EMBRAPA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte

SEMINÁRIO SOBRE NUTRIÇÃO DE PLANTAS FORRAGEIRAS EM SOLOS TROPICAIS ÁCIDOS

Araê Boock
Andrew L. Gardner
Editores

Realizado no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte em Campo Grande, MS, no período de 10 a 12 de julho de 1979.

Departamento de Informações e Documentação
Brasília, DF
1982

EMBRAPA–CNPGC. Documentos, 3 ISSN 0100 9443

Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte-CNPGC
Rodovia BR 262 – km 4
Caixa Postal 149 e 154
79100 – Campo Grande, MS

Seminário sobre Nutrição de Plantas Forrageiras em Solos Tropicais Ácidos, Campo Grande, MS. 1979.

Seminário sobre Nutrição de Plantas Forrageiras em Solos Tropicais Ácidos, por Araê Boock e Andrew L. Gardner, ed. Brasília, EMBRAPA–DID, 1982.

98 p. (EMBRAPA–CNPGC. Documentos, 3.)

1. Planta forrageira – Solo – Acidez – Adubação – Região tropical – Congresso – Brasil. I. Boock, Araê, ed. II. Gardner, Andrew L., ed. III. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Campo Grande, MS. IV. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Departamento de Informação e Documentação, Brasília, DF. V. Título. VI. Série.

CDD. 633.200913

© EMBRAPA 1982

COLABORADORES

Andrew L. Gardner — Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte UNDP – FAO, Projeto BRA 75/023.

Colin J. Asher — Universidade de Queensland, Departamento de Agricultura e Consultor do Projeto BRA 75/023.

Edward F. Henzell — Chefe da Divisão de Culturas e Pastagens Tropicais, CSIRO, Queensland.

Fernando P. Costa — Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, EMBRAPA.

Ignacio Porzecanski — Centro nacional de Pesquisa de Gado de Corte, EMBRAPA.

José M. da Silva — Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, EMBRAPA.

Luís Carlos R. Echeverria — Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, EMBRAPA.

Patrick B. O'Donovan — Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, UNDP-FAO, Projeto BRA 75/023.

Valéria P.B. Euclides — Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, EMBRAPA.

Wilson V. Soares — Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, EMBRAPA.

Editado por: Araê Boock e Andrew L. Gardner.

O material originalmente escrito em inglês foi traduzido por Araê Boock, Antonio do Nascimento Rosa e Wilson V. Soares.

SUMÁRIO

1. **INTRODUÇÃO** — *Andrew L. Gardner* 9

2. **REVISÃO SOBRE A NATUREZA GERAL DOS PROBLEMAS DE FERTILIDADE DOS SOLOS ÁCIDOS** — *Colin J. Asher* 11
   2.1. INTRODUÇÃO 11
   2.2. EFEITOS DIRETOS DA CONCENTRAÇÃO DE HIDROGÊNIO $[H^+]$ NO CRESCIMENTO DAS PLANTAS 11
   2.2.1. **Efeitos sobre as raízes das plantas** 11
   2.2.2. **Efeitos sobre a sobrevivência do *Rhizobium* e infecção das raízes de leguminosas** 13
   2.2.3. **Efeitos sobre as formas iônicas em solução** 14
   2.2.4. **Tentativas de definição de faixas ótimas de pH para cultivos em solução nutritiva** 15
   2.3. EFEITOS DO pH NA SOLUBILIDADE DOS CONSTITUINTES DO SOLO 18
   2.3.1. **Alumínio** 18
   2.3.2. **Cations micronutrientes** 19
   2.3.3. **Molibdênio** 20
   2.4. OUTROS PROBLEMAS DE SOLOS ÁCIDOS 21
   2.5. DIFERENÇAS GENOTÍPICAS DAS LEGUMINOSAS QUANTO À TOLERÂNCIA A FATORES DA ACIDEZ DO SOLO 21
   2.5.1. **Tolerância ao pH** 21
   2.5.2. **Tolerância à toxidez de alumínio** 23
   2.6. CONCLUSÕES 24
   2.7. REFERÊNCIAS 24

3. **IDENTIFICAÇÃO E CORREÇÃO DE DEFICIÊNCIAS E EXCESSO DE NUTRIENTES NO SOLO** — *Colin J. Asher* 27
   3.1. O PAPEL DOS ESTUDOS DE FERTILIDADE DO SOLO PARA UM PROGRAMA DE PESQUISA DE PASTAGEM 27
   3.2. SELEÇÃO DE SOLOS PARA ESTUDOS 29
   3.3. AVALIAÇÃO QUÍMICA DA FERTILIDADE DOS SOLOS 30
   3.3.1. **Análise do solo e das plantas** 30
   3.3.2. **Experimentos de vaso em casa de vegetação** 31
   3.3.2.1. Avaliação dos solos segundo as deficiências nutricionais 31
   3.3.2.2. Experimentos de níveis nutricionais 32

3.4. OPTIMIZAÇÃO DE NÍVEIS DE FERTILIZANTES PARA O ESTABELECIMENTO DE PASTAGENS 33
3.5. MANEJO DE ADUBAÇÃO DE PASTAGENS ESTABELECIDAS . . . 34
3.6. REFERÊNCIAS 34

4. **DESCRIÇÃO GERAL DOS SOLOS DE CERRADO E PROGRESSO OBTIDO NA IDENTIFICAÇÃO DE LIMITAÇÕES REAIS E POTENCIAIS DE NUTRIENTES NOS MESMOS** – *Wilson V. Soares* 36
4.1. INTRODUÇÃO 36
4.2. CLASSES DE SOLOS PREDOMINANTES E SUAS CARACTERÍSTICAS 36
4.3. FERTILIDADE DO SOLO – ASPECTOS GERAIS 41
4.3.1. **Acidez do solo** 41
4.3.2. **Macro e micronutrientes** 42
4.4. RESPOSTAS DE PLANTAS FORRAGEIRAS À ADIÇÃO DE CALCÁRIO E NUTRIENTES AO SOLO 42
4.5. CONCLUSÕES – IMPLICAÇÕES PARA O FUTURO 45
4.6. REFERÊNCIAS 46

5. **FERTILIZANTES EM PASTAGENS CULTIVADAS: ESTIMAÇÃO DA DOSE ÓTIMA ECONÔMICA DE FÓSFORO** – *Luís Carlos R. Echeverria, Fernando P. Costa e Andrew L. Gardner* 50
5.1. INTRODUÇÃO 50
5.2. EFEITO DO FÓSFORO NA PRODUÇÃO 50
5.3. ANÁLISE ECONÔMICA DO USO DE FÓSFORO 52
5.3.1. **Cálculo da dose ótima econômica** 52
5.3.2. **Cálculo da dose ótima com variações na relação de preços** 53
5.4. CONCLUSÕES E LIMITAÇÕES DO TRABALHO 55
5.5. APÊNDICE 56
5.5.1. **Obtenção do valor de C** 56
5.5.2. **Derivação da expressão da dose ótima** 57
5.6. REFERÊNCIAS 58

6. **MELHORAMENTO DE PLANTAS FORRAGEIRAS COMO ALTERNATIVA PARA ADAPTAÇÃO A SOLOS TROPICAIS** – *Ignacio Porzecanski* . 59
6.1. O PROBLEMA 59
6.2. O MATERIAL EXISTENTE 60
6.3. MELHORAMENTO E SELEÇÃO – TÉCNICAS 61
6.3.1. Variabilidade genética 62
6.3.2. Seleção para eficiência 62
6.4. RESUMO E CONCLUSÃO 66

