	104	1.58	6898	929	52.8	254	148	40	-	1023	5193
<i>Desmodium uncinatum</i>	6765	1.79	6844	883	42.8	270	220	30	-	1016	4330
<i>Lablab purpureus</i>	147	2.09	8878	1190	46.2	271	92	30	-	373	4987
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	69	1.83	6766	768	33.0	412	109	30	-	776	4657
<i>Macroptilium axillare</i>	6756	2.30	11320	1014	33.0	376	469	49	7	696	4056
<i>Neonotonia wightii</i>	6761	2.48	11993	1557	39.9	409	242	40	-	438	3060
<i>Rhynchosia minima</i>	13935	1.81	7171	899	103.95	326	395	39	7	760	3198
<i>Stylosanthes guianensis</i>	4	1.90	9435	918	-	312	276	40	10	794	6254
<i>Stylosanthes guianensis</i>	163	2.20	9036	1171	36.5	319	289	13	10	860	625
<i>Stylosanthes hamata</i>	75	1.55	11941	682	46.1	263	145	23	-	243	4990
<i>Stylosanthes hamata</i>	167	1.20	9172	606	59.6	232	232	36	6	354	373
<i>Stylosanthes scabra</i>	441	1.63	14106	663	1033.1	245	139	70	-	1265	4663
<i>Vigna unguiculata</i>	9333	2.39	11761	1286	697.7	462	385	60	10	601	8511
<i>Zornia latifolia</i>	172	2.29	5265	1365	59.6	252	232	46	7	871	5526

*purpureus*, *Macrotyloma axillare*, *Neonotonia wightii*, *Stylosanthes guianensis* and *Vigna unguiculata*. Some species demonstrated high content of Na, K and Fe which could mean high tolerance for these minerals.

## DISCUSSION

In the oversowing study the best method for sowing *S. guianensis* was on ploughed land and with seed drilling. This result shows that in the Katamanso area soil fertility and average annual rainfall, 760mm (Rose Innes, 1977), may be high enough for dense sward growth which necessitates cultivation before oversowing.

In a forage herbage yield evaluation study, Akinola & Olorunju (1990) found that among the herbaceous legumes studied at Shika, Nigeria (lat.11°N), *Lablab purpureus*, *Stylosanthes guianensis* and *Stylosanthes hamata* outyielded four other legumes in three successive years. These findings agree with those in the present study. Using chemical composition and high herbage yield criteria for selection of promising accessions for use in fodder bank development the following should be considered: *Centrosema pubescens*, *Lablab purpureus*, *Macrotyloma axillare* and *Stylosanthes guianensis*.

## CONCLUSIONS

The two studies have demonstrated the best method to

employ for oversowing *S. guianensis* in the coastal savanna and the highest yielding forage legumes to use in fodder development in the guinea savanna of Ghana.

## REFERENCES

- AKINOLA, J. O. ; OLORUNJU, S. A. S. Changes in herbage yield and quality of indigenous and introduced forages with age. **J. Anim. Prod.**, v.10, n.1, p.1-12, 1990.
- COOK, S. J. Establishing pasture species in existing swards: a review. **Trop. Grassl.**, v.14, p.181-187, 1980.
- EDYE, L. A. Potential of *Stylosanthes* for improving tropical grassland. **Outlook on Agriculture**, v.16, n.3, p.124-130, 1987.
- MINSON, D. J. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: HACKER, J.B., ed., **Nutritional limits to animal production from pastures**. Farnham Royal, U.K.: CAB, 1982. p.167-182.
- NORTON, B. W. Differences between species in forages quality. In: HACKER, J.B., ed., **Nutritional limits to animal production from pastures**. Farnham Royal, U. K.: CAB, 1982. p.89-110.
- PARTRIDGE, I.J.; RANACOU, E. The effects of supplemental *Leucaena leucocephala* browse on steers grazing *Dichanthium caricosum* in Fiji. **Trop. Grassl.**, v.8, p.107-112, 1974
- ROSE INNES, R. **A manual of Ghana grasses**. U.K.: NRI/ ODA, 1977. p.261.

# COMPOSIÇÃO BOTÂNICA DA DIETA DE BOVINOS EM PASTAGEM NATIVA DO CERRADO SUBMETIDA À QUEIMA

PATRÍCIA A. BRÂNCIO<sup>1</sup>, DOMÍCIO do N. JÚNIOR<sup>2</sup>, ELINO A. de MORAES<sup>3</sup> e ADAIR J. REGAZZI<sup>4</sup>

## RESUMO

A seletividade de bovinos esôfago-fistulados foi avaliada, de novembro/94 a fevereiro/95, em pastagem nativa do Cerrado, submetida a tratamentos sem queima e com queimas no início, meio e final da estação seca. Determinaram-se as composições botânica da dieta e da pastagem, utilizando-se os métodos do Ponto Microscópico e BOTANAL, respectivamente. O comportamento seletivo dos animais tor-

nou as diferenças entre os tratamentos mais estreitas. Em novembro, os animais preferiram *A. barbigerus* e *A. marginatus*, em áreas queimadas, e *Vellozia flavicans* e dicotiledôneas, na área não queimada. *E. inflexa* foi a espécie mais selecionada, no período de dezembro/94 a fevereiro/95, constituindo-se de 53% a 90% da dieta animal.

**Palavras-chave:** Seletividade.

## ABSTRACT

### Effect of burning of native pasture in the "Cerrado" on the botanical composition of the diet of beef cattle

The selection of forages by esophageal-fistulated beef cattle was evaluated from November 1994 to February 1995 on a native pasture in the "Cerrado" which has been either burned or not burned at the beginning, midpoint, and end of the dry season. The botanical composition of the diet and the pasture was determined using the Microscopic Point and the BOTANAL methods, respectively. The selection behavior of the animals reduced the differences between treatments.

In November, the animals preferred *A. barbigerus* and *A. marginatus* in the burned areas and *Vellozia flavicans* and dicotyledons in the unburned areas. *E. inflexa* was the specie most preferred in the period from December 1994 to February 1995, constituting from 53 to 90% of the diet of the animals.

**Additional index words:** Botanical composition of diet, diet selection.

## INTRODUÇÃO

As áreas do Cerrado com pastagens nativas apresentam baixo potencial de produção bovina, marcada estacionalidade de produção forrageira e grande diversidade florística. Quan-

do as condições de umidade e temperatura são favoráveis, a vegetação nativa pode atender às exigências de algumas categorias animais, entretanto, no período da seca, ocorre um decréscimo no crescimento e queda da qualidade da forragem, em razão da redução do teor de proteína e digestibilidade

<sup>1</sup> Estudante de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, Viçosa, MG 36570-000, Brasil.

<sup>2</sup> Professor Titular, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, Viçosa, MG 36570-000, Brasil.

<sup>3</sup> Pesquisador, EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, BR 020 km 18, Planaltina, DF 73301-970, Brasil.

<sup>4</sup> Professor Titular, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Informática, Viçosa, MG 36570-000, Brasil.

e da rapidez de lignificação das gramíneas (Simão Neto e Dias Filho, 1995).

A bovinocultura desenvolvida na região tem na pastagem nativa sua principal ou única fonte de forragem. A baixa qualidade da forragem reduz o consumo voluntário e, por conseqüência, os requisitos nutricionais dos rebanhos não são atendidos e a produção de carne e leite é seriamente prejudicada (Simão Neto e Dias Filho, 1995). Torna-se necessário, portanto, adotar algumas práticas de manejo, tais como a queima, visando a minimizar os problemas de escassez e o baixo valor nutritivo das forragens, em especial na estação seca. Sua principal finalidade consiste na remoção da "macega", proporcionando uma nova rebrotação mais tenra, palatável e de melhor qualidade.

A composição botânica e a qualidade da dieta selecionada para bovinos em pastagens nativas de Cerrado, submetidas a queimas em diferentes épocas, são pouco conhecidas. Tais informações contribuem para o planejamento de estratégias de manejo, identificando as espécies de plantas nas quais o manejo deveria se basear. Em virtude disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a composição botânica e a qualidade da dieta de bovinos em pastagem nativa de Cerrado com e sem queima.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Água Limpa, pertencente à Universidade de Brasília, DF, onde o Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (EMBRAPA-CPAC) executa, desde 1989, um projeto de pesquisa que visa a estudar os efeitos do manejo do fogo em pastagens nativas do Cerrado. A área caracteriza-se como uma transição entre Cerrado "stricto sensu" e campo-Cerrado, em latossolo vermelho-amarelo na maior parte da área e latossolo vermelho-escuro em menor proporção.

Os tratamentos foram os seguintes:

1. queima anual no início da estação seca (2 ha);
2. queima anual no meio da estação seca (2 ha);
3. queima anual no final da estação seca (2 ha), e
4. sem queima (1 ha).

Por apresentarem potencial forrageiro, as seguintes espécies de gramíneas foram estudadas: *Axonopus barbigerus*, *Axonopus marginatus*, *Echinolaena inflexa*, *Mesosetum loliiforme* e *Schyzachirium* spp. A gramínea *Trachypogon filifolius* foi estudada em virtude da sua grande frequência na área (Moraes *et al.* 1991) e alta resistência ao fogo (Tomazini Neto *et al.*, 1995). As não *Gramineae* foram agrupadas, pois só adquirem importância para a dieta na estação seca.

Durante cinco dias consecutivos, nos meses de novembro e dezembro de 1994 e janeiro e fevereiro de 1995, cole-

taram-se amostras de dieta, utilizando-se quatro animais bovinos esôfago-fistulados, mestiços azebuados, com predominância de sangue gir e peso médio de 220 kg e idade de dois anos e meio.

A composição botânica da dieta das amostras de extrusa foi analisada pela técnica do Ponto Microscópico (Duarte *et al.*, 1993). Os fragmentos de plantas foram identificados com base em características morfológicas de partes de plantas das espécies conhecidas, como tipo de pubescência, cor, venação, tamanho e forma (Galt *et al.*, 1968).

Para obtenção da composição botânica da pastagem, utilizou-se o programa computacional BOTANAL (Diogo *et al.*, 1988).

Foi calculado o índice de seleção (IS), proposto por Hodgson (1979), que consiste em:

$$IS = \frac{\% \text{ do componente na dieta}}{\% \text{ do componente na pastagem}}$$

O modelo estatístico adotado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, no esquema de parcelas subdivididas. Os tratamentos das parcelas foram: sem queima e com queima no início, meio e final da estação seca, enquanto os meses de coleta (outubro, novembro, dezembro e janeiro) constituíram as subparcelas.

## RESULTADOS

A composição botânica da pastagem na área sem queima apresentou tendência a menores participações de *T. filifolius* e dicotiledôneas, e maiores participações de *E. inflexa*, *A. barbigerus* e *A. marginatus*, comparada com a das áreas submetidas à queima. Contudo, a área queimada no final da época seca teve composição semelhante quanto ao *A. barbigerus* e *A. marginatus*. (Tabela 1).

Todas as espécies ou grupos de espécies, em geral, apresentaram valores pouco variáveis ao longo dos meses (Tabela 1). Apenas no tratamento com queima mais recente observou-se um acentuado decréscimo das espécies *A. barbigerus* e *A. marginatus*, em termos percentuais, nos últimos meses de amostragem, enquanto houve acréscimo de dicotiledôneas a partir de dezembro e de *T. filifolius* em fevereiro.

Com relação à composição botânica da dieta (Tabela 2), observou-se influência da época de realização de queima na participação de todas as espécies, exceto *M. loliiforme* e *Vellozia flavicans*. Entretanto, o mês de coleta não influenciou a participação de *M. loliiforme*, *Schyzachirium* spp., *Palmaceae* spp. e dicotiledôneas.

A queima em diferentes épocas influenciou, de certa forma, a seletividade dos animais, provavelmente em razão de algumas espécies apresentarem-se em estádios de desenvolvi-

**TABELA 1 - Composição botânica de uma pastagem nativa dos Cerrados submetida a tratamentos sem queima e com queima no início, meio e final da estação seca, durante o período de nov/94 a fev/95.**

TRATAMENTOS	MÊS DE COLETA	E. inflexa	A. barbigerus	A. marginatus	T. filifolius	Schyzachium spp.	Mesosetum loliiforme	Outras gramíneas	Palmaceae spp.	Vellozia flavicans	Dicotiledôneas
QUEIMA NO INÍCIO DA ESTAÇÃO SECA	Nov	9,9	1,6	9,0	9,1	2,0	0,7	0,4	0,7	2,1	64,5
	Dez	13,7	2,1	4,2	4,8	0,5	0,5	0,5	-	-	73,8
	Jan	6,9	1,9	4,8	6,6	0,8	0,3	4,5	-	2,6	71,5
	Fev	10,2	5,0	5,8	6,5	2,0	0,4	2,1	3,7	-	64,4
	Média	10,2	2,6	5,9	6,7	1,3	0,5	1,9	1,1	1,2	68,5
QUEIMA NO MEIO DA ESTAÇÃO SECA	Nov	12,9	1,5	8,0	12,6	1,7	2,7	0,2	-	0,5	59,8
	Dez	13,2	0,6	7,5	5,3	1,2	1,2	1,4	1,2	-	68,4
	Jan	9,4	1,9	7,1	5,0	3,1	2,8	1,7	-	0,6	68,5
	Fev	10,9	4,8	6,0	8,6	3,4	1,4	2,8	0,7	-	61,4
	Média	11,6	2,2	7,1	7,8	2,3	2,0	1,5	0,5	0,3	64,5
QUEIMA NO FINAL DA ESTAÇÃO SECA	Nov	13,0	14,8	30,5	5,9	0,3	1,3	1,8	-	2,5	29,8
	Dez	16,9	3,2	10,0	5,8	-	0,5	1,1	-	-	62,4
	Jan	9,9	3,9	5,3	5,8	0,2	0,5	0,7	-	4,3	69,5
	Fev	11,0	6,3	7,5	13,3	0,5	0,3	2,5	1,3	-	57,3
	Média	12,7	7,0	13,3	7,7	0,2	0,6	1,5	0,3	1,7	54,7
SEM QUEIMA	Nov	20,9	5,1	15,5	5,4	2,8	0,4	0,6	2,2	-	47,2
	Dez	20,6	5,3	16,9	3,5	5,1	-	0,4	-	-	48,2
	Jan	26,7	6,2	9,4	1,8	1,5	-	2,5	-	4,9	46,9
	Fev	20,3	7,8	16,2	9,0	0,7	-	0,6	-	3,0	42,3
	Média	22,1	6,1	14,5	4,9	2,5	0,1	1,0	0,5	2,0	46,1

mento distintos, dependendo do tratamento. Entretanto, verificou-se que o comportamento dos índices de seletividade para as espécies foi muito semelhante nos tratamentos (Tabela 3). A capacidade dos animais em selecionar dieta tornou as diferenças entre tratamentos mais estreitas, em concordância com outros autores (Woolfolk *et al.*, 1975).

A maior seleção pela *E. inflexa*, exceto em novembro, em todos os tratamentos, pode estar relacionada com a tendência dessa espécie em apresentar maiores teores de proteína bruta e menores de FDN, principalmente nas folhas, em relação às outras gramíneas. A sua menor seleção em novembro provavelmente relaciona-se com a dificuldade de preensão da mesma pelos animais, uma vez que suas folhas encontravam-se muito próximas ao solo no início da brotação em áreas queimadas.

As outras espécies foram selecionadas em menores proporções, apresentando maior participação no primeiro mês de coleta. O fato de as espécies *A. barbigerus* e *A. marginatus* terem sido mais selecionadas em áreas queimadas deve-se, provavelmente, a maior facilidade de preensão em decorrência do rápido crescimento que apresentam após o início das chuvas, em relação a *E. inflexa*; ou ao fato de os *Axonopus* apresentarem boa aceitação pelos animais, porém em menor proporção que *E. inflexa*.

Na área sem queima, onde a rebrotação foi retardada, no primeiro mês de amostragem os animais apresentaram

maior preferência pela *Vellozia flavicans* e outras dicotiledôneas. Essas espécies permaneceram verdes durante o período de seca e, possivelmente, apresentaram melhor valor nutritivo comparadas às gramíneas.

Nas áreas submetidas à queima, durante os meses de amostragem, e na área sem queima a partir de dezembro, observou-se pequena participação das dicotiledôneas na dieta, enquanto no pasto era alta a sua proporção. Considerando que os estratos arbustivo e arbóreo não são amostrados pela metodologia utilizada para estimar a composição botânica da pastagem, os índices de seletividade devem ser ainda menores, o que caracteriza alta rejeição (Tabela 3).

## CONCLUSÕES

1. *E. inflexa* foi a espécie mais selecionada, independente do tratamento, exceto em novembro.
2. As outras espécies foram selecionadas em menores proporções. Entretanto, em áreas queimadas, quando *E. inflexa* encontrava-se em início de rebrotação, *A. barbigerus* e *A. marginatus* tiveram maiores participações na dieta.
3. Os animais apresentaram preferência por determinadas espécies, tornando as diferenças entre tratamentos mais estreitas.