6.5. REFERÊNCIAS 66

7. **VALOR NUTRITIVO DE PASTAGENS NATIVAS PARA PRODUÇÃO DE CARNE** – *Patrick B. O'Donovan, Valéria P.B. Euclides e José M. da Silva* 68
7.1. INTRODUÇÃO 68
7.2. DESCRIÇÃO DA PASTAGEM NATIVA (SAVANA) 69
7.3. MUDANÇAS ESTACIONAIS NA COMPOSIÇÃO E VALOR NUTRITIVO 69
7.4. GANHOS DE PESO OBTIDOS EM PASTAGEM NATIVA 72
7.5. FATORES LIMITANTES AO AUMENTO DE GANHOS EM PASTAGEM NATIVA 72
7.6. POSSÍVEIS MELHORAMENTOS NA QUALIDADE DA PASTAGEM 76
7.6.1. **Qualidade influenciada pelo manejo** 76
7.6.2. **Outros melhoramentos** 77
7.7. PAPEL DAS LEGUMINOSAS 78
7.8. RESUMO 79
7.9. REFERÊNCIAS 80

8. **PLANEJAMENTO DE PESQUISA DE PASTAGENS TROPICAIS** – *Edward F. Henzell* 83
8.1. DESENVOLVIMENTO DE NOVAS CULTIVARES 83
8.1.1. **Exploração, introdução e quarentena** 83
8.1.2. **Testes preliminares** 84
8.1.3. **Testes mais realísticos** 85
8.1.4. **Medição da produção animal** 85
8.2. PESQUISAS DE APOIO 86
8.3. MELHORAMENTO DE PLANTAS FORRAGEIRAS 87
8.4. CONCLUSÕES 91
8.5. REFERÊNCIAS 91

9. **CONCLUSÕES SOBRE O SEMINÁRIO** – *Colin J. Asher* 92

10. **LISTA DE PARTICIPANTES** 95

1. INTRODUÇÃO

Como se pode ver no Programa, nós incluímos vários tópicos que não são normalmente encontrados em um seminário sobre nutrição de plantas. Isto foi feito para fornecer-nos uma vista geral dos problemas envolvidos e, como resultado, formar a base para um enfoque de pesquisa mais adequado.

Um ponto necessário para se começar é uma descrição dos solos, com os quais nós temos que trabalhar, e de suas propriedades. Este é o recurso natural básico que deve ser mantido ou melhorado se nós quisermos ter uma indústria de carne estável e produtiva. Embora o mapeamento de solos e classificação das terras ainda não estejam completas na região do Cerrado, nós temos que começar nossa pesquisa de problemas de fertilidade do solo usando os indicadores que temos em mãos para orientar-nos na decisão de quais solos devem receber uma atenção prioritária.

O outro tema a ser desenvolvido é uma revisão das prováveis deficiências de nutrientes a serem encontradas em solos tropicais ácidos. Este enfoque, baseado na experiência australiana, serve para orientar nosso pensamento com respeito às linhas de pesquisa mais lucrativas e aos problemas que podem ser encontrados.

Como uma extensão necessária deste tópico discutiremos as técnicas experimentais que deverão ser empregadas para a identificação destas deficiências. E isto poderá ser consideravelmente útil se concordarmos com alguns graus de padronização da metodologia fazendo os resultados de diferentes regiões mais comparáveis.

Nós não estamos trabalhando em uma situação totalmente desconhecida e alguns resultados já são disponíveis. Portanto, para se discutir detalhamento futuros trabalhos, devemos rever o que já é conhecido sobre deficiências minerais reais e potencial nos solos de Cerrado.

Não há nenhuma dúvida que, uma vez identificadas, as deficiências minerais poderiam ser prontamente corrigidas se nenhuma restrição econômica (ou outra) se interpusesse a ela. Infelizmente esta situação utópica não existe e sabemos que o aumento de produtividade dos sistemas de produção de carne depende muito de fatores econômicos. Por esta razão, e para sermos mais realistas, devemos receber uma contribuição de nossos economistas que irão apontar os problemas encontrados pelos produtores nas explorações comerciais.

Seguindo esta apresentação, e como um resultado natural, deveríamos estudar

as possibilidades de obter plantas tão adaptadas ao meio ambiente que pouca ou nenhuma necessidade haveria para o uso de corretivos do solo. Dado o baixo retorno do investimento associado ao sistema de cria, esta linha de trabalho poderia ser prioritária, já que o melhoramento genético ou seleção representa um investimento de baixo custo em comparação com o uso extensivo de fertilizantes.

Solicitamos aos nutricionistas animais que fizessem uma contribuição, não apenas lembrando-nos que nosso objetivo é alimentar os animais e não somente produzir plantas produtivas e de alta qualidade, mas que indiquem quais são os problemas sérios da alimentação animal nos sistemas de produção extensivos do Cerrado. Sem esta ajuda não teríamos condições ideais para orientar nossa pesquisa em nutrição de plantas.

Aqui no CNPGC, tentamos manter o que é chamado um "enfoque de sistemas", o qual, para nós, significou a manutenção da visão global do sistema de produção existente que estamos tentando melhorar, corrigir, ou mudar. Esta é uma atitude necessária para evitarmos os erros da pesquisa disciplinar especializada que podem produzir soluções excelentes para um problema irrelevante da vida real.

O aspecto talves mais vital de um Centro de Pesquisa é o de se estabelecer prioridades de pesquisa e de se saber tomar tal decisão. Felizmente temos conosco o Dr. Henzell, Diretor do "*Tropical Crops and Pastures Division*" do CSIRO. Uma vez que a Austrália passou por isso, e em algumas áreas ainda está atravessando a fase de desenvolvimento com a qual o Brasil atualmente se defronta, será de grande interesse ouvir como eles planejaram sua pesquisa e como podemos tirar vantagem desta experiência e evitar, se possível, os erros que eles cometerem.

Nosso programa consiste, portanto, em (1) apresentar os problemas de solo-planta e como investigá-los; (2) ver quais restrições devem ser colocadas nas possíveis soluções com respeito aos sistemas de produção existente ou futuros; (3) entender as necessidades dos animais sob pastejo e, finalmente, (4) discutir a orientação dos programas de pesquisa para que possamos chegar, no mais curto espaço de tempo, a soluções que possam ser adotadas pela indústria produtora de carne.

Andrew L. Gardner

2. REVISÃO SOBRE A NATUREZA GERAL DOS PROBLEMAS DE FERTILIDADE DOS SOLOS ÁCIDOS

Colin J. Asher

2.1. INTRODUÇÃO

Os problemas de infertilidade dos solos ácidos são bem generalizados em muitas partes do mundo (Fig. 1) e são particularmente comuns nos trópicos úmidos, incluindo partes da América do Sul, África do Sul, Nova Guiné, Nordeste da Austrália, Costa da Índia e partes da Indonésia e das Filipinas (Wambeke, 1976).

2.2. EFEITOS DIRETOS DA CONCENTRAÇÃO DE HIDROGÊNIO $|H^+|$ NO CRESCIMENTO DAS PLANTAS

2.2.1. Efeito sobre as raízes das plantas

A nível muito baixo de pH, os íons H^+ são diretamente prejudiciais às raízes das plantas. Para plantas cultivadas em solos é difícil afirmar-se exatamente em que valores de pH estes efeitos de H^+ estarão operando, em parte porque diferentes métodos de medir pH mui freqüentemente produzem valores substancialmente diferentes no mesmo solo. Para solos que possuem uma carga líquida negativa nos colóides, valores de pH na suspensão solo/água podem ser maiores em até 1,0 unidade do que aqueles obtidos para o mesmo solo quando o pH é medido em solução diluída de um sal como 0,01 M $CaCl_2$. Contudo, em estudos com solução nutritiva, o pH tem que estar abaixo de 4,0 para que tornem aparentes efeitos deletérios no sistema radicular, tais como pontas mortas e supressão de desenvolvimento lateral das raízes. A nível de pH ligeiramente mais altos, as membranas das raízes podem se tornar anormalmente permeáveis e ineficientes sem apresentarem sintomas visíveis de danos. Tem sido mostrado que íons de Ca podem exercer um papel de proteção para estas membranas a baixos valores de pH de maneira que a extensão do dano que ocorre depende em parte das concentrações presentes de cálcio.

Num estudo do efeito da calagem em três solos ácidos sobre o crescimento de seis espécies de *Stylosanthes*, Carvalho *et al.*[1] acharam que em alguns casos, aplicações de calcário muito pequenas para causar mudanças apreciáveis nos níveis

---

[1] CARVALHO, M.M. de; ANDREW, C.S.; ASHER, C.J. *Comparative performance of six Stylosanthes species in three acid soils.* Trabalho em fase de redação.

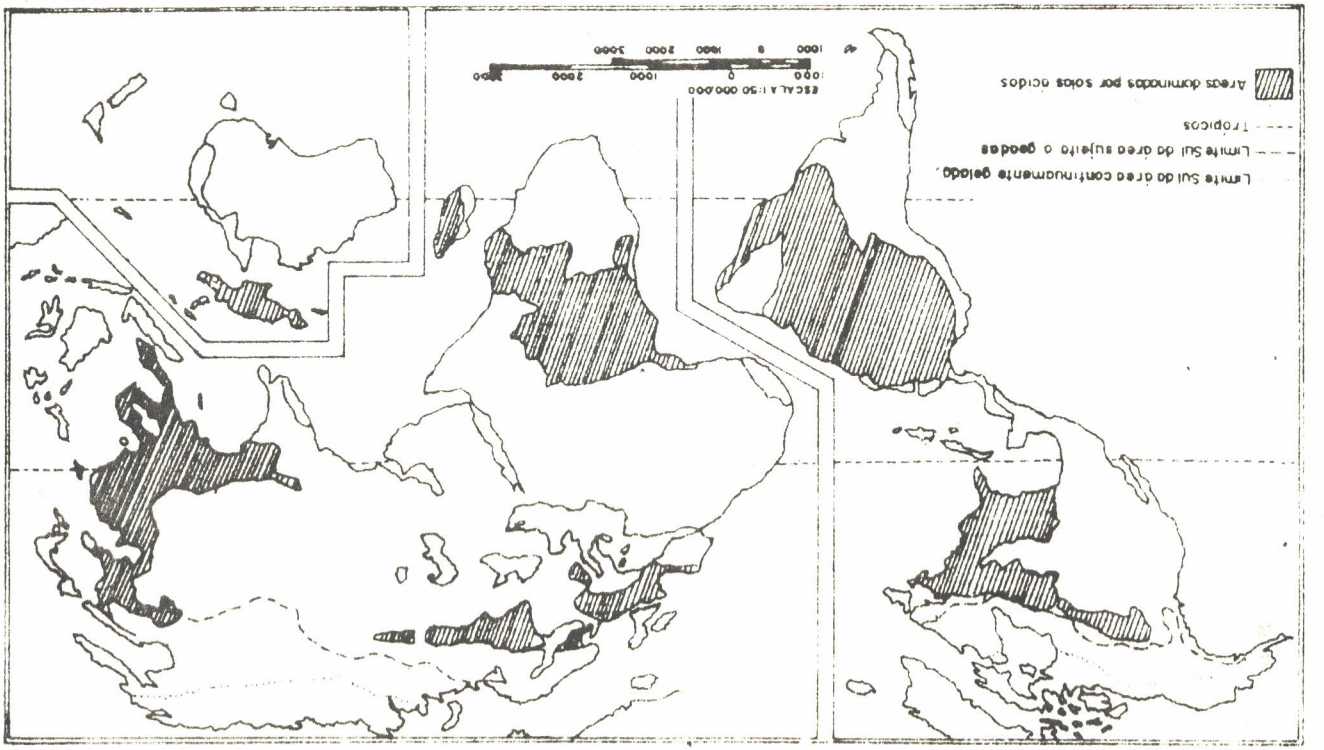


FIG. 1. Áreas do Mundo com solos predominantemente ácidos e temperatura média anual acima de 8° C (Wambeke, 1976).

de Ca e de Al no solo, promoveram incrementos apreciáveis de crescimento, aparentemente devido à redução do dano do íon H^+ às raízes.

Além dos efeitos prejudiciais às raízes, estudos de absorção a curto prazo têm mostrado que o excesso de íons H^+ em torno do sistema radicular pode reduzir substancialmente a habilidade das raízes para absorver Zn (Fig. 2), Mn e Cu da solução.

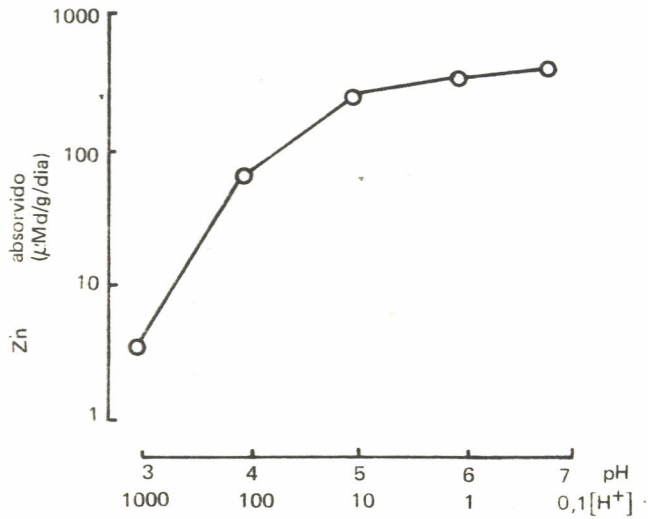


FIG. 2 Efeito do pH sobre a absorção de Zn a concentrações constantes de Zn e Ca (Chaudhry & Loneragan, 1972).

2.2.2. Efeitos sobre a sobrevivência do *Rhizobium* e infecção das raízes de leguminosas

Pesquisas sobre estirpes de *Rhizobium* de clima temperado têm mostrado forte inibição do crescimento do *Rhizobium* em pH abaixo de 4,5 (Loneragan & Dowling 1958) e a inabilidade das células de *Rhizobium* para contaminar as raízes a baixo pH mesmo quando existem números adequados destas células (Munns 1968).

Muito menos se sabe sobre a sensibilidade das estirpes de *Rhizobium* de clima tropical às condições de acidez, mas, geralmente, elas parecem ser mais tolerantes à acidez do solo do que as temperadas. Outrossim, o trabalho recente

de Date & Halliday (1979) no CIAT tem desenvolvido métodos efetivos para seleção de rhizobia quanto à sua resistência à acidez. Portanto, é possível que no futuro venhamos a ter formas disponíveis de *Rhizobium* até mesmo mais resistentes à acidez do que aquelas atualmente disponíveis.

2.2.3. Efeitos sobre as formas iônicas em solução

Alterações de pH podem causar grandes mudanças nas principais formas iônicas sob as quais diversos elementos, biologicamente importantes, estão presentes no ambiente das raízes. A Fig. 3 mostra como mudam as formas iônicas de fósforo e alumínio com a variação do pH. Outros elementos cujas formas iônicas são dependentes de pH, são: molibdênio, boro, selênio e arsênio.