**TABELA 2 - Médias mensais da composição botânica da dieta selecionada por novilhos esôfago-fistulados, em pastagem nativa de Cerrado, submetida a quatro tratamentos: sem queima e com queima no início, meio e final da estação seca, de nov/94 a fev/95.**

ESPÉCIES	Mês de coleta	COM QUEIMA			SEM QUEIMA	Média
		INÍCIO ESTAÇÃO SECA	MEIO ESTAÇÃO SECA	FINAL ESTAÇÃO SECA		
<b>Echinolaena inflexa</b>	Nov	7,4	8,5	17,1	18,7	12,9 b
	Dez	61,4	67,9	84,1	68,9	70,6 a
	Jan	60,1	53,4	80,2	89,7	70,7 a
	Fev	68,4	73,5	81,1	77,0	77,0 a
	Média	49,3 B	50,8 B	65,6 A	63,6 A	
<b>* Trachypogon filifolius</b>	Nov	14,6 Aa	8,8 Ba	5,0 Ca	2,2 Ca	
	Dez	3,1 Bc	6,5 Aa	1,2 Ba	0,3 Ba	
	Jan	6,6 Ab	9,0 Aa	2,0 Ba	0,9 Ba	
	Fev	1,9 Ac	2,1 Ab	1,7 Aa	1,2 Aa	
	Média	6,5	6,6	2,5	1,2	
<b>Axonopus barbigerus</b>	Nov	38,5	36,8	32,6	14,0	30,5 a
	Dez	7,8	5,1	3,2	4,1	5,1 b
	Jan	4,8	7,5	1,8	5,0	3,8 b
	Fev	3,1	4,7	2,5	0,6	3,7 b
	Média	13,5 A	13,5 A	10,0 AB	5,9 B	
<b>* Axonopus marginatus</b>	Nov	10,6 Ba	17,5 Ba	26,2 Aa	3,4 Ca	
	Dez	2,1 Aa	3,6 Ab	2,4 Ab	2,2 Aa	
	Jan	2,0 Aa	2,8 Ab	3,0 Ab	0,9 Aa	
	Fev	4,6 Aa	2,1 Ab	1,6 Ab	2,3 Aa	
	Média	4,8	6,5	8,3	2,2	
<b>Schyzachirium spp.</b>	Nov	9,3	5,7	3,9	0,7	4,9 a
	Dez	8,6	6,6	1,1	0,6	4,1 a
	Jan	8,3	8,6	3,0	0,4	5,2 a
	Fev	4,6	3,1	2,2	1,6	2,9 a
	Média	7,7 A	6,0 B	2,6 C	0,8 D	
<b>*Mesosetum loliiforme</b>	Nov	0,1	0,2	0,4	0,0	0,2
	Dez	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
	Jan	0,2	0,4	0,1	0,0	0,2
	Fev	0,9	0,0	0,1	0,1	0,3
	Média	0,3	0,2	0,2	0,1	
<b>*Palmeaceae spp.</b>	Nov	0,3	0,0	0,2	1,3	0,5
	Dez	0,0	0,0	0,0	0,7	0,2
	Jan	0,0	0,0	0,1	0,4	0,1
	Fev	1,1	0,0	0,1	0,6	0,4
	Média	0,3	0,0	0,1	0,7	
<b>*Vellozia flavicans</b>	Nov	6,4	7,1	2,7	30,5	11,7
	Dez	1,4	0,9	0,0	6,1	2,1
	Jan	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
	Fev	0,8	0,6	0,2	1,9	0,9
	Média	2,1	2,2	0,8	9,6	
<b>** Outras Gramíneas</b>	Nov	4,4 Ab	5,4 Aa	7,0 Aa	2,9 Aa	
	Dez	3,1 Ab	3,6 Aa	2,2 Ab	3,9 Aa	
	Jan	8,7 Aa	7,3 Aa	3,9 Bab	2,2 Ba	
	Fev	4,4 Ab	5,2 Aa	2,5 Ab	2,4 Aa	
	Média	5,2	5,4	3,9	2,9	
<b>** Dicotiledônias</b>	Nov	3,2 Ba	2,7 Ba	0,4 Ba	21,1 Aa	
	Dez	8,5 Aa	2,4 Aa	2,4 Aa	9,4 Ab	
	Jan	3,8 Aa	5,8 Aa	2,0 Aa	3,0 Ab	
	Fev	5,6 Aa	5,2 Aa	4,4 Aa	3,9 Ab	
	Média	5,3	4,0	2,3	9,3	

- Valores médios mensais para a mesma espécie, dentro de cada tratamento, seguidos pela mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Newman-Keuls ( $P > 0,05$ ).

- Valores médios do tratamento para a mesma espécie, seguidos pela mesma letra maiúscula, nas linhas não diferem entre si pelo teste de Newman-Keuls ( $P > 0,05$ ).

\* Não foi realizado análise estatística.

\*\* Presença de interação entre os efeitos do tratamento e mês pelo teste F ( $P > 0,05$ ).

TABELA 3 - Índice de seleção (IS) para espécies encontradas na dieta de novilhos esôfago-fistulados, em área de pastagem nativa do Cerrado sem queima e com queima em três diferentes épocas, de nov/94 a fev/95.

COMPONENTES	MESES DE COLETA	TRATAMENTOS			
		COM QUEIMA			SEM QUEIMA
		Queima início estação seca	Queima meio estação seca	Queima final estação seca	
<i>E. inflexa</i>	Nov	0.7 b	0.7 b	1.3 b	0.9b
	Dez	4.5 a	5.1 a	5.0 a	3.3a
	Jan	8.7 a	5.7 a	8.1 a	3.4a
	Fev	6.7 a	6.7 a	7.4 a	3.8a
<i>A. barbigerus</i>	Nov	24.1 a	24.5 a	2.2 a	2.7 a
	Dez	3.7 b	8.5 b	1.0 b	0.8 b
	Jan	2.5 b	3.9 b	0.5 b	0.8 b
	Fev	0.6 b	1.0 b	0.4 b	0.1 b
<i>A. marginatus</i>	Nov	1.2 b	2.2 a	0.9 b	0.2 c
	Dez	0.5 b	0.5 b	0.2 c	0.1 c
	Jan	0.4 b	0.4 b	0.6 b	0.1 c
	Fev	0.8 b	0.3 b	0.2 c	0.1 c
<i>T. filifolius</i>	Nov	1.6 a	0.7 c	0.8 b	0.4 c
	Dez	0.6 b	1.2 b	0.2 c	0.1 c
	Jan	1.0 b	1.8 a	0.4 c	0.5 b
	Fev	0.3 c	0.2 c	0.1 c	0.1 c
<i>Schyzachirium</i> spp.	Nov	4.6 a	3.4 a	13.3 a	0.3 b
	Dez	17.1 a	5.5 a	* b	0.1 c
	Jan	10.4 a	2.8 a	15.0 a	0.2 b
	Fev	2.3 a	0.9 b	4.5 b	2.2 b
<i>M. loliforme</i>	Nov	0.2 c	0.1 c	0.3 c	** c
	Dez	** c	0.1 c	0.2 c	* b
	Jan	0.8 b	0.1 c	0.2 c	- b
	Fev	2.2 a	** c	0.4 b	* b
<i>Palmaceae</i> spp.	Nov	0.4 b	- b	* b	0.6 c
	Dez	0.0 b	** c	- b	* b
	Jan	0.0 b	- b	* b	* b
	Fev	0.3 c	0.0 b	0.0 c	* b
<i>Vellozia flavicans</i>	Nov	3.0 b	14.2 b	1.1 b	* a
	Dez	* b	* b	- b	* b
	Jan	** b	** b	0.0 b	** b
	Fev	* b	* b	* b	0.6 b
Outras gramíneas	Nov	11.0 a	26.8 a	3.9 a	4.8 a
	Dez	6.2 a	2.5 b	2.0 b	9.8 a
	Jan	1.9 a	4.3 a	5.5 a	0.9 b
	Fev	2.1 a	1.8 a	1.0 b	4.1 b
Dicotiledôneas	Nov	0.1 c	0.0 c	0.0 c	0.4 c
	Dez	0.1 c	0.0 c	0.0 c	0.2 c
	Jan	0.1 c	0.1 c	0.0 c	0.1 c
	Fev	0.1 c	0.1 c	0.1 c	0.1 c

a : IS > 1, indicando seletividade do animal pela determinada espécie;

b : IS = 1, indicando coleta pelo animal na mesma proporção da forragem disponível;

c : IS < 1, indicando rejeição do animal pela determinada espécie;

\* : traço de participação no pasto;

\*\* : traço de participação na dieta.

## LITERATURA CITADA

- DIOGO, J.M.S.; NASCIMENTO JR., D.; REGAZZI, A.J. Avaliação da composição botânica e produção de matéria seca de pastagens naturais utilizando o BOTANAL e outros métodos. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, v.17, n.6, p.578-85, 1988.
- DUARTE, C.M.L.; NASCIMENTO JR., D.; SILVA, E.A.M.; REGAZZI, A.J. Métodos para estimar a composição botânica da dieta dos herbívoros. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, v.21, n.2, p.279-90, 1992.
- GALT, H.D.; OGDEN, P.R.; EHRENCREICH, J.H.; THEURER, B.; MARTIN, C. Estimating botanical composition of forage samples from fistulated steers by a microscope point method. **J. Range Manage.**, v.21, n.6, p.397-401, 1968.
- HODGSON, J. Nomenclature and definitions in grazing studies. **Grassl. For. Sci.**, v.34, p.11-18, 1979.
- MORAES, E.A.; RAMOS, A.K.B.; LEITE, G.G.; ASSAD, E.D.; BRÂNCIO, P.A.; LIMA, E.B. Resposta de queima em algumas espécies do Cerrado do Distrito Federal. *In*: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 13, 1991, João Pessoa. **Anais**. João Pessoa: SBZ, 1991. p.656.
- SIMÃO NETO, M.; DIAS FILHO, M.B. Pastagens no ecossistema do trópico úmido: pesquisa para o desenvolvimento sustentado. *In*: ANDRADE, R.P., BARCELLOS, A.O., ROCHA, C.M.C., eds. **Anais do simpósio sobre pastagens nos ecossistemas brasileiros**. Brasília, DF: SBZ, 1995. p.76-93.
- TOMAZINI NETO, R.; LEITE, G.G.; BORGES NETO, C.R.; MORAES, E.A.; FERREIRA, C.A. Dinâmica de perfilhamento e produção de folhas em gramíneas nativas dos Cerrados submetidos à queima. *In*: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 17, 1995, Brasília, DF. **Anais**. Brasília, DF: SBZ, 1995. p.13.
- WOOLFOLK, J.S.; SMITH, E.F.; SCHALLES, R.R.; BRENT, B.E.; HARBERS, L.H.; OWNSBY, C.E. Effects of nitrogen fertilization and late spring burning of bluestem range on diet and performance of steers. **J. Range Manage.**, v.28, n.3, p.190-193, 1975.
-

# AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS NO CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS: PERSPECTIVAS FUTURAS

CLÁUDIO T. KARIA<sup>1</sup> e RONALDO P. de ANDRADE<sup>1</sup>

## RESUMO

Desde 1974, a EMBRAPA-CPAC caracterizou e avaliou 4133 acessos de leguminosas e 868 de gramíneas. Mediante a análise dos métodos utilizados e resultados alcançados são sugeridas futuras ações de pesquisa.

Acessos dos gêneros *Stylosanthes*, *Centrosema*, *Brachiaria* e *Panicum* destacaram por sua adaptação. O ataque de doenças foi o principal limitante observado em leguminosas.

É necessário verificar a variabilidade existente nos lo-

cais de origem de materiais selecionados. Nos gêneros/espécies, em que a variabilidade natural foi suficientemente explorada, os problemas identificados deverão ser objeto específico de programas de melhoramento. Será necessário também a identificação de leguminosas de múltiplo uso para atender a novas demandas. Para tanto são necessários estudos básicos de genética e reavaliação das coleções.

**Palavras-chave:** Germoplasma, gramíneas, leguminosas, adaptação, doenças.

## ABSTRACT

### First approach to evaluate pasture species at EMBRAPA-CPAC: future perspective

Since 1974, the Cerrados Agricultural Research Center (CPAC) has characterized and evaluated 4133 and 868 accessions of legume and grasses, respectively. Based on the analysis of this effort, future research actions are suggested.

Accessions of the genera *Stylosanthes*, *Centrosema*, *Brachiaria* e *Panicum* showed the best adaptation. Diseases were the main constraint in legumes.

Detailed trip collections are necessary to survey the

variability in the places where promising accessions were collected. Breeding will be necessary to solve the problems found in those genera/species for which the natural variability was exploited. The identification of multiple-use legumes is requested. The last two actions will require basic studies of genetics and the re-evaluation of the collections.

**Additional index words:** Germplasm, grasses, legumes, adaptation, diseases.

## INTRODUÇÃO

Os Cerrados ocupam aproximadamente 206 milhões de hectares, sendo a pecuária uma das principais atividades da região.

A principal fonte de alimentos do rebanho provém de pastagens. No entanto, solos de baixa fertilidade natural, com altas concentrações de alumínio e longo período de seca nos meses de inverno (maio a outubro), limitam a oferta de forragem em quantidade e qualidade, resultando nos baixos ín-

<sup>1</sup> EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, BR 020, km 18, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil.

dices zootécnicos dos rebanhos.

A identificação e liberação de genótipos adaptados a essas condições edafoclimáticas para formação de pastagens é a melhor solução para aumentar a lucratividade da atividade pecuária nos Cerrados.

Desde 1974, o Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), em associação com instituições como o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) e o Centro Nacional de Recursos Genéticos (CENARGEN), vem utilizando um esquema de avaliação de forrageiras nativas e exóticas, composto de estágios sucessivos e dinâmicos. Nesse esquema, as avaliações iniciais são feitas no Banco Ativo de Germoplasma de Forrageiras (BAGF-CPAC) e no Estágio I. Diversas publicações detalham a metodologia e os resultados alcançados nessas avaliações preliminares (Françadantas *et al.*, 1988; Grof *et al.*, 1989; Grof *et al.*, 1983; Pizarro *et al.*, 1993; Thomas & Andrade, 1983; Toledo, J. M., 1982; Valls *et al.*, 1993).

O presente trabalho teve como objetivo analisar de maneira crítica os métodos utilizados e os resultados obtidos nos trabalhos de avaliação inicial de forrageiras realizados no CPAC. Também, com base na experiência adquirida e frente às mudanças ocorridas nos cenários de pesquisa e desenvolvimento da pecuária na região, sugerir ações futuras de pesquisa.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os acessos foram introduzidos e estabelecidos no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, localizado em Planaltina, Distrito Federal (15° 35' 33" S e 47° 42' 30" W), com altitude variando de 1000 a 1170 m e precipitação média anual de 1500 mm, sendo que a maior parte das chuvas ocorre entre os meses de outubro a março.

Devido à pequena quantidade de sementes, os materiais passaram por um período de crescimento em casa de vegetação antes de serem levados ao campo, onde foram estabelecidos no Banco Ativo de Germoplasma de Forrageira (BAGF-CPAC), em parcelas com 5 a 10 plantas isoladas, muitas vezes sem repetição. Para caracterização foram usados descritores de fácil mensuração ou identificação visual. A avaliação preliminar foi feita de atributos, como produção de matéria seca, resistência a pragas e doenças, vigor da planta, persistência no período seco e produção de sementes, usando como testemunha cultivares comerciais de cada espécie.

Parte das sementes coletadas foi enviada para armazenamento a longo prazo na coleção de base do CENARGEN, e a outra parte permaneceu na coleção de trabalho do CPAC.

As introduções selecionadas passaram ao Estágio I, dentro do esquema de avaliação de forrageiras do CPAC. Nesse estágio, os acessos eram estabelecidos em parcelas maiores,

com no mínimo três repetições e eram avaliados mais detalhadamente quanto a características agronômicas.

## RESULTADOS

### Estratégia utilizada

Nos anos de 1976 a 1995 foram introduzidos no BAGF-CPAC 5001 acessos entre leguminosas e gramíneas (Tabelas 1 e 2). A estratégia adotada quanto à quantidade de gêneros, espécies ou acessos a introduzir foi diferenciada para leguminosas e para gramíneas. Com leguminosas, das quais não existiam cultivares comerciais adaptados às condições dos Cerrados, procurou-se, nos anos iniciais, avaliar um maior número de gêneros, com pequeno número de espécies/acessos em cada um deles (coleções multigenéricas). Nos anos seguintes, ampliou-se a base genética dos gêneros com maior potencial. Assim, enquanto no período 1974/1979 foram introduzidos 41 gêneros, entre 1990/1995 este número foi reduzido para 19 (Tabela 1). As espécies de *Stylosanthes*, *Centrosema* e *Desmodium* participaram, respectivamente, com 36, 22 e 8% do total de 4133 acessos de leguminosas avaliados, pois as avaliações indicaram estes gêneros como de grande potencial de adaptação para os Cerrados.

Com as gramíneas, o trabalho foi iniciado pela avaliação de maior número de espécies/acessos dentro dos gêneros que vinham sendo usados para formação de pastagens na região (coleções monogenéricas). Nos primeiros seis anos, 59% das introduções pertenceram ao gênero *Panicum*. Devido à baixa variabilidade genética dos gêneros exóticos, no período de 1980/85 procurou-se avaliar materiais nativos, como *Paspalum* e *Axonopus*, em coleções multigenéricas. Coletas feitas na África, possibilitaram ampliar a base do gênero *Brachiaria*, o que representou 84% das introduções efetuadas entre os anos 1986/89. Este mesmo procedimento deveria ser adotado com os gêneros *Melinis* e *Hyparrhenia* que, provavelmente, se naturalizaram no país a partir de uma estreita base genética. No período 1990/1995 foram introduzidos acessos pertencentes ao gênero *Paspalum*, por ter demonstrado potencial dentro dos materiais nativos (Tabela 2).

Do total de 868 introduções de gramíneas, os gêneros *Brachiaria* e *Paspalum* participaram com 40 e 34%, respectivamente.

### Resistência a doenças

A grande susceptibilidade à antracnose (*Colletotrichum spp.*), endêmica na região dos Cerrados, é o principal problema em espécies do gênero *Stylosanthes* (Lenné & Calderón, 1984). Nesse gênero, a espécie *S. macrocephala* foi a que apresentou maior número de acessos tolerantes, embora tolerância à antracnose também tenha sido identificada em acessos de *Stylosanthes guianensis* var. *pauciflora* e em alguns acessos de floração tardia de *S. guianensis* var. *vulgaris*. Sintomas de superbrotação, en-

TABELA 1 - Acessos de leguminosas introduzidos no CPAC, entre 1974 e 1995.

Gênero	Número de acessos por período				Total
	1974/79	1980/85	1986/89	1990/95	
<i>Aeschynomene</i>	29	1		4	34
<i>Alysicarpus</i>	1				1
<i>Arachis</i>	2	15	2	105	124
<i>Bauhinia</i>	1			19	20
<i>Bocoa</i>				1	1
<i>Cajanus</i>	1		2	16	19
<i>Calliandra</i>				12	12
<i>Calopogonium</i>	37	6	215		258
<i>Canavalia</i>	2	2	37		41
<i>Cassia</i>	8	6			14
<i>Centrosema</i>	64	542	202	113	921
<i>Chaetocalyx</i>	1		1		2
<i>Chamaechrista</i>	3				3
<i>Clitoria</i>	4				4
<i>Codariocalyx</i>				22	22
<i>Cratylia</i>	1	1		58	60
<i>Crotalaria</i>	9		6		15
<i>Dendrolobium</i>			2		2
<i>Desmanthus</i>	4				4
<i>Desmodium</i>	110	87	14	133	344
<i>Dioclea</i>	1				1
<i>Dipteryx</i>				1	1
<i>Eriosema</i>	1	11			12
<i>Flemingia</i>			5	10	15
<i>Galactia</i>	36	2			38
<i>Gliricidia</i>				1	1
<i>Indigofera</i>	16		5		21
<i>Lablab</i>	5				5
<i>Leucaena</i>	22	91	5	5	123
<i>Lotononis</i>	1		1		2
<i>Macroptilium</i>	13			75	88
<i>Macrotyloma</i>	6	1			7
<i>Melilotus</i>	2				2
<i>Mimosa</i>	1			3	4
<i>Neonotonia</i>	13			36	49
<i>Periandra</i>	1	2			3
<i>Phaseolus</i>	25				25
<i>Psophocarpus</i>	1				1
<i>Pueraria</i>	6	46			52
<i>Rhynchosia</i>	7	8	1		16
<i>Sesbania</i>	1			44	45
<i>Soemmeringia</i>	2				2
<i>Stylosanthes</i>	487	788	51	154	1480
<i>Stylobium</i>	1	1			2
<i>Tadehagi</i>		1	5		6
<i>Teramus</i>	9				9
<i>Tephrosia</i>	14		2		16
<i>Vigna</i>	34	1			34
<i>Zornia</i>	109	62	1		172
<b>Total</b>	<b>1091</b>	<b>1674</b>	<b>556</b>	<b>812</b>	<b>4133</b>

TABELA 2 - Acessos de gramíneas introduzidos no CPAC, entre 1974 e 1995.