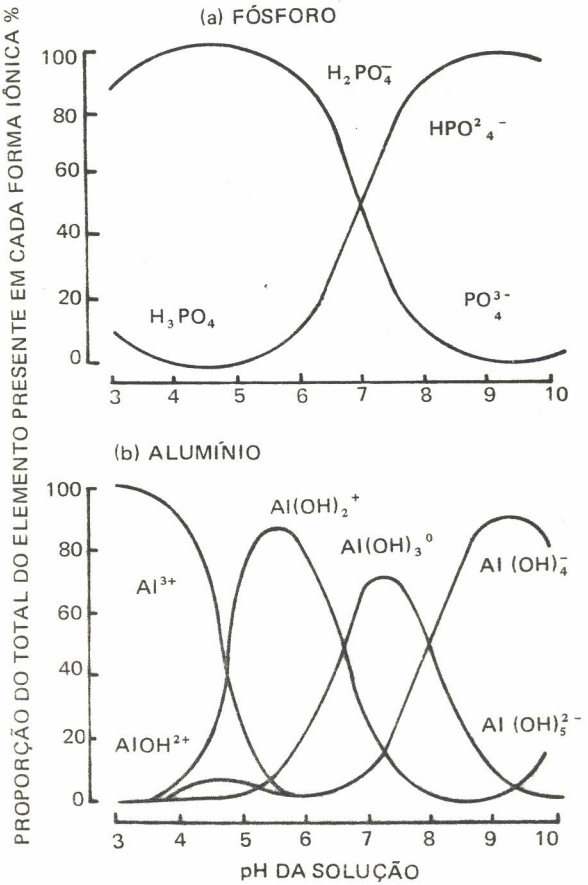


FIG. 3. Efeitos do pH sobre as formas de fósforo e alumínio em solução (Asher, 1978).

No caso do fósforo grandes decréscimos na taxa de absorção ocorrem à medida que se aumenta o pH de 4,5 para 7,5. Estes decréscimos são paralelos ao decréscimo na proporção do fósforo presente sob a forma do íon $H_2PO_4^-$. A presente evidência sugere que esta é a forma iônica principal de fósforo e, possivelmente, a única absorvida pelas raízes das plantas.

Quanto ao alumínio, o íon principal, presente sob condições de acidez, é o Al^{3+}, sendo sob esta forma comumente acusado como responsável pelos problemas de toxidez de alumínio. Todavia, concentrações consideráveis de $Al(OH)^{+}_2$ podem ocorrer a valores de pH nos quais a toxidez de alumínio se manifesta e alguns pesquisadores acham que este íon pode ser também tóxico.

O molibdato, como o fosfato, é mais prontamente absorvido pelas raízes a níveis baixos de pH como mostraram os estudos de solução nutritiva de Stout *et al.* (1951, Fig. 4).

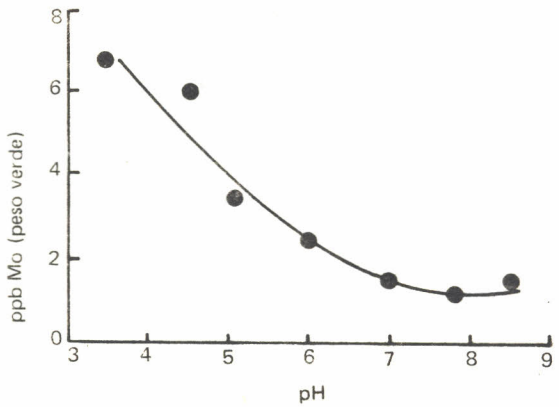


FIG. 4. Relação entre o pH e a concentração de Mo na parte aérea de plantas de tomate cultivadas em solução nutritiva (Stout et al. 1951).

Pode ser notado que os efeitos do pH sobre a absorção do Mo e também sobre a absorção de Zn, Mn e Cu, discutidos anteriormente, são inversos aos efeitos do pH na solubilidade destes elementos conforme será discutido mais tarde neste trabalho.

2.2.4. Tentativas de definição de faixas ótimas de pH para cultivos em solução nutritiva

Pode-se evitar os complicados efeitos do pH na solubilidade dos constituintes

do solo, estudando-se os efeitos do pH sobre o crescimento das plantas em solução nutritiva. Contudo, devido aos fatores já discutidos, o problema ainda está longe de uma definição clara.

Desta maneira, Arnon & Johnson (1942) pesquisaram cuidadosamente os efeitos do pH sobre o crescimento das plantas e concluíram que, uma vez que se tenha os necessários cuidados de se suprir todos os elementos essenciais em níveis adequados, mas não tóxicos, o mesmo, na faixa de 4,0 a 8,0, não teria muito efeito sobre o crescimento das plantas. Embora isto possa ser verdade, o fato é que, sob suas condições experimentais, nenhuma das espécies estudadas cresceram bem acima de pH 7,0 e somente uma das três espécies cresceu bem abaixo de pH 5,0 (Fig. 5 a).

Arnon e Johnson atribuíram o crescimento reduzido das plantas, sob altos valores de pH, à inadequada absorção de fósforo e de ferro.

A Fig. 5 b mostra dados de um experimento no qual foi usada a técnica de "cultura em solução nutritiva com fluxo contínuo" com o objetivo de se manter, na mesma, controle preciso do pH e das concentrações de fósforo e de outros elementos essenciais.

Neste caso, o crescimento foi muito melhor a altos valores de pH, porém, as soluções diluídas aqui usadas, falharam como supridoras de quantidade adequadas de magnésio para as raízes de algumas espécies e de nitrogênio para as raízes de outras, a níveis mais baixos de pH.

De qualquer maneira, em relação ao presente tópico, é importante observar que ambos os grupos de pesquisadores conseguiram excelente crescimento para as plantas a pH 5,5 e a experiência pessoal do autor, com muitas espécies, permite afirmar que é muito mais fácil obter-se bom crescimento de plantas na região de pH 5,5 do que por exemplo nas proximidades de pH 7,0. A maioria das plantas parece então preferir um pH ligeiramente ácido no ambiente que envolve as raízes.

Em experimentos com espécies temperadas e tropicais de leguminosas forrageiras tem sido mostrado que bom crescimento, em muitos casos, pode ser obtido a pH tão baixo quando 4,0 desde que as plantas tenham acesso à adequada quantidade de nitrogênio. Dados recentes de Andrew (1967) ilustraram muito bem este ponto. (Fig. 6).

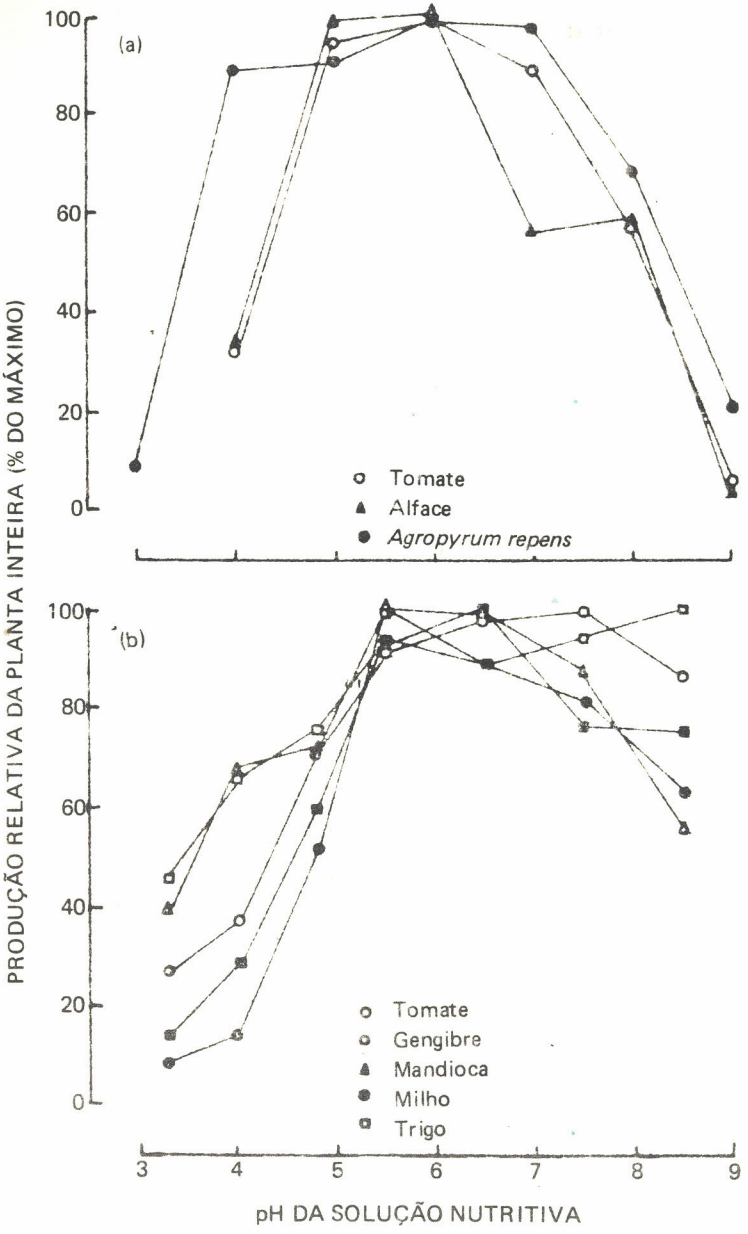


FIG. 5. Efeitos do pH no crescimento de plantas em solução nutritiva (a) dados de Arnon & Johnson, 1942; (b) dados não publicados de Islam *et al*, ambos citados por Asher 1978.

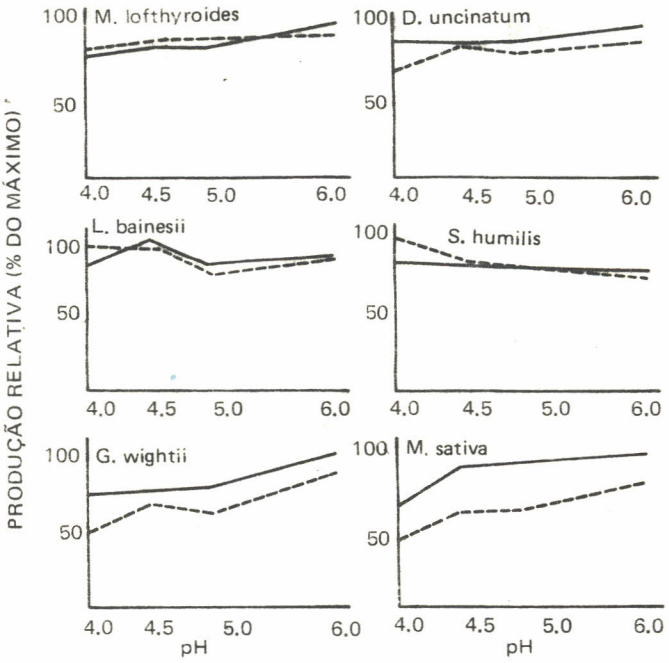


FIG. 6. Efeitos do pH da solução no crescimento de seis espécies de leguminosas forrageiras cultivadas em areia, com suprimento de nitrogênio combinado (Linhas contínuas – 2.000 μMCa; linhas interrompidas – 125 μMca. Adaptado de Andrew 1976).

2.3. EFEITOS DO pH NA SOLUBILIDADE DOS CONSTITUINTES DO SOLO

2.3.1. Alumínio

O alumínio apenas é suficientemente solúvel para afetar de maneira adversa o o crescimento das plantas, a valores de pH abaixo de 5,0 ou acima de 8,0. Novamente, é difícil definir precisamente estes limites de pH devido à diversidade dos métodos usados por pesquisadores em diferentes países para se determinar o pH do solo.

Na América do Sul e nos Estados Unidos é comum avaliar a possibilidade de toxidez de alumínio em solos pela determinação da porcentagem de saturação do alumínio no complexo sortivo. Para qualquer solo, individualmente, este parâmetro é provavelmente muito bem correlacionado com a concentração de Al^{3+} na solução do solo.

Dados recentes de um experimento, com seis espécies de *Stylosanthes* em três solos com alumínio tóxico (Carvalho 1978; Tabela 1), servem para ilustrar a vantagem das determinações de alumínio na solução sobre as da saturação do alumínio trocável no solo.

TABELA 1. Relação entre pH, reduções de crescimento devido à acidez em três solos com Al tóxico, e dois métodos de caracterização da acidez do solo. (Dados de Carvalho 1978).

TIPO DE SOLO	pH		Média de Redução de produção devida à acidez (%)	Al na solução (μM)	Saturação Al (%)
	0,01 M $CaCl_2$	1:5 H_2O			
Coolum Peat Sandy	3,9	4,9	87,3	55	14
Kogan Solodic	4,2	5,6	53,8	37	42
Rochedale Grey Podsolic	4,1	5,2	30,6	21	18

De acordo com a literatura, um dos principais efeitos de altas concentrações de alumínio na solução do solo é o encurtamento e a deformação do sistema radicular, que por sua vez conduz a um aumento da susceptibilidade à seca. Contudo, a pesquisa com *Stylosanthes* feita por Carvalho (1978) mostrou que a nodulação é muito mais sensível à toxides do alumínio do que o crescimento de raízes. Portanto, níveis de alumínio em solução que não causam prontamente qualquer dano ao sistema radicular podem originar o fracasso da nodulação e, conseqüentemente, deficiência de nitrogênio.

A toxidez de alumínio pode também condicionar a redução de absorção de cálcio e fósforo. Deficiências destes elementos são freqüentemente associadas com a toxidez de alumínio em condições de campo.

2.3.2. Cátions micronutrientes

A solubilidade dos elementos menores, Mn, Zn, Cu e Fe é alta sob condições de acidez e decresce rapidamente à medida que o pH é aumentado pela calagem. De acordo com Lindsay (1972) a solubilidade destes elementos decresce logaritimicamente com o aumento do pH, sendo este decréscimo cerca de 100 vezes para cada unidade de pH no caso do Mn, Zn e Cu, e cerca de 1.000 vezes no caso do Fe. Considerando-se que nestes solos antigos e altamente lixiviados o conteúdo total de alguns destes elementos tem sido freqüentemente reduzido a níveis baixos, pode-se facilmente induzir deficiência de micronutrientes pela calagem.

O efeito da redução na solubilidade é um parte compensado pelo aumento na habilidade das raízes para absorver estes elementos na medida em que o pH é aumentado, mas pode ser incrementado pelo efeito depressivo do excesso de cálcio na solução do solo, Este último efeito foi demonstrado por Chaudhtry & Loneragan (1972) para zinco e por Robson & Loneragan (1970) para manganês. (Fig. 7.)

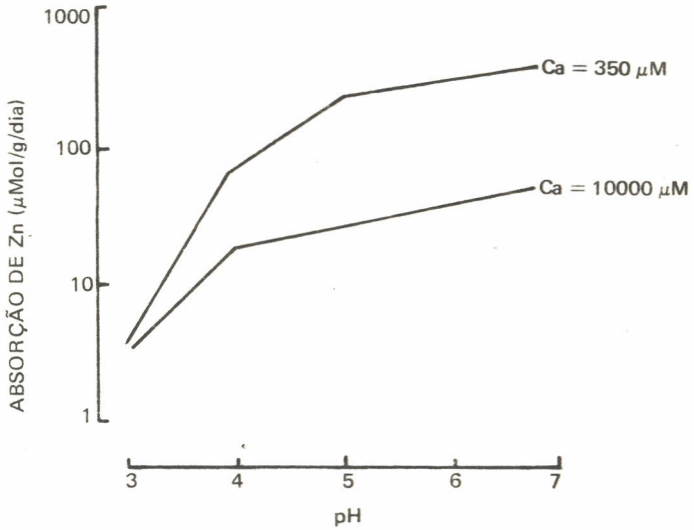


FIG. 7. Efeito do excesso dos íons de cálcio na absorção de Zn por plântulas de trigo, na faixa de pH de 3 a 7 (Chaudhry & Loneragan, 1972).