Gênero	Número de acessos por período				Total
	1974/79	1980/85	1986/89	1990/95	
<i>Agenium</i>		1			1
<i>Andropogon</i>	21	1			22
<i>Aristida</i>		1			1
<i>Axonopus</i>		15	4		19
<i>Brachiaria</i>	15	6	327		348
<i>Ctenium</i>		1			1
<i>Cynodon</i>		2			2
<i>Digitaria</i>	4				4
<i>Echinolaena</i>	1	1			2
<i>Elyonurus</i>		1			1
<i>Eragrostis</i>		1			1
<i>Gymnopogon</i>		1			1
<i>Hemarthria</i>		7	2		9
<i>Leersia</i>		1			1
<i>Melinis</i>	11				11
<i>Mesosetum</i>		4			4
<i>Panicum</i>	80	26	25		131
<i>Paspalum</i>	2	71	30	189	292
<i>Pennisetum</i>		1	1		2
<i>Reimarochloa</i>			1		1
<i>Schizachyrium</i>		5			5
<i>Setaria</i>	2	1			3
<i>Thrasya</i>		2			2
<i>Trachypogon</i>		4			4
Total	136	153	390	189	868

curtamento de entrenós nas extremidades das plantas e nanismo, possivelmente causados por micoplasma, é o principal limitante para algumas espécies de *Centrosema* e de *Desmodium*, e para a espécie *S. scabra*. A identificação de acessos portadores de genes de resistência/tolerância a doenças continuará sendo uma prioridade para o lançamento de cultivares comerciais e como suporte para futuros trabalhos de melhoramento. Nessa linha, será de importância estratégica o entendimento dos processos de interação ambiente-hospedeiro-patógeno.

#### Resistência a pragas

Não foram constatadas pragas de importância significativa em leguminosas. Por outro lado, a cigarrinha de pastagens (*Deois flavopicta*) é um problema importante em gramíneas. Em muitas regiões dos Cerrados, o ataque desta praga não tem sido severo como na década de 70, provavelmente devido ao uso de cultivares resistentes (diversificação de espécies), melhor manejo das pastagens e/ou aumento da população de inimigos naturais. No entanto, a resistência continua sendo uma das principais características exigidas para seleção.

#### Adaptação geral às condições edafo-climáticas

Dentre as leguminosas, as espécies *S. guianensis* var. *pauciflora* e var. *vulgaris* são as que apresentaram maior número de acessos com alta capacidade de produção de matéria seca e retenção de folhas verdes em situações de deficiência hídrica. Os gêneros *Arachis*, *Pueraria* e *Calopogonium*, embora adaptados às condições de baixa fertilidade, possuem baixa retenção de folhas verdes em condições de estresse hídrico.

O gênero *Brachiaria* se destacou entre as gramíneas por sua adaptação aos solos de baixa fertilidade dos Cerrados. Diversos materiais do gênero *Paspalum* têm se destacado em condições úmidas de solos de várzeas.

A princípio, foi dada grande ênfase à seleção de materiais adaptados às condições de baixa fertilidade e com baixa exigência quanto à correção do solo. Atualmente, extensas áreas de solo corrigidas inicialmente para ciclos de culturas anuais, são destinadas à implantação das pastagens. Para atender a esta demanda, a partir de 1991, foram caracterizados e avaliados acessos de *Macroptilium* e *Neonotonia* (Tabela 1), dois gêneros exigentes em fertilidade de solo.

## CONCLUSÃO

O grande volume de germoplasma avaliado no CPAC permitiu a identificação das características positivas e negativas de diversas espécies de leguminosas e gramíneas. Uma seqüência lógica de trabalho seria a realização de coletas detalhadas nos locais onde estes acessos foram encontrados para que toda a sua variabilidade fosse amostrada.

Até a presente data, a maioria dos trabalhos objetivou a caracterização e avaliação de atributos agronômicos visando ao lançamento de cultivares comerciais para formação de pastagens. A crescente integração entre agricultura-pecuária tem demandado leguminosas de múltiplo uso, que se prestem também como cobertura vegetal ou adubação verde em sistemas de cultivos perenes e anuais. Portanto, é necessária a reavaliação dessas coleções para a seleção de acessos com os atributos necessários a esta nova alternativa de utilização.

Para muitas espécies, a caracterização e avaliação realizadas indicaram que os tipos ideais de plantas não serão obtidos diretamente do germoplasma disponível na natureza. Provável exemplo dessa situação seria a baixa produção de sementes em materiais de excelente desempenho agrônômico e resistência à antracnose, como *S. guianensis* var. *pauciflora* e materiais tardios de *S. guianensis* var. *vulgaris*. Nesses casos, o tipo ideal de planta somente será obtido pelo cruzamento de genótipos que permitam a combinação de genes pretendida. Progressos nessa linha dependerão da reavaliação de coleções monoespecíficas, utilizando-se técnicas de taxonomia numérica e análise multivariada. Também serão importantes estudos básicos sobre citogenética e sistemas reprodutivos.

## LITERATURA CITADA

FRANÇA-DANTAS, M. S.; ANDRADE, R. P. de; GROF, B.; ZOBY, J. L. F.; KORNELIUS, E.; SOUZA, F. B. de. Relato dos projetos de seleção de *Paspalum* para os Cerrados. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE MELHORAMENTO GENÉTICO DE

*Paspalum*, Nova Odessa, 1987. **Anais**, Nova Odessa: I.Z.-CPA/SA, 1988. p.85-89.

GROF, B.; ANDRADE, R. P. de; FRANÇA-DANTAS, M. S.; SOUZA, M. A. de. Selection of *Brachiaria* spp. for the acid-soil savannas of the Central-Plateau region of Brazil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16, Nice. 1989. **Proceedings**. Montrouge, Dauer: 1989. p. 267-68.

GROF, B.; ANDRADE, R. P. de; SOUZA, M. A. de; VALLS, J. F. M. Selection of *Paspalum* spp. adapted to seasonally flooded varzea lands in Cental Brazil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14, Lexington, 1981. **Proceedings**. Boulder: Westview Press, 1983. p.291-92.

LENNÉ, J. M., CALDERÓN, M. Disease and pest problems of *Stylosanthes*. In: STACE, H. M.; EDYE, L. A., ed., **The biology and agronomy of *Stylosanthes***. North Ryde: Academic Press Australia, 1984. p.279-93.

PIZARRO, E. A.; VALLS, J. F. M.; CARVALHO, M. A.; CHARCHAR, M. J. D. *Arachis* spp.: Introduction and evaluation of new acessions in seasonally flooded land in the brasilian Cerrado. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, Palmerston North, 1993. **Proceedings**, Palmerston North: Keeling & Mundy, 1993. p. 2146-2148.

THOMAS, D.; ANDRADE, R. P. de. Preliminary evaluation of legume germplasm in the Cerrados of Brazil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14, Lexington, 1981. **Proceedings**. Boulder: Westview Press, 1983. p.184-87.

TOLEDO, J. M. **Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de evaluación de pastos tropicales**. Cali: CIAT, 1982. 155p.

VALLS, J. F. M.; PIZARRO, E. A.; CARVALHO, M. A. Evaluation of a collection of *Paspalum* sp. aff. *P. plicatulum* for the Cerrado ecosystem, Brazil In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, Palmerston North, 1993. **Proceedings**. Palmerston North: Keeling & Mundy, 1993. p. 519.

**Produção Animal**  
*Animal Production*

# METAIS PESADOS E FLÚOR EM TECIDOS DE BOVINOS RECEBENDO SUPERFOSFATO TRIPLO

HENRIQUE O. S. LOPES<sup>1</sup>, EURÍPEDES A. PEREIRA<sup>1</sup>, WILSON V. SOARES<sup>1</sup>, GERALDO PEREIRA<sup>1</sup>, MARIA F. V. da COSTA<sup>2</sup>, RONALDO L. SANCHES<sup>2</sup>, DENISE K. dos S. AQUINO<sup>2</sup>, ADIBE L. ABDALLA<sup>3</sup>, DORINHA M. S. S. VITTI<sup>3</sup> e ANTONIO C. GOMES<sup>1</sup>

## RESUMO

O experimento objetivou avaliar os efeitos da substituição do fosfato bicálcico (FB) pelo fertilizante superfosfato triplo (STP), produzido a partir da rocha fosfática de Tapira na suplementação de bovinos criados a pasto, da desmama ao abate com relação à acumulação do As, Cd, Hg, Pb nas vísceras e de F no osso. A composição dos tratamentos foi de (1): 100 % FB; (2): 50 % FB + 50 % STP; (3): 33 % FB + 67 % STP e (4): 100 % STP. Os valores médios de F na cin-

za dos ossos, no fim do experimento, foram de 417, 438, 558 e 741 ppm, respectivamente para os tratamentos 1, 2, 3 e 4. Em nenhuma das 180 amostras analisadas de carne, fígado e rins, foram ultrapassados os limites de tolerância para arsênico, cádmio, chumbo e mercúrio. O ganho de peso e o rendimento de carcaça não diferiram entre os tratamentos.

**Palavras-chave:** Fósforo, suplementação mineral.

## ABSTRACT

### Effects of triple superphosphate supplementation on heavy metals and fluorine levels in tissues of beef cattle

A trial was carried out to investigate the effects of supplementation of Brazilian triple superphosphate (monocalcium phosphate) fertilizer grade, manufactured from Tapira rock phosphate, and Dicalcium phosphate (DICAL) to beef cattle, from weaning to slaughter, in F deposition in bones and As, Cd, Hg and Pb levels in meat, liver and kidney. Eighty calves were assigned to four treatments: (1): 100 % DICAL; (2): 50 % DICAL + 50 % triple superphosphate (TSP); (3): 33 % DICAL + 67 % TSP e (4): 100 % TSP. At

the end of the trial, average F levels in bone were 417, 438, 558 e 741 ppm, for the treatments 1, 2, 3 and 4, respectively. There were no differences between DICAL and TSP in relation to animal performance and carcass weight. Arsenic, Cd, Hg and Pb levels in meat, liver and kidney at the end of the trial were extremely low and far below of the safety limits for human and animal feeding.

**Additional index words:** Phosphate, mineral nutrients.

## INTRODUÇÃO

A deficiência do fósforo representa um problema particularmente grave na região dos Cerrados. Os solos são ex-

tremamente pobres em fósforo disponível para as plantas, resultando que a grande maioria das forrageiras consumidas pelos bovinos não satisfazem os seus requerimentos mínimos de fósforo. Dessa forma, torna-se imperativa a

<sup>1</sup> EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil.

<sup>2</sup> Ministério da Agricultura e Reforma Agrária-Laboratório de Referência Animal, Caixa Postal 35, Pedro Leopoldo, MG 33600-000, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade de São Paulo-Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Caixa Postal 96, Piracicaba, SP 13400-970, Brasil.

suplementação com fórmulas ricas desse elemento.

No Brasil, a fonte de fósforo tradicionalmente utilizada ainda é o fosfato bicálcico, produto de excelente qualidade, mas de custo relativamente elevado, chegando a representar 70% do custo final de uma boa mistura mineral.

Diante desse quadro, o CPAC tem desenvolvido pesquisas com o objetivo de estudar a viabilidade biológica e econômica de algumas fontes alternativas de fósforo, tais como alguns adubos fosfatados, notadamente o superfosfato triplo, na suplementação de bovinos de corte. Os resultados dessas pesquisas comprovaram que o superfosfato triplo brasileiro pode ser usado para bovinos, com resultados tão bons quanto os do fosfato bicálcico, tendo propiciado ainda reduções da ordem de até 50% no custo da mineralização de bovinos de corte (Lopes, 1994). Estudos adicionais conduzidos em colaboração com o CENA (Centro de Energia Nuclear na Agricultura), utilizando a técnica de diluição isotópica, evidenciaram a excelente disponibilidade biológica do fósforo do superfosfato triplo (Silva Filho *et al.*, 1992).

As rochas fosfáticas brasileiras apresentam baixos níveis de flúor e de metais pesados (Ballio, 1986), quando comparadas com rochas similares de origem estrangeira, devido basicamente a questão da origem. A origem ígnea das rochas fosfáticas nacionais, contrasta com a origem sedimentar das rochas de outros países. Levantamento efetuado pela Fosfértil de resultados de análise de flúor em amostras de superfosfato triplo por ela produzidos a partir da rocha de Tapira, no período de 1989 a 1994, revelou um teor médio de 0,45% de flúor, na base da matéria seca. Convém assinalar que o superfosfato triplo é constituído maioritariamente pelo fosfato monocálcico. Os níveis de acumulação do flúor nos ossos dos animais, que receberam superfosfato triplo nos experimentos de longo prazo do CPAC (Lopes & Nunes, 1991), permaneceram dentro dos limites, considerados como normais pelo National Research Council (1980).

Por outro lado, a adoção de novas tecnologias não deve ser embasada somente em resultados econômicos e/ou de performance animal. A avaliação e o monitoramento do impacto ambiental provocado direta ou indiretamente por essas novas tecnologias sobre o ecossistema é um aspecto de vital importância na viabilidade da sua utilização dentro de um contexto auto-sustentável. O presente experimento buscou avaliar e monitorar resíduos de flúor e de metais pesados em amostras de tecido animal de bovinos suplementados com fontes tradicionais e não convencionais de fósforo, com o objetivo de identificar, qualificar e quantificar os possíveis impactos causados pelos fatores de degradação dessas tecnologias no contexto da qualidade ambiental.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Verde, de pro-

priedade da Agropecuária Basso SA., no município de Rondonópolis, MT, coordenadas geográficas de 16° 30 S e 55° 05 O. O clima na classificação de Kopen é definido como Tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. O solo na área experimental foi classificado como um Cambissolo Distrófico, textura arenosa, fase cerrado tropical subcaducifólio e relevo plano.

No início do experimento, no dia 28 de maio de 1993, 80 bezerros Nelore, desmamados, com idade média em torno de sete meses, foram distribuídos, num delineamento experimental completamente casualizado, em quatro tratamentos de 20 animais cada, alocados em quatro piquetes de aproximadamente 19 ha cada, de *Brocharia brizantha* cv. Marandu.

Todos os tratamentos continham sal (cloreto de sódio) + micro-elementos (Zn, Cu, Co e I), e 40 % de ureia na seca, variando somente as proporções das fontes de fósforo para atingir 70 g de P / kg na mistura final.

A composição dos tratamentos foi de (1): 100 % fosfato bicálcico (FB); (2): 50% FB + 50% superfosfato triplo (STP); (3): 33% FB + 67% STP e (4): 100% STP.

Os animais foram pesados no início do experimento, no dia 28 de maio de 1993 e posteriormente a cada 28 dias, sendo rotacionados semanalmente entre os piquetes. Por ocasião da pesagem inicial, foram escolhidos, ao acaso, cinco animais por tratamento e submetidos à biópsia para retirada de um fragmento da 12ª. costela para análise do flúor. Essas biópsias foram repetidas sempre nos mesmos animais, a intervalos de seis meses, para execução do mesmo tipo de análise. As misturas minerais foram fornecidas à vontade aos animais e o seu consumo foi monitorado durante todo o período experimental.

No início do experimento foram tomadas amostras de solo da área experimental para análise física e química. Foram também colhidas amostras representativas de forrageiras de todos os piquetes, nas estações de seca e de chuva, para análise de proteína bruta, digestibilidade "in vitro" (DV), proteína bruta (PB), macro-minerais (P, Ca, Mg, e K) e de metais pesados (As, Cd, Hg e Pb). Além disso, foram coletadas periodicamente amostras de todos os ingredientes que compunham as misturas experimentais, bem como das misturas prontas, para análise de minerais, flúor e de metais pesados.

No dia 25 de abril de 1995, após 697 dias, 60 animais foram abatidos no Frigorífico "Frivale" de Rondonópolis, ocasião em que foram coletadas amostras de carne, fígado e rim de todos os animais abatidos, tendo sido rigorosamente observadas todas as normas oficiais de coleta, conservação e transporte das amostras, propostas pelo "Programa Nacional de Controle de Resíduos Biológicos em Carnes" (PCRBC), Em Brasil (1991). As análises de metais pesados e do flúor foram efetuadas no Laboratório de Referência Animal do MAARA, situado em Pedro Leopoldo, MG, enquanto que as análises do flúor nos ossos foram realizadas pela Seção de Ciências Animais do CENA, localizado em Piracicaba, SP.

Todas as outras análises foram efetuadas nos laboratórios do CPAC em Planaltina, DF.

Convém salientar também que, no fim do mês de abril de 1995, foram sacrificados na própria fazenda dois animais de cada tratamento para propiciar as condições necessárias para a coleta de uma série de fragmentos de ossos e de dentes, destinados a uma análise mais acurada da histopatologia óssea. Estas análises estão em andamento na Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise do flúor, cádmio e chumbo, nas fontes de fósforo e nas misturas prontas utilizadas no experimento, são apresentados na Tabela 1. Como seria de se esperar, o nível de flúor nas misturas subiu gradativamente à medida que aumentou a participação do superfosfato triplo (STP), na mistura (Tabela 1). Contudo, mesmo o nível de 0,192% de F na mistura 4, cujo fósforo (P) é suprido exclusivamente pelo STP, ainda é baixo para se enquadrar dentro das normas vigentes no Brasil, que estabelecem que uma mistura mineral pronta não pode conter mais do que 0,2% desse elemento. Isso se refletiu na ingestão média diária do flúor pelos animais que receberam misturas minerais contendo superfosfato triplo. Esta foi bastante baixa durante todo o experimento em relação aos níveis de tolerância desse elemento, propostos pelo National Research Council (1980). Também a acumulação do flúor nos ossos, no decorrer e no fim do experimento, se processou também dentro dos padrões de normalidade descritos em vários trabalhos de pesquisa e sumarizados pela mesma publicação.

Os valores médios de flúor na cinza dos ossos, analisados no final do experimento, foram de 417, 438, 558 e 741 ppm (ou mg/kg), respectivamente nos tratamentos 1, 2, 3, e 4. Segundo Rosa (1987), níveis de 1.500 a 2.000 mg/kg podem ser considerados como normais, e que somente quando o flúor ultrapassa o nível de 10.000 mg/kg na cinza dos ossos, fica caracterizado um caso de fluorose.

**TABELA 1 - Resultados de análise de flúor (F), cádmio (Cd) e chumbo (Pb) nas misturas minerais utilizadas no experimento.**

Mistura/Trat.	F (%)	Cd (mg/Kg) <sup>1</sup>	Pb (mg/kg) <sup>2</sup>
Fosfato bicálcico	0,093	ND	3,82
Superfosfato triplo	0,508	ND	2,55
Mistura 1	0,043	ND	4,00
Mistura 2	0,098	ND	3,50
Mistura 3	0,116	ND	3,50
Mistura 4	0,192	ND	3,50

<sup>1</sup> Limite de detecção = 0,100 mg/Kg

<sup>2</sup> Limite de detecção = 0,200 mg/Kg

ND - Não detectado.

Dados de desempenho animal encontram-se na Tabela 2. A substituição total e/ou parcial do fosfato bicálcico pelo superfosfato triplo como fonte de fósforo não afetou o ganho em peso médio e o rendimento de carcaça ( $p > 0,05$ ), variáveis utilizadas para sumarizar o desempenho animal no presente experimento. A Tabela 2 mostra que, apesar de não ocorrerem diferenças significativas, houve uma tendência e aumento do ganho médio de peso e do rendimento de carcaça nos tratamentos que continham superfosfato triplo como parte da fonte de fósforo, o que deve resultar numa relação benefício/custo mais favorável para esses tratamentos. Os ganhos médios de peso dos animais deste experimento foram semelhantes aos obtidos em outros trabalhos (Lopes *et al.*, 1994). Podem ser considerados bastante satisfatórios para animais criados em regime exclusivo de pasto no Brasil-Central, tendo em vista que os animais foram abatidos com uma média de 500 kg de peso vivo e com idade média em torno de 30 meses.

Aparentemente, adição de uréia na proporção de 40 % constituiu uma excelente alternativa de suplementação na época seca, haja visto que foi capaz de proporcionar ganhos médios de peso na ordem de 448 g e 214 g na primeira e na segunda estação de seca, respectivamente. Os níveis de proteína bruta nas forrageiras (Tabela 3), notadamente na época

**TABELA 2 - Número de animais (N), pesos médio, inicial e final, ganho em peso total e diário e rendimento de carcaça, por tratamento.**

Tratamento <sup>1</sup>	N	Peso vivo inicial kg/cab.	Peso vivo final kg/cab.	Ganho médio de peso kg/cab.	Rendimento carcaça %
1	14	169,78	495,50	325,71	50,38
2	16	170,87	506,06	335,18	51,62
3	16	170,81	508,19	337,37	50,93
4	14	169,64	492,21	322,57	50,75

seca, estiveram muito abaixo dos requerimentos mínimos dos animais, confirmando resultados do CPAC, apresentados por Lopes *et al.* (1995), de que baixos níveis de proteína representam a deficiência primária das forrageiras na época seca. Dados da mesma tabela evidenciam que os teores de ferro e manganês na matéria seca das forrageiras não são limitantes à nutrição de bovinos de corte, enquanto que o cobre e zinco devem ser adicionados ao sal mineral.

**TABELA 3 - Valores médios de fósforo, cálcio, proteína bruta, digestibilidade in vitro, cobre, ferro, zinco, manganês, cádmio e chumbo, em função da época de amostragem da forrageira.**

Teor do elemento na matéria seca.	Seca	Chuva
Fósforo (%)	0,12	0,23
Cálcio (%)	0,36	0,28
Proteína bruta (%)	3,37	6,33
Digestibilidade in vitro (%)	53,55	53,17
Cobre (mg/kg)	1,72	3,99
Ferro (mg/kg)	218,7	59,00
Zinco (mg/kg)	25,5	-16,8
Manganês (mg/kg)	76,1	63,7
Cádmio (mg/kg) <sup>1</sup>	ND	ND
Chumbo (mg/kg) <sup>2</sup>	ND	ND

<sup>1</sup> Limite de detecção = 0,100 mg/kg.

<sup>2</sup> Limite de detecção = 0,200 mg/kg.

ND - Não detectado.

Embora os elementos químicos classificados como metais pesados ocorram naturalmente na crosta terrestre, a intensificação das atividades industriais e agrícolas pode provocar a contaminação ambiental e a entrada desses elementos na cadeia alimentar. Os limites de detecção dos métodos utilizados na análise de arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio, expressos em mg/kg, foram respectivamente de 0,01, 0,100, 0,200 e 0,01. O nível de chumbo apresentou-se em níveis muito baixos e inócuos para a alimentação animal, e não foi detectado cádmio nas fontes e nas misturas utilizadas (Tabela 1), confirmando as conclusões de Ballio (1986). A Tabela 3 mostra que também não foram encontrados resíduos de cádmio e chumbo nas forrageiras. De acordo com os níveis de ação propostos pelo PCRBC (Brasil, 1991), nenhuma das 60 amostras de vísceras analisadas (As, Cd, Hg e Pb) ultrapassou os limites de tolerância para arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio.

Convém destacar que as normas do PCRBC são baseadas em normas oficiais utilizadas na Europa e nos Estados Unidos, que têm como objetivo final manter a qualidade ambiental e alimentos destinados à espécie humana.

Os resultados obtidos no presente trabalho comprovam que a utilização do fertilizante superfosfato triplo, produzido a partir de rocha brasileira (Tapira) de baixo teor de flúor

e de metais pesados, como fonte de fósforo suplementar para "bovinos em pasto da desmama ao abate", não implica nenhum risco para a saúde humana e animal, no que diz respeito à questão do flúor e dos metais pesados.

O suposto risco representado pelos metais pesados e pelo flúor contidos no fertilizante superfosfato triplo brasileiro, levantado por alguns segmentos na Imprensa, não procede e é desprovido do devido suporte científico.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas condições do presente trabalho, permitem concluir que:

1 - A utilização do fertilizante superfosfato triplo, produzido a partir de rocha fosfática brasileira (Tapira), com baixo teor de flúor e de metais pesados, como fonte de fósforo suplementar para "bovinos de corte, em pasto, da desmama ao abate", não oferece riscos para a saúde humana e animal, com respeito a questão do flúor e dos metais pesados arsênio, chumbo, cádmio e mercúrio.

2 - A performance animal e o rendimento de carcaça não foram afetados pela substituição total e/ou parcial do fosfato bicálcico pelo fertilizante superfosfato triplo, produzido a partir da rocha de Tapira, como fonte de fósforo suplementar de "bovinos de corte, da desmama ao abate".

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Dr. José Américo Flores Amaral, então presidente da Agropecuária Basso SA., pelo apoio e incentivo à pesquisa agropecuária, bem como por ter proporcionado as condições necessárias para a execução do experimento.

## LITERATURA CITADA

- BALLIO, L.A.C. **Distribuição de microelementos e metais pesados nas rochas fosfáticas nacionais.** s.l., Instituto Brasileiro do Fosfato, 1986. 10p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Defesa Animal. Programa Nacional de Controle de Resíduos Biológicos em Carnes. Brasília, 1991. 76p.
- LOPES, H. O.S.; PEREIRA, E.A. Mistura múltipla - uma alternativa de baixo custo para suplementar o gado na seca. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1995. 5p. (EMBRAPA CPAC, Comunicado Técnico, 69).
- LOPES, H.O.S.; PEREIRA, E.A.; SOARES, W.V.; PEREIRA G.; FICHTNER, S.S.; VITTI, D.M.S.S.; ABDALLA, A.L. **Superfosfato triplo como fonte**

- alternativa de fósforo no sal mineral de gado de corte.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1994. 4p. (EMBRAPA-CPAC, Comunicado Técnico, 68)
- LOPES, H.O.S; NUNES, I.J. Potential of utilization of feed resources of Brazilian cerrado for grazing livestock. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL AGRICULTURAL RESEARCH*, 25, Tsukuba, Japan, 1991. Tropical Agricultural Research Center, 1991. (Tropical Agricultural Research Series, 25).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Mineral Toxicity in Animals, Washington, D.C. Mineral Tolerance of domestic animals. Washington: National Academy of Sciences, 1980. 577p.
- ROSA, I.V; CARDOSO, J.L.A. Fósforo, fosfato de rocha e fluorose em bovinos. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1987. 33p. (EMBRAPA-CNPGC, Boletim de Pesquisa, 4)
- SILVA FILHO, J.C.; LOPES; H.O.S.; PEREIRA, E.A.; VITTI, D.M.S.S.; ABDALLA, A.L. Absorção real do fósforo do fosfato bicálcico, fosfato monoamônio, superfosfato triplo e do fosfato de uréia em bovinos. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.27, n.1, p. 1-6, 1992.
- VITTI, D.M.S.S.; ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; LOPES, H. O.S.; MEIRELLES, C.F; PEREIRA, E.A. **The availability and influence of minerals on reproductive parameters in ruminants:** final research coordination meeting on the development of feeding strategies for improving ruminant productivity through the use of nuclear and related techniques. Viena: International Atomic Energy Agency, 1992. p. 145-151.
-

# LA EXPANSION DE LA AGRICULTURA Y DE LA GANADERIA EN LAS SABANAS TROPICALES DE AMERICA DEL SUR<sup>1</sup>

RENÉ BILLAZ<sup>2</sup> y VÍCTOR PALMA<sup>3</sup>

## LOS FRENTES PIONEROS, SU APARICION Y EXPANSION

### El medio agroecológico

A las sabanas naturales de América del Sur (especialmente en Bolivia, Brasil Colombia y Venezuela), cuya distribución geográfica se debe principalmente a condiciones climáticas, conviene agregar las de origen antrópico, resultado del desmonte para la agricultura y la ganadería (Cochrane & Jones, 1981).

Tres grandes tipos de paisajes, que representan la parte más importante de las sabanas, han dado lugar a una valorización agrícola activa: las colinas y laderas al pie de la Cordillera de los Andes, las planicies aluviales, y las mesetas más o menos disecadas del "escudo central" brasilero (Cochrane *et al.*, 1985).

El contexto climático es muy favorable a la agricultura de secano. Sin embargo los *veranicos*, períodos secos de dos a cuatro semanas en el curso de la estación de lluvias, son frecuentes. Muchos aguaceros (100 a 150 mm en algunas horas) así como los riesgos de erosión eólica en ciertas zonas (Bolivia y Venezuela) por los vientos alisios, crean condiciones muy erosivas.

Salvo algunas excepciones, los materiales originales de la mayoría de los suelos son pobres (aluviones modificados, arenitos, granitos y pizarras), lo que conduce a la formación de suelos ácidos, distróficos y hasta álicos (Campos da Rocha *et al.*, 1987). Sin embargo, esos suelos presentan dos características muy favorables: una gran profundidad y una macroporosidad excepcional.

En lo que se refiere a la vegetación natural, cabe subrayar la diversidad de leguminosas espontáneas: varias especies de *Stylosanthes*, *Phaseolus*, *Desmodium*, *Calopogonium*, *Centrosema*, *Macroptilium*, entre otras, pueden ser utilizadas como forraje y como cobertura (Granier, 1972, Seguy, 1995).

En conjunto, las condiciones agroecológicas son muy favorables: planicies y mesetas extensas, suelos profundos y blandos, pluviometría que permite por lo menos una cosecha al año y la instalación de pastos, si son fertilizados adecuadamente.

### La historia de los frentes pioneros

Un movimiento migratorio de gran magnitud (varios millones de personas, de has, de cabezas de ganado,...) apareció hacia la mitad del siglo, impulsado por varias condiciones de orden macroeconómico y social: i) el crecimiento demográfico; ii) la "expulsión" de los "excedentes" de la población rural pobre hacia la ciudad; iii) la expansión de los mercados urbanos; y, iv) la expansión mundial de los mercados mundiales después de la segunda guerra (Chonchol, 1994).

Excepto en Colombia, los gobiernos de los otros tres países jugaron un rol decisivo de promotores de la colonización de las sabanas, mediante la creación de infraestructuras viales (Seré, 1985), dando créditos para el desmonte, para los equipos y la producción, además de beneficios fiscales, y de una política comercial dirigida a sostener las exportaciones (Bertrand, 1995). El carácter bastante caótico de algunas

<sup>1</sup> Las opiniones y conceptos expresados por los autores no son, necesariamente, los del CIRAD y del IICA.

<sup>2</sup> Ingeniero Agrónomo, Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD), Asesor Científico de PROCITROPICOS.

<sup>3</sup> Ingeniero Agrónomo y Economista Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Secretario Ejecutivo de PROCITROPICOS.

medidas gubernamentales debe ser subrayado: los planes y las políticas agrícolas se siguen unos a otros, sufriendo el "vaivén" de las políticas macroeconómicas, particularmente mediante las tasas de cambio, las condiciones del crédito y subsidios, y los precios de compra a los productores (Flores *et al.*, 1987).

Las exigencias de los mercados incitaron la transformación de los productos agrícolas y conllevaron a la expansión de un poderoso sector agroalimentario. Su lógica de concentración y de exclusión los ha llevado a dimensiones frecuentemente considerables.

En Bolivia, 9.3 millones de has fueron distribuidas en el Departamento de Santa Cruz entre 1955 y 1978 (Chonchol, 1994).

En Brasil, se estima en 93.5 millones de has la superficie total de las nuevas explotaciones creadas entre 1940 y 1980 en los Estados de Goiás, Mato Grosso, Tocantins, Rondônia, Acre, Maranhão, Bahia, así como en Pará y en Roraima (Chonchol, 1994). La reciente apertura de la economía (supresión de los subsidios, dificultades al crédito,...) es la causa de moras generalizadas; la creación del Real vino acompañada de tasas de interés muy elevadas, que hacen las deudas insostenibles.

En Venezuela, a los períodos de promoción de las importaciones en detrimento de la producción nacional, les siguieron fases de estímulo en condiciones muy ventajosas, para terminar con la crisis de las finanzas y el ajuste estructural, en condiciones extremadamente difíciles que provocaron numerosas quiebras.

## Situación actual

### 1. La tenencia de la tierra

Llama la atención el alto porcentaje de las pequeñas fincas (<100 ha), ya que su superficie promedio (15 ha en Brasil, 20 en Colombia y 9 en Venezuela) les confiere un carácter minifundista. Al otro extremo, se nota que las explotaciones de más de 1 000 has ocupan 50 a 60% de la superficie de las explotaciones, siendo el promedio de aproximadamente 3 700 ha en Brasil, 5 500 en Colombia y 2 800 en Venezuela. En realidad, hay dos subgrupos bien diferentes (cuyas superficies promedio son del orden de 2 000 y 12 500 ha). Entre esos dos subgrupos, 20% de las fincas, comprendidas entre 100 y 1 000 ha, ocupan entre un cuarto y un tercio de la superficie (Villachica, 1990; Gavilanes, 1987; Flores *et al.*, 1987).

Se nota, entonces, los grandes contrastes de la tenencia de la tierra: las colonizaciones, aún las más recientes, tienden a reproducir los modelos de origen. La propiedad de la tierra, como factor de capitalización y de prestigio social, es un trazo dominante de los comportamientos. Los precios de la tierra, en las regiones pioneras, son módicos en relación con

los lugares de origen: en Minas Gerais (Brasil), una hectare de "cerrado" nativo valía, en 1986, menos de 250 US\$, y cerca de 375 US\$ ya con pastos establecidos (Campos da Rocha, 1987) en cuanto que, en los estados del Sur, los precios eran 10 veces superiores, al mínimo.

### 2. Uso del suelo

Los datos disponibles sobre las sabanas todavía son demasiado incompletos como para efectuar un análisis exhaustivo. Sin embargo, aparece una gran predominancia de los pastos - en su gran mayoría naturales -, en los sistemas de producción. En el caso de Brasil (y sin duda en otros países), el espacio disponible está en gran parte apropiado, pero cultivado de manera muy extensiva, conforme muestran las Tablas 1 y 2.

### 3. Los sistemas de producción

La situación es bastante diferenciada, pues existen, por lo menos, las siguientes categorías:

- Las fincas mayores especializadas en la crianza bovina para carne, extensiva, con pastos en su gran mayoría naturales.

- Las fincas más pequeñas, dedican una gran parte de las tierras al cultivo de cereales y leguminosas con una actividad ganadera limitada; el autoconsumo es significativo.

- Las fincas de carácter comercial (cuyas dimensiones pueden ser muy variables) generalmente especializadas en agricultura (mecanizada) o en ganadería (principalmente de cría, salvo en las proximidades de las ciudades, donde la producción de leche se ha desarrollado).

- Las explotaciones de mediana dimensión (entre 100 y 500 ha). Se trata de agricultores con poco capital inicial, con frecuencia beneficiarios de los programas de colonización (públicos o privados). Su situación es muy variable.

### 4. Contribución de las sabanas a la economía agrícola nacional

La Tabla 3 ofrece una estimativa de la contribución de las sabanas tropicales a la producción nacional.

Las cifras de la Tabla son elocuentes:

- En dos países (Bolivia y Venezuela), las sabanas contribuyen casi totalmente, al abastecimiento nacional en cereales, oleaginosos y fibras.

- En Brasil, el arroz, la soya y el ganado, representan más de un tercio de la producción nacional (cerca de los dos tercios en el caso de los bovinos).

- En Colombia, al contrario, el peso relativo de las producciones es sensiblemente más débil, aún en el caso del ganado. Las alternativas presentadas por las sabanas interandinas tienen todavía una ventaja comparativa indudable (fertilidad de los suelos, proximidad de los centros de consumo).

En conjunto, para tres de los cuatro países, las sabanas, tan poco utilizadas hace cincuenta años, se han convertido en espacios estratégicos para sus economías agrícolas.

### **5. Un nuevo tipo de agricultores, deseosos superar los esquemas de la Revolución Verde**

Las fincas de tamaño importante son las que más han contribuido a la creación de una agricultura moderna. Quiénes son esos agricultores? Se sabe que muchos de ellos, candidatos a la aventura pionera, aprovecharon los períodos de incentivos para instalarse y equiparse. Pasados estos años excepcionales, en el momento de los costos y precios reales, cuando se tuvo que pagar las cuotas de los préstamos: qué les pasó?

Si bien que no se dispone de datos de carácter general a este respecto, se tiene una imagen de aquellos que han atravesado esos períodos difíciles sin tener que abandonar o vender sus tierras. Bolivianos, colombianos, brasileros o venezolanos, tienen en común, una serie características, entre las cuales:

- Generalmente no son originarios de la región; proceden sin embargo del medio rural, poseen ya una sólida experiencia como agricultores y son propietarios. Viven en la finca o muy cerca, dedican lo esencial de su tiempo a la explotación, aún si tienen una actividad complementaria, generalmente ligada con la agricultura.

- Después de haber capitalizado sus fincas en las épocas favorables, pudieron hacer frente, sin daños irreparables, a las consecuencias de las nuevas políticas agrícolas.

- Fueron llevados a revisar las bases técnicas iniciales inspiradas en los preceptos de la revolución verde y a buscar alternativas activamente. Se informan, leen, asisten a los programas especializados de la televisión, son miembros de organizaciones profesionales de carácter no exclusivamente reivindicativo, a través de las cuales circulan numerosas informaciones y participan en reuniones técnicas.

- Aún en el caso de los ganaderos, sector tradicionalmente más conservador y ausentista, se encuentran bastantes voluntarios, tanto a la regeneración de los pastos cultivados, como al mejoramiento genético de su rebaño.

En Brasil, por ejemplo, el número de miembros a la *Associação de Plantio Direto no Cerrado*, creada en 1992 (Landers, 1994) o de ganaderos que iniciaron la reforma de sus pastos degradados por el método *Barreirão* (cultivos asociados de arroz y de pastos) ya es bastante alto. No se trata más de casos aislados, si bien que aún son minoritarios.

Se debe entonces reconocer que, a pesar de ser una minoría, algunos agricultores azotados por las crisis, no se quedaron estancados, manifestando una alta capacidad de innovación y adaptación, superando a la investigación; **este hecho constituye uno de los elementos más favorables para crear una agricultura menos devastadora y más rentable.**

## **LA REVOLUCION VERDE Y SUS LIMITES - LAS ALTERNATIVAS ACTUALES**

La agricultura de los frentes pioneros, al menos en lo que se refiere a las fincas mecanizadas de carácter comercial, ha seguido, de una manera general, los preceptos de la modernización difundidos por los organismos públicos y privados.