2.3.3. **Molibdênio**

Em condições ácidas, a solubilidade do molibdênio do solo é baixa e aumenta logaritmicamente com a elevação do pH na faixa de 4,0 a 9,0. Este incremento na solubilidade é de magnitude maior do que o decréscimo na habilidade das raízes das plantas em absorver o Mo da solução do solo. Conseqüentemente, a absorção de Mo do solo aumenta com a elevação do pH.

Embora seja sempre possível corrigir a deficiência do Mo pela calagem, esta não é a melhor maneira de fazê-lo por três razões principais:

1. a aplicação de uma quantidade pequena de molibdênio é muito mais barata do que a aplicação de calcário. Mesmo em países onde o calcário é muito mais barato, os custos de seu transporte e aplicação tornam a calagem uma prática relativamente cara;

2. nos solos cujo Mo total é naturalmente baixo, a calagem não resolveria o problema completamente; e

3. aplicações suficientemente altas de calcário para aumentar a solubilidade do Mo diminuirão a solubilidade de outros micronutrientes (cátions) e, desta maneira, poderemos simplesmente substituir a deficiência de Mo pela de outros elementos.

2.4. OUTROS PROBLEMAS DE SOLOS ÁCIDOS

Os processos de formação do solo que originam a sua acidez, freqüentemente ocasionam também o esgotamento de alguns elementos essenciais às plantas no perfil do solo.

Já foi feita referência sob este aspecto, aos micronutrientes, Zn, Mn e Cu. Para os solos de cerrado, a análise química indica que o P é geralmente muito baixo e que os níveis de Ca, Mg e K são, muitas vezes, também baixos (Lopes 1975). Outros elementos, como S e B, podem estar também a baixos níveis, mas não têm sido estudados com a mesma ênfase que os anteriores.

É portanto essencial ao se iniciar o trabalho com estes solos, estudá-los cuidadosamente quanto às possíveis deficiências de nutrientes. Uma falha nesta fase poderá colocar em dúvida a validade de trabalhos posteriores porque os resultados destes podem ter sido afetados por deficiências não identificadas preliminarmente. Em outras palavras, ao se estudar um ou mais elementos devemos estar seguros de que os demais não estejam em níveis limitantes.

2.5. DIFERENTES GENOTÍPICAS DAS LEGUMINOSAS QUANTO À TOLERÂNCIA A FATORES DA ACIDEZ DO SOLO

Talvez a melhor maneira de se limitar a quantidade de calcário que se tem que aplicar a solos ácidos é pelo uso de genótipos de plantas que sejam tolerantes aos fatores da baixa fertilidade associada à acidez destes solos. Esta é uma área na qual se tem muito o que aprender e parece que ninguém está seguro ainda sobre o melhor método para se encontrar tais genótipos. Como este assunto será coberto em outra palestra não se deseja acrescentar muito sobre o mesmo, exceto para se mencionar que um dos problemas mais severos parece estar relacionado com a fixação de nitrogênio.

2.5.1. Tolerância ao pH

Em experimentos com cultivo em areia, Andrew (1976) mostrou que houve

diferenças substanciais entre leguminosas no nível mais baixo de pH no qual as mesmas nodularam. (Fig. 8)

Como pode ser verificado, *Macroptilium lathyroides* e *Lotonis bainesii* estavam completamente nodulados a pH 4,0, enquanto *Desmodium uncinatum* e *Stylosanthes humilis* exigiram pH 4,5, *Glycine wightii* aproximadamente pH 5,5 e *Medicago sativa* pH 6,0. Exceto nas duas últimas espécies, não houve nenhum benefício quando se elevou a concentração de cálcio acima de 235 μM.

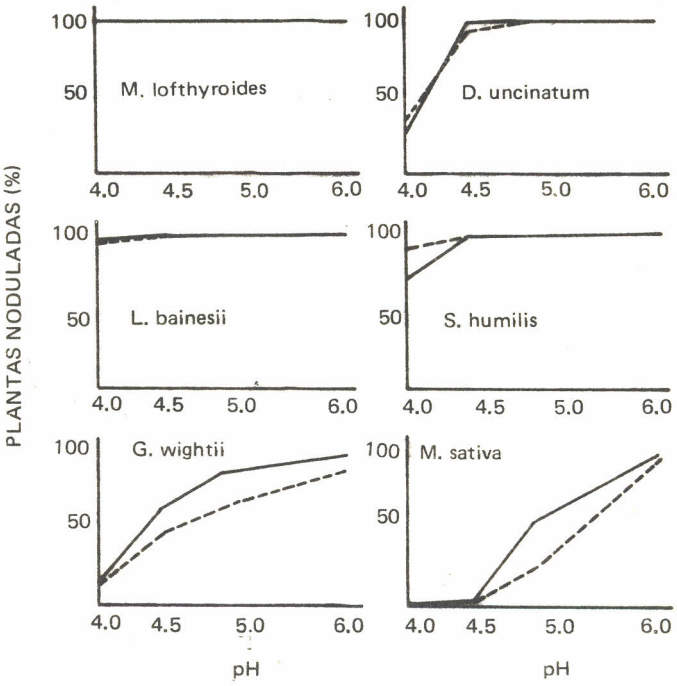


FIG. 8. Efeito do pH na nodulação de seis espécies de leguminosas (linhas contínuas — 2.000 μMCa; linhas interrompidas — 125 μMCa. Dados de Andrew 1976).

Contudo, *M. lathyroides, D. uncinatum, S. humilis* e possivelmente *L. bainesii,* quando dependiam do nitrogênio fixado biologicamente para máximo crescimento, exigiram valores de pH elevados. Quando estas plantas foram avaliadas quanto à sua nodulação ou quanto ao crescimento com nitrogênio combinado, esta exigência de valores de pH mais altos foi menor. (Fig. 9.)

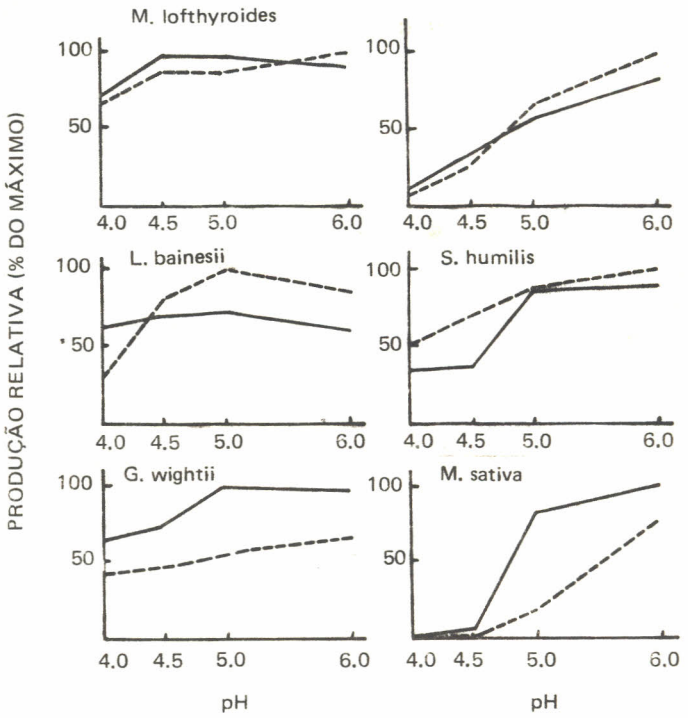


FIG. 9. Efeitos do pH e do suprimento de cálcio sobre o crescimento de plantas de leguminosas noduladas (Andrew 1976).