### **Los límites de la revolución verde**

Al inicio de la ocupación de las sabanas, la agronomía de los cultivos anuales, tal como se enseñaba en las universidades y en la forma como era practicada por los investigadores, era de índole muy "fitotécnica" (específica a un grupo de plantas) y dirigida al mejoramiento de la fertilidad de los suelos, en lo que se refiere a sus aspectos químicos. La definición de los itinerarios técnicos correspondientes a labranza del suelo y a rotaciones se dejaba a la iniciativa de los agricultores. Los primeros trabajos "pioneros", en los Trópicos Suramericanos, sobre el manejo de rotaciones de cultivos anuales, las condiciones de labranzas del suelo y la recuperación de pastos degradados son de la década de los años 80 (Sánchez, 1987; Seguy *et al.*, 1989).

En los años 1970, el CIAT y sus colaboradores nacionales a través de la RIEPT (Rede de Investigación en Pastos Tropicales), ya habían acopiado y generado un germoplasma muy diversificado de gramíneas y leguminosas adaptadas a las condiciones ecológicas locales. Esencialmente, la proposición técnica se limitaba a las condiciones de adaptación agroecológica local de los nuevos cultivares.

#### **1. La situación actual: esperanzas frustradas**

En forma general, los rendimientos de los cultivos fueron inferiores a lo esperado. En los Cerrados, durante más de 20 años, los rendimientos de arroz han fluctuado alrededor de 1,2 t/ha, los de maíz han subido progresivamente hasta llegar a 2,0 t/ha, y los de soya han aumentado ligeramente, de 1,6 a 1,8 t/ha con fuertes fluctuaciones (Villachica, 1990; Seguy; Bouzinac, 1995b). Sin embargo, el uso de insumos era alto: los resultados económicos tampoco estaban al nivel de las expectativas.

En cuanto a la ganadería, la difusión de los cultivares de pastos mejorados ha tenido un éxito notable. Sin embargo, después de algunos años de pastoreo se ha manifestado una fuerte degradación del pasto: detenimiento del crecimiento, mortalidad, espacios vacíos cada vez más grandes, pudiendo llevar a fuertes erosiones. Ahora, se estima que más de la mitad de los pastos cultivados están bastante degradados.

#### **2. Qué pasó? Las prácticas de los productores y sus consecuencias**

## 2.1 La agricultura

Con el desmonte, dos funciones esenciales de la cobertura natural desaparecen brutalmente: i) la protección del suelo contra los efectos mecánicos de las lluvias y los excesos térmicos; y, ii) el reciclaje de los elementos minerales y de la materia orgánica por parte de las raíces y de los residuos vegetales a la superficie del suelo.

Aún en un lapso corto, un suelo al descubierto pierde, en sus horizontes superficiales, su porosidad inicial. Las reservas minerales, aún después de un fuerte enriquecimiento por las cenizas del desmonte, vuelven a su nivel de origen en pocos años (Toledo & Navas, 1986).

Las repetidas labranzas con rastras pesadas crean una capa compactada, suficientemente gruesa para constituir un obstáculo importante al desarrollo de las raíces de la mayoría de las plantas cultivadas (Goedert, 1987). Así, los cultivos están a merced de cualquier "veranico", y dependen, más que nunca, de altos niveles de fertilización.

## 2.2 La ganadería

Entre las mayores causas de la degradación de los pastos de gramíneas figura la carencia de elementos nutritivos. Su permanencia depende del nivel inicial de las reservas minerales (después del desmonte y/o del cultivo y según el nivel de fertilización de este último). Posteriormente, la regulación de la carga animal en función de los ritmos de crecimiento (lluvias, temperatura, quemadas,...) es determinante (Spain & Salinas, 1987).

Pero también existen otras formas de degradación (agotamiento de las reservas de las plantas forrajeras por sobrepastoreo —demasiado cerce del suelo— invasión de malezas, patologías específicas,...). No es, pues, sorprendente que el porcentaje de los pastos degradados sea tan elevado.

## Nuevas alternativas agronômicas

### 1. El nacimiento de la siembra directa subtropical

En los años 70, algunos agricultores de los estados del Sur del Brasil adoptaron la siembra directa, luego de resolver sucesivamente los problemas de las condiciones iniciales (estado del perfil cultural), del manejo de los rastrojos (constitución de coberturas muertas), de las malezas, y por fin de los equipos (sembradoras capaces de cortar un espesor de paja de algunos cm). La siembra directa se expandió rápidamente (de Oliveira, 1993).

### 2. La siembra directa en condiciones tropicales

Las adaptaciones a las condiciones tropicales han sido estudiadas durante los años 80, en el Estado de Mato Grosso (Seguy & Bouzinac, 1995c). Esencialmente, se trató de: i) definir las condiciones de la regeneración inicial de la fertilidad del perfil cultural (descompactación, abonos correctivos,...); ii) la siembra de leguminosas en los rastrojos

de la cosecha, para aumentar el volumen de materia seca y enriquecer el suelo en nitrógeno; iii) métodos de control de las coberturas vivas así constituidas, así como de las malezas, utilizando la amplia gama de los nuevos herbicidas disponibles en el mercado; iv) experimentar nuevas rotaciones, para crear alternativas al monocultivo, incluyendo cultivos de otoño (destinados a utilizar las últimas lluvias del período de cultivo), para optimizar el reciclaje de los elementos nutritivos residuales del cultivo principal. La introducción de los mijos (milletos) y sorgos africanos, de rápido crecimiento y fuerte desarrollo radicular respondió a este objetivo; y, v) de introducir pastos en las rotaciones, después de los cultivos anuales.

En el contexto agroecológico y socioeconómico correspondiente (fincas mecanizadas de los frentes pioneros de las sabanas húmedas), la investigación logró crear una gama muy abierta de alternativas, entre las cuales los agricultores pueden escoger las que se ajusten mejor con sus situaciones actuales y deseadas, como, por ejemplo:

- rotaciones de 2, 3 ó 4 años, con uno o dos cultivos por año, manteniendo una cobertura permanente del suelo;
- el monocultivo del maíz o del arroz sobre cobertura de leguminosas, y de la soya sobre cobertura de gramíneas forrajeras;
- rotaciones anuales o plurianuales de cultivos y de pastos;
- regeneración de los pastos degradados (sistema *Barreirão*).

Desde el punto de vista químico, físico y biológico, los autores de estos trabajos han constatado cambios espectaculares en cuanto: i) a las características químicas: pH, niveles de Ca, K, P y Al; ii) al enraizamiento de los cultivos y de las plantas forrajeras; iii) la estructura más favorable; iv) la actividad de los microorganismos y de la mesofauna (Seguy & Bouzinac, 1995c).

Se puede considerar que se alcanzó el objetivo de reconstruir los procesos existentes bajo vegetación natural (protección del suelo, reciclaje de la materia orgánica y de los nutrientes). Los autores insisten particularmente sobre el rol de la "bomba biológica" constituida por el conjunto litera, micro y mesofauna del suelo, y raíces.

**Las perspectivas abiertas por estos trabajos son la integración de la ganadería y de la agricultura, sobre la base de rotaciones de cultivos anuales y de pastos.**

## PERSPECTIVAS: AVANCES DEL PROYECTO PROCITROPICOS SABANAS

Le corresponde a las instituciones de investigación y de difusión crear tecnologías comparables en las condiciones agroecológicas y socioeconómicas de sus áreas de competencia, a través de validación, investigación y

**TABLA 1 - Superficie cultivada de las fincas (en miles de hectáreas).**

	BOLIVIA (1989)	BRASIL (1989)	COLOMBIA (1988)	VENEZUELA (1986)
Arroz	70	2 805	103*	124*
Maíz	100	3 318	7	483
Sorgo	20	41	11	340
Trigo	55	434		
Soya	170	3 253	15	
Frijol	20	875	1	17
Ajonjolí	30*	-	-	111
Algodón	18	120	4	47
Yuca	-	165	1	1
Caña de Azúcar	50	531	-	-
Superficie Cultivada	540	11 423	142	1 123

Fuentes: Bolivia: CAO, Santa Cruz (1994).

Otros países: CIAT (1992).

\* Principalmente irrigada.

**TABLA 2 - Superficie en pastos de las fincas (en miles de hectáreas)**

	BRASIL (1980)	COLOMBIA (1985?) (sólo la Orinoquia)	VENEZUELA (1982)
Pastos Cultivados	31 000	800	460
Pastos Naturales	60 700	19 100	4 850
Total Pastos	91 800	19 900	5 310

Fuentes: Brasil: Campos da Rocha, *et al.*, (1987)

Colombia: Gavilanes, (1987)

Venezuela: Flores *et al.*, (1987).

**TABLA 3 - Contribucion de las sabanas tropicales a la produccion nacional (en %)**

PRODUCTOS/PAIS	BOLIVIA (?)	BRASIL (1987)	COLOMBIA (1988)	VENEZUELA (1986)
<b>CEREALES</b>				
Arroz	-	37	-	-
Maíz	75	29	25	100
Sorgo	50	15	1	73
Trigo	100	9	4	89
<b>OLEAGINOSAS</b>				
Soya	—	39	27	—
Ajonjolí	—	—	—	100
Maní	—	—	—	100
<b>GANADERIA*</b>				
Bovinos	21	59	16	39
Porcinos	?	21	1	29
Aves	?	15	<1	19
<b>OTROS</b>				
Caña de azúcar	82	15	-	-
Yuca	75	—	1	52
Algodón	98	—	-	96
Frijol	75	8	-	43

Fuente: CIAT, "Trends in CIAT Commodities", 1992, para Brasil, Colombia y Venezuela.

\* = % total de cabezas.

capacitación. Los métodos que permitieron la obtención de esos resultados se encuentran disponibles, tanto en lo que concierne la generación de tecnologías agroecológicamente sostenibles (Seguy *et al.*, 1991; Seguy *et al.*, 1995e), como para la creación y la recolección de referencias por parte de los agricultores (Muzilli *et al.*, 1992; Thiele & Davies, 1992; Bonnal *et al.*, 1993).

Con el objetivo de contribuir a la recuperación de los suelos degradados y a la sostenibilidad de la actividad agropecuaria en las sabanas, las instituciones de investigación públicas de los cuatro países correspondientes crearon, en 1994, en colaboración con organismos de extensión y gremios, sendos proyectos nacionales de investigación y desarrollo según un modelo común propuesto por el Proyecto Regional *Sabanas* de PROCITROPICOS **regeneración y manejo sostenible de los suelos degradados de las cabanas: una estrategia para la prevención del medio ambiente.**

Durante los años 1994 y 1995, en tres de los cuatro países (en Colombia, las condiciones institucionales no permitieron el inicio del Proyecto Nacional en 1995), se seleccionaron áreas y fincas de referencia, llegando a 4 áreas y 4 fincas en Bolivia, 3 áreas y 5 fincas en Brasil, 3 áreas y 3 fincas en Venezuela, lo que un total de 10 áreas y 12 fincas. El conjunto de áreas es representativo de la variabilidad regional de las condiciones agroecológicas (clima y suelo), y económicas (costo de transporte principalmente). De las 12 fincas, 10 son representativas de los sistemas de producción de cultivos anuales mecanizados con ganadería, manejados en forma separada, donde se observan síntomas de degradación de los suelos (erosión, compactación, fertilidad insuficiente, ...), altos costos de producción de los cultivos anuales, cuya rentabilidad es alterada por las periódicas bajas de precios, y pastos degradados con una carga animal inadecuada. Dos fincas son representativas de la pequeña agricultura de laderas, con sistemas diversificados pero muy poco productivos, tanto en cultivos como en ganadería, con índices diversificados pero muy poco productivos, tanto en cultivos como en ganadería, con índices preocupantes de degradación de suelos.

Después de una primera actividad de capacitación, organizada en 1994 por PROCITROPICOS, IAPAR, EMBRAPA y CIRAD, los equipos locales (constituidos por parte de técnicos del sector privado y de investigadores de las instituciones públicas), en las fincas citadas se realizaron los diagnósticos de los factores más limitantes. Las discusiones llevadas a cabo a continuación con los productores permitieron diseñar pruebas de validación, incluyendo, por lo general, temas relacionados con el manejo de los cultivos anuales, la recuperación de pastos degradados y la diversificación del germoplasma. Esas pruebas ya han sido realizadas (Venezuela, temporada de lluvias 1995) o se encuentran en curso (Bolivia y Brasil, temporada 1995/96). Un seguimiento detallado —agronómico y económico—

de las pruebas se viene realizando, a cargo de los equipos locales.

Las pruebas de validación han sido financiadas por los propios agricultores de las fincas de referencia (con un pequeño apoyo institucional en el caso de los pequeños agricultores). La duración de estas pruebas debe ser de un mínimo de 4 años, para disponer de un plazo suficiente para la observación de los efectos de mediana duración.

Después de la segunda etapa de capacitación (*Curso de Investigación en Sistemas de Producción Sostenibles para las Sabanas*, realizado en dos períodos: fines de 1995 e inicio de 1996), se prevé entrar en la fase de generación experimental de tecnologías promisoras, aprovechando los antecedentes técnicos y metodológicos logrados por el CIRAD-CA.

Los resultados esperados de esos Proyectos son:

- Nuevos conocimientos (referencias), surgidos de las fincas de referencia y de los ensayos de validación, sobre las condiciones técnicas y económicas de la sostenibilidad de los sistemas de producción;

- Alternativas (cuantificadas) de manejo de los suelos, cultivos y pastos en cada área, creadas experimentalmente, para validar posteriormente en la red de fincas de referencia;

- Una visión de conjunto de las alternativas disponibles regionalmente (4 países) para resolver los problemas más relevantes de la agricultura de sabanas tropicales de la cuenca amazónica. La comparación de los resultados debe permitir la formulación de hipótesis sobre las jerarquías de los factores limitantes y las estrategias más adecuadas a su solución, tomando en cuenta la variabilidad de las condiciones.

- Una colaboración muy estrecha entre productores, investigadores y extensionistas;

- Un nuevo equilibrio, en el seno de la investigación, entre los programas por producto y los de sistemas (de cultivo, de ganadería, de producción);

- Fuentes complementarias de financiamiento para la investigación, la extensión y la capacitación.

## LITERATURA CITADA

- BERTRAND, J.P. La politique brésilienne du soja, ou comment un pays du Sud s'est imposé sur les marchés du Nord. O.C.L.; Oléagineux, Corps gras, Lipides, v.2, n.3, 1995, p. 215/218.
- BODDEY, R.M. *et al.* **Sustentabilidade de pastagens consorciadas e de gramíneas em monocultura:** o papel chave das transformações de Nitrogênio. EMBRAPA-CNPBS. Itaguai, Rio de Janeiro, Brasil. Mimeo 18 pp e anexos. 1993.
- BONNAL, P. *et al.* Papel de la red de fincas de referencias en el enfoque de Investigación Desarrollo. **Revista Investigación Desarrollo para América Latina**, n.3, p.21/38. FONAIAP. Maracay, Venezuela. CIRAD-SAR, Montpellier, Francia. 1993a.

- BONNAL, P. *et al.* **O papel da rede de fazendas de referência no enfoque de pesquisa-desenvolvimento: Silvânia.** EMBRAPA-CPAC. Planaltina, DF, Brasil. 1993b.
- CAMPOS DA ROCHA, C.M. *et al.* Diagnóstico preliminar da situação da pecuária na Região dos Cerrados. *In: La investigación en pastos dentro del contexto científico y socio-económico de los países.* Cali, Colombia: CIAT, 1987. 21-70p.
- COCHRANE T.T., JONES. P.G. Savannas, forests and wet season potential evapotranspiration in tropical South America. **Trop. Agric. Trinidad**, v.58, n° 3, 1981.
- COCHRANE, T.T. *et al.* **La tierra en América Tropical.** v.4. EMBRAPA/CIAT. Cali, Colombia: CIAT, 1985. 444pp.
- CHONCHOL, J. **Los sistemas agrarios de América Latina.** Paris, France: Ed. Latino Americano, 1994.
- CIAT. **Trends in CIAT commodities.** Cali, Colombia: CIAT, 1992.
- DICK, W. A. *et al.* Continuous application of no-tillage to Ohio soils. **Agron. J.**, n.83, p.65-73, 1991.
- FLORES, A.J. Apuntes sobre la situación pecuaria en Venezuela. *In: La investigación en pastos dentro del contexto científico y socio-económico de los países.* Cali, Colombia: CIAT, 1987, p.571-600.
- GAVILANES, C. Diagnóstico de la investigación en pastos en Colombia. *In: La investigación en pastos dentro del contexto científico y socio-económico de los países.* Cali, Colombia: CIAT, 1987. p.147-170.
- GOEDERT, W.J. Managing of acid tropical soils in the savannas of South America. *In: Managing of Acid Soils in the Tropics*, Bangkok, Thailand: IBSRAM, 1987, p.109-128.
- GRANIER, P. Problèmes posés par le développement de l'élevage bovin dans le Brésil Central. IEMVT. Maisons-Alfort, France. Mimeo 58 p. 1972.
- GUIMARAES, M.F. O perfil cultural e as modificações da estrutura do solo. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DO SOLO*, 24., Goiânia, Goiás, Brasil, 1993. p.23-24.
- LANDERS, J.N. *et al.* **Fascículo de experiências de plantio direto nos Cerrados.** Brasília, DF, Brasil: APDC, 1994.
- MUZILLI, O. *et al.* Conceptos y procedimientos para una estrategia de investigación en sistemas de producción. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: CIAT, 1992. Informe Técnico n° 4, 33p.
- OLIVEIRA BORGES, G. deResumo histórico do plantio direto no Brasil. Passo Fundo: Ed. Aldeia Norte, 1993: p.13/17.
- RALISCH, R. Estudos dos efeitos da realização sucessiva de um mesmo tipo de manejo sobre o perfil cultural e o perfil de enraizamento de un latossolo roxo distrófico. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA*, 22., Ilhéus, 1993. v.3, p.2122-2133.
- SALATI, E. **A região amazônica e as mudanças globais: necessidade de um plano de pesquisas.** Brasília, DF, Brasil: IDRC/CIID, 1992. Mimeo, 81p. anexos.
- SANCHEZ, P. Management of acid soils in the humid tropics of South America. *In: MANAGING OF ACID SOILS IN THE TROPICS.* Bangkok, Thailand: IBSRAM, 1987. p.63-108.
- SEGUY, L. *et al.* Influence of soil management patterns on maintenance of fertility in the Brazilian Central Plateau. *In: International Symposium on rice production on acid soils in the Tropics Kandy.* Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1989. 12p..
- SEGUY, L. *et al.* An approach to the development of sustainable farming systems. *In: Evaluation for sustainable land management in developing world.* Technical papers. **Proceedings**, n.12, v.2. Bangkok, Thailand: IBSRAM, 1991.
- SEGUY, L. *et al.* **Uma revolução tecnológica: o arroz de sequeiro de qualidade nos trópicos úmidos; performances reprodutíveis rumo às do trigo, em clima temperado.** Goiânia, Goiás, Brasil: CIRAD, 1995a. Mimeo, p.29.
- SEGUY, L.; BOUZINAC, S. Les systèmes de culture de soja au Brésil. **Oléagineux, Corps Gras, Lipides**, Paris, France, v.2, n.3, p.218-222, 1995b.
- SEGUY, *et al.* **Gestão da fertilidade dentro dos sistemas de cultura mecanizados nos trópicos úmidos: o caso das frentes pioneiras dos cerrados e florestas úmidas do centro-norte do Estado de Mato Grosso.** 1: Gestão da fertilidade pelo sistema de cultura. 2: Conceitos e colocação em prática dos modos de gestão agrobiológicos adaptados aos solos ácidos dos trópicos úmidos. Goiânia, Goiás, Brasil: CIRAD, 1995c. Mimeo, 24+27p.
- SEGUY, L.; BOUZINAC, S. **Modelização e colocação em prática dos sistemas de cultura mecanizados no meio real, para, com os produtores, nas suas fazendas, nos trópicos úmidos.** Goiânia, Goiás, Brasil: CIRAD, 1995d. Mimeo, p.37.
- SEGUY, L. *et al.* Contribuição ao estudo e ao aperfeiçoamento dos sistemas de cultura, em meio real. Brasília, DF, Brasil. IICA/PROCITROPICOS: 1995e. Mimeo, 231p.
- SPAIN, J.; SALINAS, J.C. **El reciclaje de nutrientes en pastos tropicales.** CIAT. Cali, Colombia. CIAT, 1987. Mimeo, p.58.
- STEINMETZ, S. *et al.* **Caracterização do regime pluviométrico e do balance hídrico do arroz de sequeiro em distintas regiões produtoras do Brasil.** v.1, Goiânia, Goiás, Brasil: 1988. EMBRAPA-CNPAF, 1988. (Documento 23).

- THERY, H. **Le Brésil**. Paris, France: Edition Masson, 1989. 246p.
- THIELE, G. DAVIES, P. **El diagnóstico a nivel de fincas**. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. CIAT, 1992. Módulo n° 4, 57 p.
- TOLEDO, J.M. y NAVAS, J. Land clearing for pastures in the Amazon; *In*: LAL, R.; SANCHEZ, P.A.; CUMMINGS Jr., R.W., eds., **Land clearing and development in the tropics**. Rotterdam, Boston: A.A. Balkema, 1986. p.97-116.
- TOLEDO, J.M. **Ganadería bajo pastoreo**: parámetros de sostenibilidad. Lima, Perú: FUNDEAGRO, 1990?. 32p. Mimeo.
- VILLACHICA, H. *et al.* Sustainable agricultural systems in the humid tropics of South America. *In*: EDWARDS, C.A., ed., **Sustainable agricultural systems**. Ankony, Iowa, USA, 1990. p.391-437.
-

**Socioeconomia**  
*Socioeconomy*

# STRATEGIES FOR SUSTAINABLE EXPLOITATION OF THE MOIST SAVANNA ZONE OF WEST AFRICA

ROBERT J. CARSKY<sup>1</sup>, G. TIAN<sup>1</sup> and V.M. MANYONG<sup>1</sup>

---

## ABSTRACT

The moist savanna zone (MSZ) of west Africa forms a belt between the semi-arid zone and the humid forest. The length of growing period ranges from 150 to 270 days. Sustainable food production is threatened by infertile, easily degraded soils and competition and damage from weeds, insects, and diseases. Farmers ability to cope with the situation is constrained by access to markets, labor, inputs, and credit. Research is constrained by the highly variable nature of the ecological and economic environment. This variability is described, and a strategy for addressing important resource management issues in the zones is proposed. Major thematic

research emphasis is on (1) short fallow stabilization, (2) farming systems diversification, (3) improved cereal grain legume systems, and (4) improved root and tuber-based systems. Benchmark areas are used to capture a significant portion of the variability and to focus collaborative research of several partners. Discussions between partners will lead to the best collaborative research mechanism.

**Additional index words:** Food production, moist Savanna, West African, short fallow, benchmark area, farming system diversification.

---

## INTRODUCTION

The moist savanna zone (MSZ) of West Africa covers an area of about 141 million ha in sub-Saharan Africa. Most of the countries located in the zone, have low income and are facing serious food, and nutrition problems (Mudahar, 1986). Production of adequate food to meet the needs of an increasing population has become a major challenge for many countries in this area. To cope with the problem, either crop production on existing land or production area or both has to be increased (Ofori *et al.*, 1986). Applicability of these options varies greatly between regions, depending on local availability of suitable land, viable soil management techniques and inputs, infrastructure and socio-economic conditions. Improvement of food production in these regions is, however, ultimately dependent on the intensification of land use. The task facing agricultural scientists is hence to

develop ecologically sustainable, economically viable and environmentally sound food production systems.

## DESCRIPTION OF THE ZONE

### Climate

Annual rainfall in the moist savanna zone varies from 900 to approximately 1500 mm, following a clearly monomodal pattern in the northern Guinea and a clearly bimodal pattern in the derived savanna (Table 1). The MSZ in general is characterized by high rainfall intensity with a rainfall erosion index ranging from 500 - 700, that increases with annual rainfall and frequency of rainstorm events (Roose, 1986). Annual precipitation varies substantially from year to year, with a trend of lower precipitation since the seventies compared to previous years.

---

<sup>1</sup> International Institute of Tropical Agriculture (IITA), PMB 5320, Ibadan, Nigeria, c/o L.W. Lambourn & Co., 26 Dingwall Road, Croydon, CR9 3EE, UK.

**TABLE 1 - Gradient\* in natural biophysical production factors in the MSZ of West Africa (Tian *et al.*, 1995).**

Parameters	DS	SGS	NGS
Radiation	—————>		
Length of growing period	211-270 days	181-210 days	151-180 days
Rainfall	BM**, >1300 mm	BM/MM, 1200 -1500 mm	MM***, 900-1200 mm
Fire	<—————		
Erosion	—————>		
Soil compaction	—————>		
Soil organic matter	<—————		
Soil fertility	<—————		
Biomass production/yr	<—————		
Weed infestation: (a) Parasitic	—————>		
(b) Non-parasitic	—————>		
Grasses	—————>		
Broadleaf	<—————		
Sedges	—————>		

\* Direction of arrow indicates increment

\*\* BM = Bimodal;

\*\*\* MM = Monomodal

DS = derived savanna, SGS = Southern Guinea Savanna and NGS = Northern Guinea Savanna.

**TABLE 2 - Accessibility and high profitability cash crop of agricultural systems of MSZ in 9 countries\* of west Africa (Manyong *et al.* 1996).**

Subzones	Area (x10 <sup>3</sup> km <sup>2</sup> )	Accessibility **		Profitability cash crop **	
		Good***(%)	Poor (%)	High (%)	Low (%)
NGS	285	53	47	45	55
SGS	422	54	46	38	62
DS/CS	591	63	39	39	61
Total	1298	59	41	40	60

\* : Benin, Burkina Faso, Cote d'Ivoire, Ghana, Guinea Conakry, Mali, Nigeria, Sierra Leone and Togo.

\*\* Percent area of MSZ.

\*\*\* Good access is defined if "road" density <sup>3</sup> 15 km 100 km<sup>2</sup> or if many villages are well connected to wholesale markets throughout the year.

DS = derived savanna, SGS = Southern Guinea Savanna and NGS = Northern Guinea Savanna.

### Soils

Upland soils are dominated by Plinthustalfs and Inceptisols. Soil depth varies greatly. The sandy textured surface soil is underlain by gravelly subsoil, concretionary hardpans, or rock in some areas. Surface soil crusting, soil compaction, surface runoff and soil erosion are major soil management problems. Farmers have partially overcome these problems by shallow (manual and animal traction) tillage and ridging. Soil fertility is generally low because of low organic matter, N and P contents. With more intensive cropping, the probability of

K, S, and Zn deficiencies increases. Farmers solutions include fallowing, use of animal manure, mineral fertilizer, and use of crops, such as sorghum, millet, groundnut, and cowpea, that are more adapted to low fertility conditions.

### Socio-economic environment

Population density is highly variable, ranging from about 20 to more than 200 inhabitants km<sup>-2</sup>. At higher population densities, farmers are more likely to adopt labor demanding soil improvement using multipurpose trees and cover crops

**TABLE 3 - Characteristics of MSZ benchmark villages.**

Subzone	Country/state	Longitude Latitude	Soils (FAO)	Altitude (m)	Rainfall		PET (mm)	Population density (km <sup>-2</sup> )	Market access
					Total (mm)	Pattern			
NGS	Nigeria/Bauchi	9°49'E 10°08'N	Lithosols and Luvisols, coarse, shallow	730	1190	monomodal May-Oct	1620	61-70	poor
NGS	Nigeria/Bauchi	10°06'E 10°03'N	Luvisols and Lithosols, coarse, shallow	580	1190	monomodal May-Oct	1630	61-70	poor
NGS	Nigeria/Bauchi	9°47'E 10°01'N	Luvisols and Lithosols, coarse, shallow	730	1190	monomodal May-Oct	1620	61-70	moderate
NGS	Nigeria/Kaduna	7°42'E 10°24'N	Ferric Luvisols, coarse, no limitation	640	1280	monomodal May-Oct	1540	81-100	v. good
SGS	R. Benin/Atacora	1°10'E 10°30'N	Plinthic Luvisols and Lithosols, coarse, no limitation	210	1320	monomodal May-Nov	1610	16-30	poor
DS	R. Benin/Mono	1°44'E 7°00'N	Nitosols and Luvisols, coarse-medium, no limitation	90	1120	bimodal Mar-Aug Aug-Nov	1430	101-200	good
DS	R. Benin/Mono	1°42'E 7°10'N	Ferric Luvisols, coarse, no limitation	150	1100	bimodal Mar-Aug Aug-Nov	1460	101-200	good
DS	R. Benin/Mono	2°01'E 6°52'N	Gleyic Luvisols and Vertisols, coarse-medium, poor drainage	90	1130	bimodal Mar-Aug Aug-Nov	1430	31-50	poor

Source: S.S. Jagtap, Agroecological Studies Unit, IITA, Ibadan, Nigeria. DS = Derived Savanna, SGS = Southern Guinea Savanna and NGS = Northern Guinea Savanna.

which allow land use intensification (Smith, 1992; Smith and Weber, 1994). Market access is poor in almost half of the area (Table 2). Poor market access leads to high input prices and low farm gate prices. In areas with good market access, a profitable cash crop can stimulate intensified use of agricultural land as is the case with maize in northern Nigeria (Smith *et al.*, 1994). Improved post harvest processing, such as mechanization of gari production from cassava (Nweke, 1992) has expanded land area under cassava. Knowledge of the variability in socio-economic conditions will help researchers to better target technological options.

## RESEARCH STRATEGY

### Benchmark areas

A strategy is needed which takes into account the heterogeneity of environments in the process of technology development. Benchmark areas are being identified to capture variability in biophysical conditions and socio-economic conditions (Table 3). These study areas may cover thousands of hectares within one or more MSZ subzones. Benchmark areas provide a focal point for collaboration by all stakeholders in the technology development process, including IARCs, NARSs, NGOs, agricultural development institutions, and especially farmers.

In order to have good coverage of ecological and socio-

economic conditions, it is necessary to have at least three large benchmark areas in West Africa. IITA presently has substantial sustainable food production research effort in a limited area of northern Nigeria and an extended area of neighboring Benin Republic, both in collaboration with strong NARSs, IARCs, extension services and farmers. Our goal is to strengthen these efforts and to work in a third area in northern Côte d'Ivoire.

### Short fallow stabilization

Food production with shortening fallow periods is not sustainable without good management of crops and fallow vegetation. Our proposed strategy is to encourage integration of herbaceous and woody legumes in crop production systems. Nitrogen fixing herbaceous and woody leguminous species are known to be able to contribute to the maintenance of soil N, soil organic matter, and favorable soil physical properties in intensified cropping systems. Herbaceous legumes and woody species can also contribute in weed suppression, pest reduction and soil conservation, rehabilitation of degraded land and as source of fodder.

Research work on this thematic focus includes: selection of the ecologically most adapted species for each targeted benchmark area; selection of species that can meet the multiple needs and constraints of farmers; selection of the most appropriate systems for legume integration (inter-

cropping, relay-cropping, rotation, live mulch); and testing of several species/production system combinations in each recommendation domain. A user friendly legume data base has been developed, containing information on ecological adaptability, cropping systems niche, and potential contributions for about 100 legumes. Version 2.0 has been distributed

#### **Farming System diversification**

Smallholder productivity and cash income can often be best improved through farming system diversification. Research areas include: identification and evaluation of commercialization and diversification opportunities for private and social profitability; inclusion of fruit trees in agroforestry; developing market-oriented crop systems for peri-urban areas; developing synergistic mixed farming systems with increased livestock component, and identifying and evaluating improved dry season cropping systems for inland valleys. Again, thematic research will be focussed in the benchmark areas described above.

#### **Cereal-grain legume systems for soil N supply and parasitic weed suppression**

Maize, soybean and cowpea are currently main crops grown in the Guinea Savanna. High insolation and reliable rainfall distribution during July through September contribute to high yields of those short to medium duration annual crops in the Guinea Savanna. Development of these crops for the stresses and high potential productivity occurring in the zone is advanced. Effort must be encouraged to develop grain legumes which contribute substantial N to maize and also reduce *Striga hermonthica* parasitism (Berner *et al.*, 1995). Management of the grain legumes should maximize these contributions to maize production. Decision support systems and growth simulation models will be used to guide development of synergistic cropping systems.

#### **Root and tuber based systems**

The southern Guinea savanna and the derived savanna are predominantly occupied by the root and tuber crops such as yam and cassava although medium duration cereals (maize, rice, sorghum) are still important in these ecozones. Research activities include: screening cultivars with better canopy cover to reduce weed infestation, maintaining soil fertility and suppressing weeds using short planted fallows, and developing pest resistant genotypes with good storage and food quality.

## **REFERENCES**

- BERNER, D.K.; KLING, J.G.; SINGH, B.B. Striga research and control: a perspective from Africa. *Plant Disease*, v.79, p.652-660, 1995.
- MANYONG, V.M.; SMITH, J.; WEBER, G.K., JAGTAP, S.S.; OYEWOLE, B. **Macrocharacterization of agricultural systems in west Africa: an overview**. Resource and Crop Management Division Research Monograph 21, Ibadan, Nigeria: International Institute of Tropical Agriculture, 1996.
- MUDAHAR, M.S. Fertilizer problems and policies in sub-Saharan Africa. *In*: MOKWUNYE, A.U. VLEK, P.L.G., eds., **Management of nitrogen and phosphorus fertilizers in sub-Saharan Africa**. Dordrecht, The Netherlands: Martinus Nijhoff Publishers, 1986, pp 1-32.
- NWEKE, F.I. **Processing potentials for cassava production growth in Africa**. COSCA-Collaborative Study of Cassava in Africa Working Paper No. 11., Ibadan, Nigeria: International Institute of Tropical Agriculture, 1992.
- OFORI, C.S.; HIGGINS, G.M.; PURNELL, M.F. Criteria for choice of land suitable for clearing for agricultural production. *In*: LAL, R.; SANCHEZ, P.A.; CUMMINGS Jr., R.W., eds., **Land clearing and development in the tropics**. Rotterdam: A.A. Balkema, 1986, pp 19-28.
- ROOSE, E.J. Runoff and erosion before and after clearing depending on the type of crop in western Africa. *In*: LAL, R. SANCHEZ, P.A.; CUMMINGS Jr., R.W., eds., **Land clearing and development in the tropics**. Rotterdam: A.A. Balkema, 1986, pp 317-330.
- SMITH, J. **Socio-economic characterization of environments and technologies in humid and sub-humid regions of West and Central Africa**. Resource and Crop Management Research Monograph No. 10. Ibadan, Nigeria: International Institute of Tropical Agriculture, 1992.
- SMITH, J.; BARAU, A.D.; GOLDMAN A.; MARECK, J.H. The role of technology in agricultural intensification: the evolution of maize production in the northern Guinea Savanna of Nigeria. **Economic and Development and Cultural Change**, v.42, p.537-554, 1994.
- SMITH, J.; WEBER, G.K. Strategic research in heterogeneous mandate areas: an example from the West African savanna. *In*: ANDERSON, J.R., ed., **Agricultural Technology: policy issues for the International Community**, Wallingford, UK: CAB International, p.545-565, 1994.
- TIAN, G.; KANG, B.T.; AKOBUNDU, I.O.; MANYONG, V.M. **Food production in the moist savanna of west and central Africa**. *In*: INTERNATIONAL WORKSHOP, Cotonou, Republic of Benin, 1994., Ibadan, Nigeria: International Institute of Tropical Agriculture, 1995.

# A EVOLUÇÃO DO CAFÉ NOS CERRADOS

GERALDO PEREIRA<sup>1</sup> e J.L.P. de AGUIAR<sup>1</sup>

## RESUMO

A região dos Cerrados Contínuos é uma das mais importantes regiões cafeeiras do Brasil e está dividida em doze sub-regiões. A produção de café desta região representou 3,3% e 21,2% da produção nacional em 1975 (2 544 596 t) e 1993 (2 557 518 t), respectivamente. Também apresentou um grande aumento na área colhida e a maior produtividade. Embora, concentrada nos Cerrados mineiros, observou-se a ocorrência da cafeicultura em

543 municípios em todo os Cerrados contínuos; entretanto, somente 27 eram responsáveis por 54,2% da produção de café dos Cerrados. Por outro lado, o setor cafeeiro do Brasil não acompanhou a evolução mundial deste produto. Isso representa sérios riscos para a cafeicultura nacional. Assim, há necessidade de políticas mais agressivas com ênfase em pesquisa.

**Palavras-chave:** Cerrados contínuos, política cafeeira.

## ABSTRACT

### Coffee crop evolution in the Brazilian "Cerrados"

The Cerrados region (Savanna Ecosystem) is one of the most important growing coffee areas in Brazil which has twelve sub-regions of production. The coffee production of this region represented 3,3% and 21,2% of the national production in 1975 (2 544 596 t) and 1993 (2 557 518 t), respectively. It was also shown a great increment in the harvesting area and the highest productivity. Although the largest growing area is concentrated in the Cerrados of Minas Gerais State, this

crop was found in 543 Cerrados counties between 1990 and 1993; however, only 27 counties out of this total were responsible for 54,2 % of the coffee produced in the Cerrados region. On the other hand, Brazilian coffee business did not keep up with the pattern of world evolution. This means serious risks for the national production. Therefore, it is necessary specific political decisions with emphasis on research.

**Additional index words:** Savanna, ecosystem.

## INTRODUÇÃO

O Brasil encontrou no café, durante séculos, o seu principal produto de exportação, mas durante a vigência do AIC (Acordo Internacional do Café), de 1962 à 1989, perdeu importante parcela do Mercado Internacional. E, recentemente, a extinção do IBC (Instituto Brasileiro do Café) deixou o setor cafeeiro desorganizado, tanto em termos de política como de pesquisa (Café, 1993).

A partir de meados da década de setenta, devido a problemas nas regiões produtoras de café (São Paulo e Paraná), esta cultura vem se deslocando para outras regiões, principalmente os Cerrados. Nesta época, a região dos Cerrados era responsável por apenas 3,26% da produção nacional deste produto, passando, em 1993, a responder por 21,24%.

Os Cerrados contínuos ocupam uma área de 206,5 milhões de hectares, abrangendo total ou parcialmente 1 027

<sup>1</sup> Economista, MSc. Economia Rural, EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08232, Planaltina, DF 73301-970. Brasil.

municípios em onze estados mais o Distrito Federal (Pereira *et al.*, 1993).