2.5.2. Tolerância à toxidez de alumínio

Em experimento com culturas em areia, Carvalho (1978) mostrou que ao nível de 25 μM de Al (aproximadamente 0,7 ppm), apenas uma espécie entre seis (*Stylosanthes guianensis*) foi afetada pela toxidez de alumínio quando se forneceu nitrogênio combinado. Contudo, quando as plantas tiveram que usar apenas o nitrogênio fixado biologicamente, todas as seis espécies sofreram o efeito da toxidez do alumínio (Tabela 2).

Considerando-se que as taxas de sobrevivência de *Rhizobium* nas soluções nutritivas não foram afetadas pelas concentrações de alumínio na faixa de 0 a 100 μM (0-2,7 ppm) e que os nódulos uma vez formados não foram afetados por concentrações até 100 μM, parece que, para *Stylosanthes*, a nodulação é a fase mais sensível em relação à toxidez desse elemento.

TABELA 2. Descréscimo de produção devido à toxidez de Al em seis espécies de *Stylosanthes* cultivados em areia com e sem NO_3^- ao nível de 25 M Al. (Carvalho, 1978, citado por Asher & Edwards, 1978.)

Espécies	Descréscimo de produção (planta inteira) devido ao Al^{3+} (%)	
	+N	-N
S. hamata	0	8
S. fruticosa	0	11
S. humilis	0	35
S. scabra	0	38
S. viscosa	0	39
S. guianensis	14	45

2.6. CONCLUSÕES

Os problemas da baixa fertilidade dos solos ácidos podem ser muito complexos. Conseqüentemente, combinações diferentes de tipos de solos e genótipos de planta podem necessitar de manejos bem diferentes para se obter os melhores resultados e deve-se ser então bem cauteloso na extrapolação de uma situação para outra.

Geralmente, deve-se evitar calagem de solos ligeiramente ácidos e orientar a calagem de solos muito ácidos no sentido de se aplicar as quantidades mínimas necessárias de calcário para superar os efeitos tóxicos de H^+, Al^{3+} ou Mn^{2+}.

Finalmente, é bom lembrar que os solos ácidos são provavelmente deficientes em um ou mais elementos essenciais e deve-se determinar para cada tipo de solo que elementos estão envolvidos.

2.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREW, C.S. Effect of calcium, pH and nitrogen on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes. I Nodulation and growth. **Aust. J. Agric. Res., 27**: 611-23, 1976.

ARNON, D.I. & JOHNSON, C.M. Influence of hydrogen ion concentration on the grow of higher plants under controlled conditions. **Plant Phisiol., 17**: 525-39, 1942.

ASHER, C.J. Natural and synthetic culture media for spermatophytes. In: RECHCIGL Junior, M. ed. **CRC Handbook Series in Nutrition and Food.** Section G. Diets, Culture Media, Food Supplements. s. l. 1978. v.3, p.575-609.

ASHER, C.J. & EDWARDS, D.G. Relevance of dilute solution culture studies to problems of low fertility tropical soils. In: ANDREW, C.S. & KAMPRATH, E.J. eds. **Mineral nutrition of legumes in tropical and subtropical soils;** proceedings of a workshop. Melbourne, CSIRO, 1978. p. 131-52.

CARVALHO, M.M. de. **A comparative study of the responses of six Stylosanthes species to acid soil factors with particular reference to aluminium.** s.l., University of Queensland, 1978. 298p. Tese Doutorado.

CHAUDHRY, F.M. & LONERAGAN, J.F. Zinc absorption by wheat seedlings. II inhibition by hydrogen ions and by micronutrientes cations. **Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 36**: 327-31, 1972.

DATE, R.A. & HALLIDAY, J. Selecting **Rhizobium** for acid infertile soils of the tropics. **Nature, 277** (5691): 62-4, 1979.

LINDSAY, W.L. Inorganic phase equilibria of micronutrientes in soil. In: MORTCEDT, J.J.; GIORDANO, P.M. & LINDSAY, W.L. **Micronutrients in agriculture;** proceedings of a symposium. Madison, Soil Sci. Soc. Amer., 1972. p.41-57.

LONERAGAN, J.F. & DOWLING, E.J. The interaction of calcium and hydrogen ions in the nodulation of subterranean clover. **Aust. J. Agric. Res., 9:** 464--72, 1958.

LOPES, A.S. **A survey of the fertility status of soils under "Cerrado" vegetation in Brazil.** Raleigh, North Carolina State University, 1975. 183 p. Tese Mestrado.

MUNNS, D.N. Nodulation of **Medicago sativa** in solution culture. I Acid-Sensitive stirps. **Plant Soil, 28:** 129-46, 1968.

ROBSON, A.D. & LONERAGAN, J.F. Nodulation and growth of **Medicago truncatula** on acid soils. **Aust. J. Agric. Res., 21:** 427-34, 1970.

STOUT, P.R.; MEAGHER, W.R.; PEARSON, G.A. & JOHNSON, C.M. Molybdenum nutrition of crop plants. I The influence of phosphate and sulphate on the absorption of molybdenum from soils and solution cultures. **Plant Soil, 3**: 51-87, 1951.

WAMBEKE, A. Van. Formation, distribution and consequences of acid soils in agricultural development. **In**: WRIGHT, M.J. ed. **Plant adaptation to mineral stress in problem soils**; proceedings of a workshop. Ithaca, Cornell University, 1976. p.15-24.

3. IDENTIFICAÇÃO E CORREÇÃO DE DEFICIÊNCIAS E EXCESSO DE NUTRIENTES NO SOLO

Colin J. Asher

3.1. O PAPEL DOS ESTUDOS DE FERTILIDADE DO SOLO PARA UM PROGRAMA DE PESQUISA DE PASTAGEM

A maioria dos pesquisadores concordariam que estudos de fertilidade de solo deveriam fazer parte de qualquer programa de pesquisa com o fito de estabelecer pastagens cultivadas ou melhorar pastagens nativas em terras com deficiências minerais.

Entretanto, se pretendemos fazer uso mais eficiente dos recursos disponíveis, devemos ter uma idéia clara sobre como estes estudos de fertilidade de solo se relacionam às demais partes do programa, e devemos ter objetivos claros para cada um dos estudos conduzidos.

A Fig. 1 mostra como eu vejo estudos de fertilidade de solo dentro de um programa de pesquisa para o melhoramento de pastagens em uma região nova.

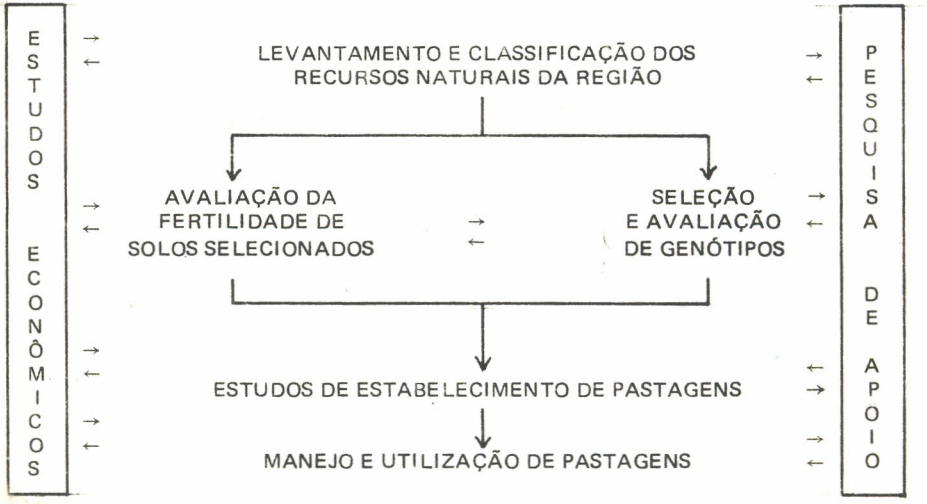


Fig. 1. Esquema para pesquisa em melhoramento de pastagem em uma região nova.