O objetivo do presente trabalho foi analisar a evolução da cafeicultura nos Cerrados.

## MATERIAL E MÉTODO

Tomou-se como área de estudo os Cerrados contínuos e os percentuais (índices) das áreas dos municípios incluídos nos Cerrados (Pereira *et al.*, 1995).

A área colhida e a produção de café dos Cerrados resultaram do somatório da área colhida e da produção de café a nível municipal vezes o índice anteriormente referido (CPAC, 1995).

Para evitar a bianualidade da cultura, variações climáticas, etc., trabalhou-se com a média móvel quadrienal da série histórica dos dados referente aos Cerrados (1975 a 1993).

Na falta de informações para o ano de 1983 estimou-se a área colhida e a produção municipal de café para este ano, usando a média aritmética simples dos anos de 1981, 1982, 1984 e 1985.

Adotou-se a análise tabular para agrupar os dados, inclusive para definir as regiões produtoras após localizá-las no mapa de divisão política municipal.

Para verificar o comportamento e comparar as várias regiões produtoras de café, calculou-se as taxas geométricas de crescimento usando a seguinte fórmula:

$$Y = a(1+i)^n$$

onde: Y = tendência (valores estimados);

a = valores observados;

n = período em número de anos;

i = taxa geométrica de crescimento anual.

e sua derivada:

$$i = ((Y/a)^{(1/n-1)} - 1) * 100$$

onde: Y = valor no fim do período (média móvel 1990/93);

a = valor no início do período (média móvel 1975/78);

n = período em número de anos;

i = taxa geométrica de crescimento anual.

O índice de importância relativa da cultura foi estimado através da seguinte fórmula:

$$I = AC / AT$$

onde: I = índice de importância relativa;

AC = área colhida com café;

AT = área total.

## RESULTADOS

### 1. Alguns Aspectos do Café no Contexto Nacional e Internacional

Analisando a Figura 1, verificou-se que, para o Brasil, no período de 1970 a 1993, os níveis de produção (café beneficiado) vem crescendo, enquanto que os níveis de consumo e exportação permaneceram constantes. Por outro lado, o consumo per capita, no mesmo período, mostrou diminuição acentuada, passando de 5,7 kg/pessoa/ano para 3,4 kg/pessoa/ano (Figura 2).

A cultura do café sempre teve grande importância econômica para o país. Atualmente (1993), continua importante como comprova sua participação na balança comercial

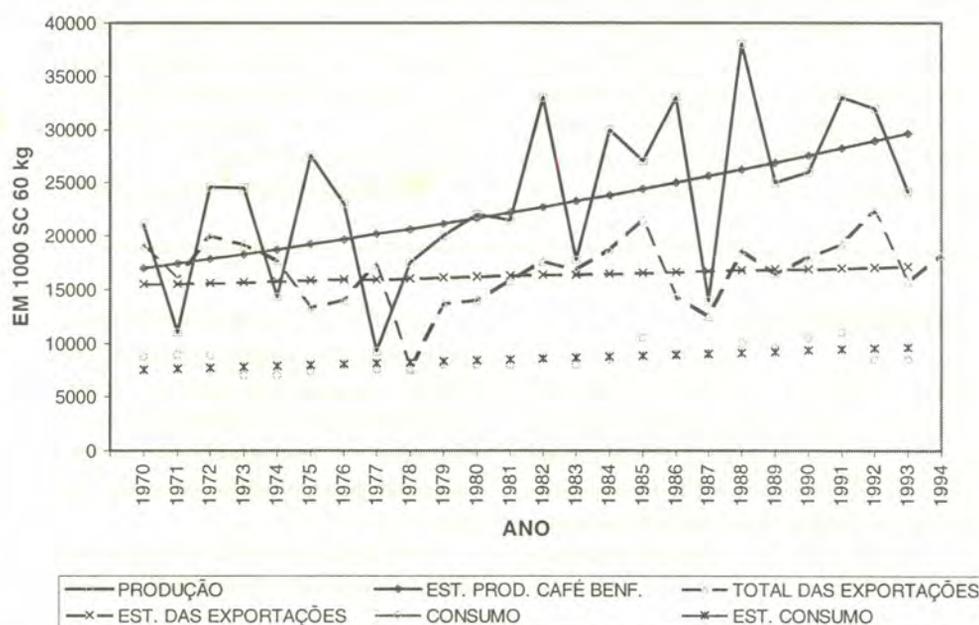


FIG. 1 - Evolução da produção das exportações e do consumo de café no Brasil, 1970 a 1993.

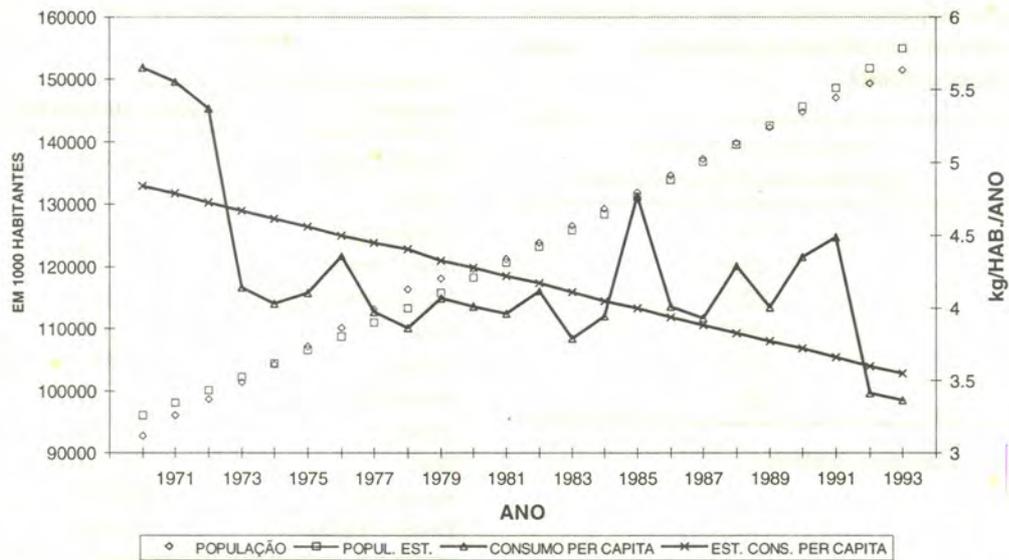


FIG. 2 - Evolução da população total e do consumo de café per capita no Brasil, 1970 a 1993.

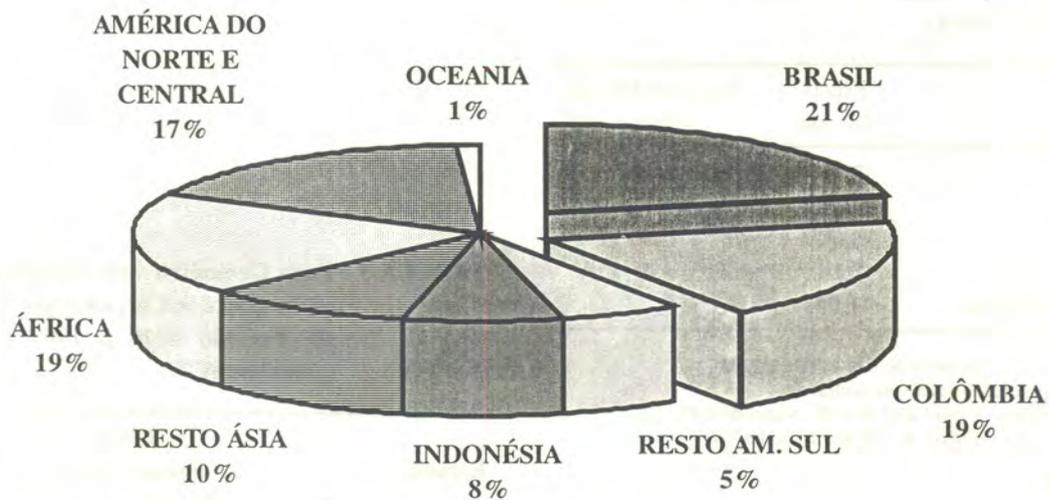


FIG. 3 - Participação dos países e continentes na produção mundial de café, 1993.

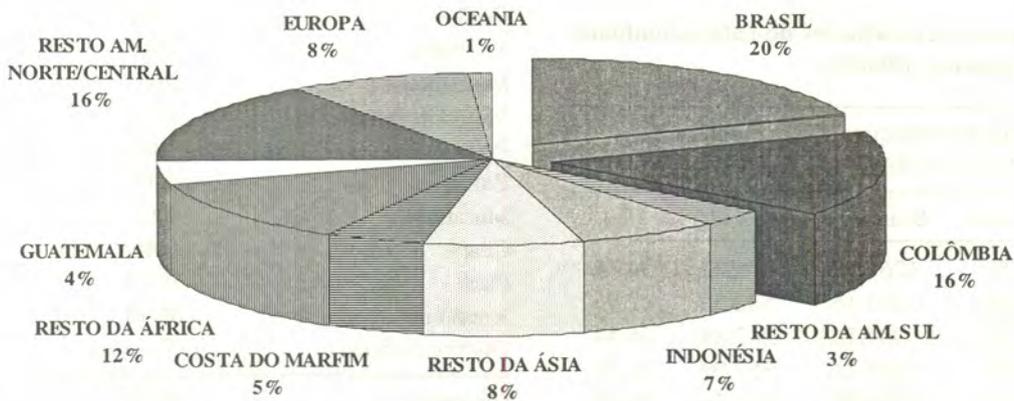


FIG. 4 - Participações dos países e continentes nas exportações mundiais, 1993.

**TABELA 1 - Participações relativas das exportações brasileiras de café nas exportações mundiais, 1970/93.**

Ano	Participações Relativas Exp. Brasileiras/Exp. Mundiais
1970	34,6
1975	24,1
1980	22,6
1985	29,9
1990	23,0
1993	20,4

FONTE: Suma Agrícola, fev./91 e FEBEC/94.

**TABELA 2 - Café - Taxas Geométricas de Crescimento. (1970/93).**

Descrição	Brasil (% aa)	Resto do Mundo (%aa)
Produção	2,44 <sup>1</sup>	1,60 <sup>3</sup>
Exportação	0,00 <sup>2</sup>	2,07 <sup>3</sup>
Consumo	0,00 <sup>2</sup>	1,28 <sup>3</sup>
População	2,10 <sup>3</sup>	-
Consumo Per Capita	-1,05 <sup>4</sup>	-

1. Teste F significativo ao nível de 2 % e  $R^2 = 0,2291$

2. Teste F não significativo a níveis aceitáveis.

3. Teste F significativo a nível de 1 % e  $R^2$  acima de 0,85.

4. Teste F significativo a nível de 3,5 % e  $R^2 = 0,3279$ .

**TABELA 3 - Preços de exportações do café colombiano e brasileiro, 1990/93.**

Ano	Preço de Exportações do Café (US \$/t)		Diferença	
	Colombiano	Brasileiro	(US \$/t)	(%)
1990	1743,50	1269,78	446,72	34,45
1991	1805,69	1263,16	542,53	42,95
1992	1302,65	954,76	347,89	36,44
1993	1462,30	1105,21	357,09	32,31
Média	1578,54	1154,98	423,56	36,67

FONTE: FAO, 1993.

**TABELA 4 - Produção de café nos Cerrados, média 1990/93.**

Estados	Área Colhida (ha)	Produção (t)
Minas Gerais	398 505	50 2718
Goiás	14 301	16 569
Tocantins	56	54
Mato Grosso	8 964	11 208
Mato Grosso do Sul	1 290	1 359
Piauí	40	9
Bahia	859	528
Maranhão	10	24
Ceará	81	51
Pará	7	12
Rondônia	25 953	30 545
Distrito Federal	1 122	1 314
<b>Total</b>	<b>451189</b>	<b>564389</b>

**TABELA 5 - Taxa Geométrica de Crescimento do Café na Região dos Cerrados por Estado e Brasil. Período 1975 a 1993 (média móvel quadrienal).**

Estados	Taxa Geométrica de Crescimento (% ao ano)	
	Área	Produção
Minas Gerais	9,08	9,17
Goiás	2,42	3,76
Tocantins	0,78	2,36
Mato Grosso	7,66	6,23
Mato Grosso do Sul	-9,20	-9,29
Piauí	4,07	0,84
Bahia	7,18	11,90
Maranhão	1,61	12,91
Ceará	0,46	0,36
Pará	29,25	31,52
Rondônia	26,83	24,17
Distrito Federal	17,41	18,73
<b>Cerrados</b>	<b>8,77</b>	<b>8,94</b>
<b>Resto do Brasil</b>	<b>1,45</b>	<b>1,44</b>

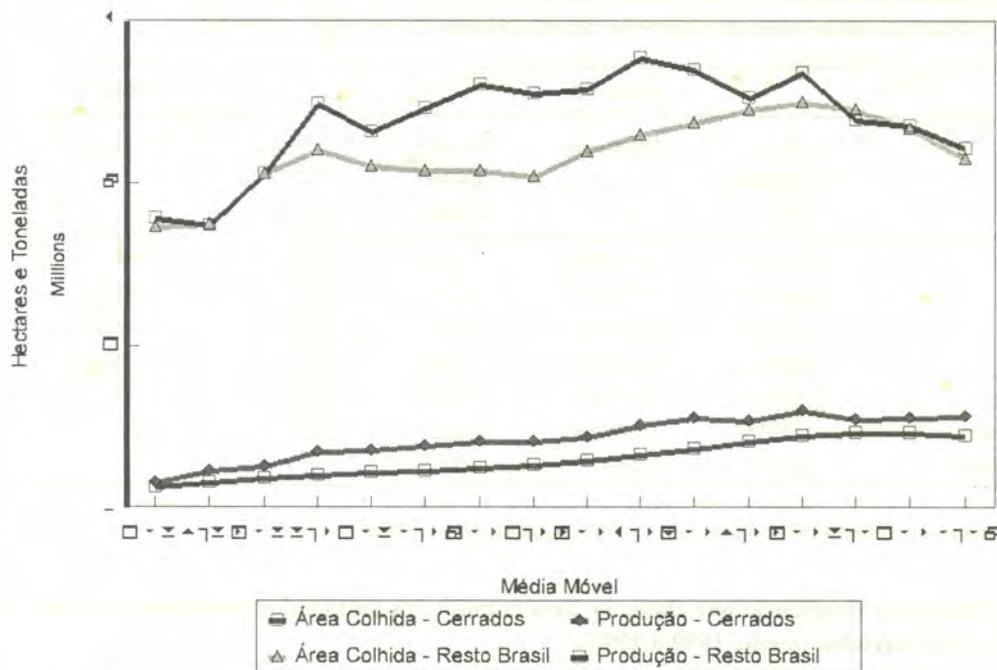


FIG. 5 - Evolução do café nos Cerrados e no restante do Brasil. Média Móvel Quadrienal - 1975 a 1993.

(2,6%); o valor anual de faturamento (mercado interno 600 milhões de dólares e externo 1,0 bilhões de dólares); geração de empregos diretos e indiretos (5,5 milhões de pessoas (Café, 1993), e valor da produção (2,1 bilhões de dólares) (IBGE, 1993).

Apesar desta importância, o montante de recurso destinado à pesquisa com café pelo Sistema Nacional de Pesquisa, no ano de 1994, foi de 272 mil dólares dentro de um orçamento geral de 3 057 milhões de dólares (0,7% do PIB) (Café, 1993). Isto significa que a cada 10 000 dólares investido em pesquisa no Brasil, menos de um (1) dólar foi destinado à pesquisa com café.

O Brasil vem perdendo espaço no mercado internacional de café. Em 1970, era responsável por 34,5% das exportações mundiais desse produto, caindo para 20,4% em 1993 (Tabela 1).

Enquanto a taxa geométrica de crescimento anual do consumo interno e das exportações brasileiras de café, no período de 1970 a 1993, foi de zero (tendência estática), o resto do mundo apresentou taxas geométricas de crescimento anual, no mesmo período, de 2,07% para as exportações e 1,28% para o consumo (Tabela 2).

Devido à qualidade inferior do café brasileiro comparativamente ao colombiano, o Brasil recebeu, em média, no período de 1990 a 1993, menos 37% por unidade exportada. Esta diferença equivale para o volume de exportação de 1993, a um montante de 400 milhões de dólares (Tabela 3).

A Colômbia, com dimensões 7,5 vezes menor do que o Brasil, é, atualmente, seu principal concorrente em café, tanto em termos de produção (19% da produção mundial) como em exportação (16% das exportações mundiais) (Figuras 3 e 4).

## 2. Café nos Cerrados

A cultura do café ocorre nos Cerrados de todos os estados que compõem os Cerrados contínuos sobressaindo Minas Gerais que, em 1990/93, era responsável por 92,84 % da produção total da região (Tabela 4).

A taxa geométrica de crescimento anual da produção de café nos Cerrados, no período de 1975/78 a 1990/93, foi de 8,94%, superior a do resto do Brasil, 1,44%. Os Cerrados do Pará e de Rondônia apresentaram as maiores taxas, 31,52% e 24,17%, respectivamente, enquanto que nos Cerrados de Mato Grosso do Sul registrou uma sensível redução, (-) 9,29% ao ano (Tabela 5).

Comparando os Cerrados com o resto do Brasil, no período em estudo, nota-se que, nos Cerrados ocorreram aumentos sucessivos e acentuados até 1987/90, permanecendo praticamente constantes a partir desta data, enquanto que, o resto do Brasil cresceu até 1978/81, apresentou uma tendência estática com oscilações anuais, entre 1978/81 e 1987/90, entrando em declínio no resto do período (Figura 5).

No resto do Brasil, períodos 1975/78 e 1990/93, os Estados do Paraná e São Paulo apresentaram sensíveis reduções,

**TABELA 6 - Área colhida, produção e rendimento Médio do café nos Cerrados, Paraná, São Paulo, Espírito Santo, Minas Não-Cerrado e demais áreas do Brasil, médias de 1975/78 e 1990/93.**

Discriminação	1975/78			1990/93		
	Área Colhida (ha)	Produção (t)	Rendimento (kg/ha)	Área Colhida (ha)	Produção (t)	Rendimento (kg/ha)
Cerrados	127833	155994	1179	451189	564389	1254
Paraná <sup>1</sup>	558953	515135	674	327256	279362	852
São Paulo <sup>1</sup>	617488	757213	1157	464226	482398	1038
Espírito Santo <sup>1</sup>	203657	161326	780	488033	489977	1006
Minas Não-Cerrado	252660	273378	1079	540230	617614	1145
Rondônia Não Cerrado	2615	6458	1322	107935	122131	1132
Demais Áreas do Brasil	102565	68442	667	229360	224883	980

<sup>1</sup> FONTES: Anuários Estatísticos do Brasil (1978, 1979, 1993, 1994) e Produção Agrícola Municipal, 1993.

**TABELA 7 - Distribuição de freqüência por classe de área colhida dos municípios produtores de café pertencentes a região dos Cerrados (média 1990 a 1993).**

Classe de Área Colhida (ha)	Municípios		Área Colhida		Produção	
	Números	(%)	(ha)	(%)	(t)	(%)
Acima de 5000	27	4,97	244209	54,14	305825	54,21
3000 a 4999,99	18	3,31	72088	15,98	91602	16,24
1000 a 2999,99	42	7,73	75263	16,69	97787	17,33
500 a 999,99	36	6,63	24541	5,44	30188	5,35
200 a 499,99	68	12,52	21215	4,70	24889	4,41
100 a 199,99	45	8,29	6445	1,43	6686	1,19
50 a 99,99	44	8,10	3093	0,69	2869	0,51
10 a 49,99	149	27,44	3758	0,83	3839	0,68
Abaixo de 10	114	20,99	423	0,09	481	0,09
<b>Total</b>	<b>543</b>	<b>100,00</b>	<b>451036</b>	<b>100,00</b>	<b>564166</b>	<b>100,00</b>

**TABELA 8 - Classes de importância dos municípios em relação à produção total de café dos Cerrados. Média 1990/93.**

Intervalo de Classe Produção Municipal/Produção dos Cerrados	Nº de Municípios	% da Produção
Acima de 2 %	11	34,58
1 a 2 %	21	26,33
0,5 a 1 %	25	16,82
0,1 a 0,5 %	66	15,97
0,05 a 0,1 %	44	3,02
abaixo de 0,05 %	376	3,28
<b>Total</b>	<b>546</b>	<b>100,00</b>

**TABELA 9 - Classes de importância relativa do café para os municípios dos Cerrados (Média 1990/93).**

Intervalo de Classe Área Colhida / Área Total do Município	Nº de Municípios	% da Produção
Acima de 15 %	9	16,15
10 a 15 %	14	12,26
5 a 10 %	27	28,43
1 a 5 %	69	29,70
0,1 a 1,0 %	166	11,64
menos de 0,1 %	258	1,82
<b>Total</b>	<b>543</b>	<b>100,00</b>

**TABELA 10 - Sub-regiões dos Cerrados produtoras de café, 1975/78 e 1990/93.**

Sub-regiões	Nº de Mun. <sup>1</sup>	Importância do Café para a Sub-região		Participação da Sub-região na Produção dos Cerrado		Taxa Geométrica de Crescimento	
		1975/78	1990/93	1975/78	1990/93	Área	Produção
Sul/Cerrado Mineiro	90	1,76	4,98	66,02	44,98	7,18	6,19
Alto Paranaíba	58	0,20	1,55	15,11	35,61	14,70	15,35
Sul/Mata Mineira	110	0,06	0,17	1,02	1,21	7,80	10,16
Nordeste Mineiro	55	0,20	0,53	4,14	7,00	6,75	12,84
Rondônia	12	0,02	0,86	0,69	5,41	27,43	24,98
Brasília	61	0,03	0,05	3,10	1,25	3,06	2,55
Goiânia	69	0,10	0,19	2,88	1,99	4,44	6,29
Oeste Matogrossense	23	0,03	0,09	2,70	1,88	7,73	6,33
Sulmatogrossense	20	0,03	0,02	1,44	0,24	-4,36	-3,32
Sudeste Goiano	17	0,00	0,01	0,16	0,21	10,04	10,92
Leste Matogrossense <sup>2</sup>	9	0,00	0,01	0,00	0,11	51,19	53,58
Sul da Bahia	14	0,03	0,03	0,04	0,01	-0,26	1,40
Restante dos Cerrados	105	0,01	0,00	2,71	0,10	-11,29	-12,39

1. Nas sub-regiões estão inseridos alguns municípios que não foram observados ocorrência de Café.

2. No início da série em estudo não havia produção, assim tomou-se, simbolicamente, o valor um.

tanto em área colhida como em produção, enquanto que o Estado do Espírito Santo e demais áreas (não Cerrados) de Minas Gerais, e Rondônia tiveram significativos aumentos. Com respeito a produtividade, a região dos Cerrados foi a que teve maiores índices (Tabela 6).

No período 1975/78, havia nos Cerrados 466 municípios com ocorrência de produção de café. No período de 1990/93 esta ocorrência aumentou para 543 municípios. Deste total, 27 municípios foram responsáveis por 54,14% da área colhida e 54,21% da produção de café dos Cerrados. A Tabela 7 mostra a distribuição dos municípios, em 1990/93, por classe de área colhida e respectivo percentuais de produção.

Os municípios com maiores produção de café, na média de 1990/93, foram: Monte Carmelo, MG com 28861 toneladas de café em coco (5,12% do total dos Cerrados); Coromandel, MG com 22 941 toneladas (4,07%); Carmo do Paranaíba, MG com 21 790 toneladas (3,86%); etc. Classificando os municípios pela participação na produção dos Cerrados, verificou-se que onze deles (2,01% do total) tinham participação superior a 2 %, foram responsáveis por 34,58% da produção total dos Cerrados. Os 57 municípios (10,44 %) com participação superior à 0,5%, produziram, conjuntamente, 77,73% do café dos Cerrados (Tabela 8).

A cultura do café é muito importante para alguns municípios dos Cerrados. No período de 1990/93, alguns municípios possuíam elevado percentual de área colhida sobre o total da área municipal, tais como: Três Pontas, MG (37,15%); Campo do Meio, MG (35,90%); Santana da Vargem, MG (31,02%); etc. Classificando os municípios pela importân-

cia relativa da cultura para o município, observou-se que as quatro primeiras classes agrupam 119 municípios que foram, conjuntamente, responsáveis por 86,54 % da produção (Tabela 9).

Localizando os municípios produtores de café no mapa de divisão política municipal, foi possível agrupá-los em doze sub-regiões distintas. No período de 1975/78 a área colhida com café apresentava alguma importância relativa somente para a sub-região Sul/Cerrado Mineiro (1,76%), que produzia mais de 66% do total dos Cerrados. No período de 1990/93, a importância relativa do café aumentou significativamente em quase todas sub-regiões, merecendo destaque a Sul/Cerrado Mineiro (4,98%) e a do Alto Paranaíba (1,56%), ambas produziram 80,54% do café dos Cerrados, as demais sub-regiões têm participações modestas (Tabela 10).

Com exceção das sub-regiões Sulmatogrossense, Sul da Bahia e restante dos Cerrados todas apresentam elevadas taxas geométricas de crescimento, no período em estudo. Na maioria dessas sub-regiões o crescimento decorreu por expansão de área, mas no Nordeste de Minas, Sul/Mata Mineira, Goiânia e Alto Paranaíba o crescimento foi tanto horizontal (aumento de área) como vertical (produtividade) (Tabela 10).

## CONCLUSÕES

No período em estudo, o consumo e as exportações mundiais do café cresceram, mas a demanda pelo produto nacio-

nal, tanto a nível interno como as exportações, mantiveram-se constantes. Isto representa um grande risco para o setor cafeeiro a médio e longo prazo.

No mercado interno observou-se que o consumo per capita vem caindo ao longo do tempo, o que reflete uma mudança de hábito do brasileiro.

Devido à qualidade do produto nacional que é levado para o exterior e ao marketing dos países concorrentes, o Brasil tem faturado menos pelo o produto exportado. Estima-se que em 1993, este faturamento a menor atingiria, para o mesmo volume exportado, cerca de 400 milhões de dólares.

Tendo em vista às condições de topografia, clima e altitude, a cultura de café encontrou, em algumas sub-regiões dos Cerrados, as melhores condições para o seu desenvolvimento. Estas sub-regiões ainda têm grande potencial para sua expansão, visto que, a que possui maior índice de área colhida em relação a área total é a Sul/Cerrado Mineiro, com somente 4,98% da sua superfície total ocupada com café.

Eliminando as variações sazonais (média móvel), o crescimento da cafeicultura, tanto para os Cerrados como para o resto do país, se deu mais por expansão de área do que por adoção de tecnologia (produtividade). Ressalta, porém, que a região dos Cerrados teve um crescimento bem mais acelerado do que o resto do Brasil.

Embora, já existam alguns estudos sobre a cafeicultura nas sub-regiões Sul/Cerrado Mineiro e Alto Paranaíba, elas, ainda, demandam intensificação e aceleração de pesquisa sobre esta cultura, por outro lado, nas demais sub-regiões há um alto grau de desconhecimento do processo produtivo.

Dos 543 municípios dos Cerrados onde se observou ocorrência de produção de café em 1990/93, em apenas 119 (21%) a cafeicultura apresentou alguma importância econômica para o município, índice de área colhida em relação a área municipal superior a um por cento.

Nos Cerrados, a cultura do café se concentra em poucos municípios. Os 27 municípios com maiores área colhida no período (1990/93), foram responsáveis por 54,14% do total da área colhida com a cultura nos Cerrados e 54,19% da produção. Com exceção de dois destes municípios, que estão

em Rondônia, os demais localizam-se em Minas Gerais nas sub-regiões do Alto Paranaíba e Sul/Cerrado Mineiro, onde existem boa infra-estrutura e elevado grau de cooperativismo.

O Brasil necessita definir políticas a curto, médio e longo prazo que estabilize o setor cafeeiro, dando prioridade a pesquisa em todos os segmentos da cadeia, principalmente aquelas que visam melhorar qualidade (colheita e pós colheita) e redução de custo. Este esforço é necessário face a conjuntura atual do mercado internacional, onde, além dos atuais concorrentes que lutam para aumentarem suas exportações, há a possibilidade de, dentro de curto espaço de tempo, surgirem novos competidores.

## LITERATURA CITADA

- Anuário Estatístico do Brasil**, 1978. Rio de Janeiro-RJ: IBGE, v. 39, p. 364, 1978.
- Anuário Estatístico do Brasil**, 1979. Rio de Janeiro-RJ: IBGE, v. 40, p. 347, 1979.
- Anuário Estatístico do Brasil**, 1993. Rio de Janeiro-RJ: IBGE, v. 53, p. 322, 1993.
- Anuário Estatístico do Brasil**, 1994. Rio de Janeiro-RJ: IBGE, v. 54, p. 322, 1994.
- CAFÉ. Suma Agrícola**, Rio de Janeiro-RJ, n.251, p. 12/13, 1993.
- CAFÉ NEBULOSO**. Revista do Café. São Paulo SCAFÉ NEBULOSO. Revista do café, São Paulo, SP. 1993.
- CPAC. Base de Dados Sócio-econômicos dos Cerrados**. 1995
- Fao Yearbook Production**, 1993. Roma, v. 47, 254 p. (FAO Statistics Series, n. 117), 1994.
- PEREIRA, G.; AGUIAR, J.L.P. DE; MOREIRA, L.; BEZERRA, H. S. DA**. Área e população dos Cerrados. No prelo, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília/DF.
- Produção Agrícola Municipal**. Brasil, 1993. Rio de Janeiro/RJ: IBGE, [s.d.]. Documento fotocopiado fornecido pelo IBGE.

## ÍNDICE DE AUTORES / AUTHOR INDEX

	Página/Page		
Abdalla, A.L.	479	Dolabella, R.H.C.	249
Affin, O.A.D.	28	Duarte, G.F.	302
Aguiar, J.L.P. de	499	Duboc; E.	426
Allem, A.C.	234	Eiten, G.	46
Almeida, J.C.R. de	350	Euclides Filho, K.	118
Alves, B.J.R.	33	Euclides, V.P.B.	341
Alvim, P. de T.	56	Faiad, M.G.R.	213
Amabile, R.F.	293, 384	Faria, J.M.R.	417
Andrade, R.P. de	471	Faria, V.P. de	121
Antunes, N.B.	190	Farias Neto, A.L. de	293
Aquino, D.K. dos S.	479	Fernandes, A.M.	175
Araújo, A.G. de	319	Fernandes Filho, J.F.	175
Artiaga, S.R.	337	Ferraz, L.C.L.	297
Argel, P.J.	311	Folle, S.M.	379
Assad, M.L.L.	20	Fonseca, C.E.L. da	293
Assis, M.C.	195	Fraga, P.A.	159
Azevedo, J.A. de	293, 297	França, F.M.C.	115
Azócar, A.	284	Francis, D.G.	175
Ayarza, M.A.	39, 70, 319, 323, 375	Franco, A.C.	277
Baccaro, C.A.D.	179	Franz, C.A.B.	379
Barcellos, A. de O.	130	Freibauer, A.	323
Barnes, P.	461	Freitas, L.R. da S.	384
Bernardí, A.C.C.	354	Freitas, M.A. de	308
Bertin, F.	72	Freitas, P.L. de	400
Billaz, R.	484	Friesen, D.K.	319
Blancaneaux, P.	384, 400	Furtado, D.A.	208
Boaventura, M.C.	195	Garcia-Núñez, C.	284
Boddey, R.M.	33	Gasparetto, E.	100
Bono, J.A.M.	341	Géa Jr., L.	226
Botelho, S.A.	334, 337	Goes, M. de	198
Brâncio, P.A.	465	Gomes, A.C.	479
Brasil, E.M.	334, 337	Guedes, H.M.	329, 367
Bustamante, M.M.C.	33	Guerra, A.F.	271
Caetano, J.O.	263	Hershman, D.E.	97
Café Filho, A.C.	263, 297	Jones, P.G.	186
Camargo, A.C. de	123	Karia, C.T.	471
Cardoso, L.D.	198	Ker, J.C.	15
Carmello, Q.A.C.	354	Kerridge, P.C.	186, 311
Carsky, R.J.	495	Kichel, A.N.	443
Carvalho, A.M. de	384	Kitamura, M.C.	426
Castro, L.H.R.	329, 367, 372	Kitayama, K.	375
Centeno, A.	112	Klink, C.A.	25
Chitolina, J.C.	334, 337	Kozovits, A.R.	33
Cleps Jr., J.	175	Krause, R.	137
Cochonneau, G.	200	Kubota, T.	59
Colozza, M.T.	357	Kutzbach, H.D.	104
Correia, J.R.	384	Leandro, W.M.	334, 337
Corrêa, R.S.	182, 436	Lemos; J.P. de	226
Costa, A.R. da	226	Lilienfein, J.	323
Costa, M.F.V. da	479	Lima, S. do C.	179, 230
Costa, N. de L.	446, 450, 454	Lopes, H.O.S.	479
Davide, A.C.	281, 417	Lourd, M.	75
Davide, L.C.	268		
Dias, R.L.	334		
Dias, T.A.B.	195		
Diogo, J.M. da S.	458		

Macedo, M.C.M.	341, 350, 443	Ribeiro, A.G.	230
Magalhães, R.T.	334	Ribeiro, J.F.	3, 10, 190, 242
Malavasi, M. de M.	281	Ribeiro, W.R.C.	213, 308
Malavasi, U.C.	281	Rocha, A.J.A.	223
Manyong, V.M.	495	Rodrigues, G.C.	271
Martins, C.R.	389	Rodrigues, L.O.	275
Martins, M.V. de M.	169, 195	Rodrigues Jr., O.	426
Mass, B.L.	186, 311	Román, N.R.L.	308
Meirelles, M.L.	258	Rosa, D.B.	230
Melo Filho, B.	456	Rosa, R.	179
Mello, C.M.C.	195, 198	Rothrock, C.S.	93
Menezes, H.A.	384		
Mendes, R.A.	198	Sambuichi, R.H.R.	46
Miranda, A.C.	312	Sanches, R.L.	479
Miranda, C.H.B.	443	Santos, M.A. dos	230
Miranda, H.S.	204, 208, 253, 396	Santos, M. de F.	213
Miranda, J.C.C. de	389, 393	Santos, M.N. dos	372
Miranda, L.N. de	195	Santos, M.V.F. dos	458
Monteiro, J.M.G.	312	Santos, R.J.	175
Monteiro, P.P.	195	Santos, R.L.B.	290
Morais, E.A. de	465	Sato, M.N.	204, 208
Morales, E.A.V.	237	Scaléa, M.J.	102
Moreira, S.P.	258	Schaefer, C.E.	216
Moreau, R.	400	Schneider, M.O.	172
Moura, V.P.G.	409, 421, 431	Silva, D.B. da	271
		Silva, E.P. da R. e S.	253
Narciso, S. de F.	175	Silva, F.A.M. da	258
Nardoto, G.B.	277	Silva, G.T. da	208
Nascimento Jr., D.	458, 465	Silva, J.C.S.	10
Nasser, L.C.B.	297, 308	Silva, J.E. da	323, 329, 367, 372
Neufeldt, H. 96	90, 323	Silva, J.F.	6, 284
Neves, B.M. de C.	396	Silva, L.F.	302
		Silva, R.	268
Oliveira, J.B.	409, 421, 431	Siqueira, C.A. de	179
Oliveiro Jr., J.P.	334, 337	Shiki, S.	175
Oliveira, S.A.	334, 337	Soares, W.V.	479
Otsuk, I.P.	357	Sousa, C.N.A. de	346
		Souza, M.J.M. de	223
Paiva, J.C. de A.	159	Souza, M.P.	277
Palma, V.	484	Spain, J.M.	39
Paulino, V.T.	357, 450	Spehar, C.R.	139, 290
Pereira, E.A.	479	Stoner, E.R.	79
Pereira, G.	499, 479		
Pereira, I da S.	329, 367	Teixeira, C.P.	159
Pereira, J.	384	Tian, G.	495
Pereira, K.G. de O.	179	Tomita, C.K.	263
Pereira, R.G. de A.	454		
Pereira, S.R.	337	Urquiaga, S.	33
Pinheiro, E.	152		
Pinheiro, F.S.V.	152	Valle, C.B. do	350
Pizarro, E.A.	311	Valls, J.F.M.	234, 311
Phillips, D.V.	91	Valois, A.C.C.	237
		Vera, R.R.	70
Ramos, A.E.	195	Vieira, R.F.	169, 195
Ramos, F.A.	195	Vieira, V. de M.	421
Ratter, J.A.	3	Vilela, L. 94,87	39, 319, 375
Raw, A.	165	Vitti, D.M.S.S.	479
Rebgetz, R.	186		
Reis, G.M.C.L.	195	Zech, W. 96,	90, 323
Reis, R.T.	334, 337	Zinn, Y.L. 31	28, 431
Regazzi, A.J.	465		
Resck, D.V.S.	81, 323, 329, 367, 372	Walter, B.M.T.	242
Resende, M.	15	Werner, J.C.	357
Rezek Jr., J.	409	Westerhof, R.	323

**VIII SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO**  
*1<sup>ST</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS*

**PROMOÇÃO**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)  
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC)

**APOIO**

**MAARA-SDR** (Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária-Secretaria de Desenvolvimento Rural)

**JICA** (Japan International Cooperation Agency)

**CNPq** (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico)

**MONSANTO DO BRASIL LTDA.**

**FINEP** (Financiadora de Estudos e Projetos)

**FAP-DF** (Fundação de Amparo a Pesquisa do Distrito Federal)

**MANAH S.A.**

**FAO** (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação)

**EMBRAPA-SPSB** (Serviço de Produção de Sementes Básicas)

**BNB** (Banco do Nordeste do Brasil)

**CYANAMID QUÍMICA DO BRASIL LTDA.**

**DU PONT DO BRASIL S.A.**

**UNIROYAL QUÍMICA S.A.**

**FMC DO BRASIL LTDA.**

**ANDEF** (Associação Nacional de Defesa da Agricultura)