Este esquema propõe uma concentração substancial de recursos inicialmente para a determinação da extensão e tipo de recursos naturais disponíveis na região e a obtenção de algumas estimativas preliminares sobre sua adequação ao desenvolvimento. Avaliações feitas neste estágio são necessariamente tentativas, mas podem ser muito úteis à seleção de prioridades de estudo em outras partes do programa. Em geral esta fase da investigação produzirá informações sobre clima, topografia, vegetação natural, tipo de solo, características físicas e químicas dos perfis de solo que representam cada um dos seus tipos principais, e prováveis susceptibilidades à erosão associada ao desenvolvimento.

A fase seguinte logicamente envolve estudos mais detalhados da fertilidade daqueles solos que parecem mais capazes de sustentar um desenvolvimento econômico, e sobre este aspecto eu vou discutir com mais detalhe. Provavelmente a melhor definição de fertilidade de solo é a que considera a sua capacidade específica de manter o crescimento de uma espécie de planta economicamente importante. Está implícito nesta definição que não podemos considerar a fertilidade do solo isoladamente das espécies a serem cultivadas. Assim, um solo mal drenado poderia ser muito fértil para a produção de arroz ou o crescimento de uma espécie forrageira tal como o capim fino (*Brachiaria mutica*), mas ser consideravelmente infértil para espécies tais como o milho ou jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) que requerem solos bem drenados. Da mesma maneira, um solo pode ser capaz de suportar crescimento muito rigoroso de *Brachiaria decumbens* mas ser muito ácido para o bom desempenho de algumas das leguminosas tropicais. Assim, a avaliação da fertilidade do solo e a seleção de genótipos devem ser consideradas simultaneamente.

Quando acreditamos saber quais os genótipos que vamos usar e quais são os problemas de fertilidade de solo que temos que suplantar, se estas plantas devem crescer com sucesso, então estaremos em posição de estudar problemas de estabelecimento, manejo e utilização de pastagens.

Ainda que não fosse prático ou desejável para qualquer centro de pesquisa retardar o início dos trabalhos sobre, por exemplo, utilização de pastagens, até que todas as etapas anteriores tenham sido completadas, eu gostaria de sugerir que o balanço das atividades deveria pesar, inicialmente, em favor das investigações sobre problemas de solo, e que, com o tempo, esta ênfase deveria se mover para a pastagem, em primeiro lugar, e depois para o animal, sucessivamente.

Em qualquer nível podemos nos beneficiar das estimativas econômicas feitas à luz do corpo de informações técnicas acumuladas, e freqüentemente precisaremos de pesquisa de apôio para ajudar-nos a entender o que está realmente

acontecendo em nossos experimentos, e para subsidiar-nos com técnicas novas e melhores, úteis à condução da nossa pesquisa e à interpretação dos resultados.

3.2. SELEÇÃO DE SOLOS PARA ESTUDOS

A região do Cerrado é uma área geograficamente vasta, incluindo solos de diferentes idades e derivados de materiais originários variando, desde rochas ígneas ácidas da Era Pré-Cambriana até sedimentos tão recentes quanto os do Período Quaternário (Parada & Andrade 1977). Apesar de que apenas oito tipos principais de solo são reconhecidos, estes são freqüentemente subdivididos segundo a sua saturação de bases, textura, e o tipo de vegetação que suportam. Aparentemente não se faz distinção dos solos com base no material de origem, mas existe a possibilidade de solos aparentemente similares, derivados de diferentes materiais de origem poderem ser suficientemente distintos em sua mineralogia para também apresentarem problemas diferentes quanto ao manejo de pastagens.

Entre os solos sob vegetação de Cerrado os Oxissolos são mais abundantes, cobrindo aproximadamente 56% da área (Tabela 1). Estes solos têm sido considerados como os de maior potencial para a agricultura (Freitas & Silveira 1977) e têm sido estudados com mais intensidade pelos pesquisadores de fertilidade de solo. Talvez este enfoque seja correto também para pastagens, mas não creio que devamos aceitar este ponto de vista sem questioná-lo.

TABELA 1. Abundância relativa dos tipos de solo na região do Cerrado (segundo Kornelius *et al.* 1978).

TIPO DE SOLO	ORDEM TAXONÔMICA DO SOLO (EEUU)	PORCENTAGEM DA ÁREA TOTAL
Latossolo Vermelho-Amarelo	Oxissolos	41
Areias Quartzosas	Entissolos	20
Latossolo Vermelho-Escuro	Oxissolos	11
Laterita Hidromórfica	Ultissolos	10
Litossolos	—	9
Podzólico Vermelho-Amarelo equiv. Eutrófico	Alfissolos	4
Latossolo Roxo	Oxissolos	4
Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico	Ultissolos	1

Muitos dos Oxissolos têm uma amplitude de disponibilidade de água um tanto pequena devido à cimentação das partículas de argila, formando grânulos como os da areia. Ademais, as relações hídricas para as espécies susceptíveis à toxidez de Al são piores devido a saturação de alumínio tende ser maior. Também, a alta capacidade de fixação de fósforo destes solos se traduz na necessidade de se

utilizar provavelmente quantidades maiores e caras de fertilizantes fosfatados para o crescimento vigoroso das pastagens. Assim, em um experimento em Latossolo Roxo no CNPGC, o rendimento de *Brachiaria decumbens* e *Setaria anceps* ainda continuava aumentando até níveis de 560 kg de fósforo/ha.

Parece-me possível que alguns dos solos arenosos poderiam oferecer melhores perspectivas para o desenvolvimento econômico porque não têm problema severo de fixação de P, apesar de que sejam provavelmente muito pobres em nutrientes. Para tais solos, talvez 10 ou 15 kg P/ha dariam rendimento máximo. Um outro exemplo é o dos solos Podzólicos Vermelho-Amarelo e dos Hidromórficos com valores de pH relativamente elevados, que poderiam merecer estudo cuidadoso.

Se aceitamos que em muitas fazendas apenas uma pequena área será de pastagens cultivadas, então a maioria das pastagens melhoradas poderiam ser localizadas em áreas de solos mais férteis, porém menos comuns na região. Solos de mata também poderiam ser considerados para o estabelecimento de pastagens melhoradas tanto diretamente quanto após uma fase agrícola.

Creio que é aqui que os pesquisadores de fertilidade de solo necessitam orientação dos economistas para que a maior parte do seu esforço de pesquisa seja concentrada naqueles solos que têm melhor chance de desenvolvimento econômico pelo uso com gado de corte.

3.3. AVALIAÇÃO QUÍMICA DA FERTILIDADE DOS SOLOS

3.3.1. Análise do Solo e das Plantas

A análise do solo e das plantas pode fornecer uma série de informações úteis sobre a fertilidade química dos solos, desde que o método tenha sido propriamente calibrado para o solo e o genótipo em questão. Onde tais calibrações não são possíveis, o valor destes métodos é grandemente reduzido. Por exemplo, em um estudo muito extenso feito por López (1975), foram usadas técnicas de análise de micronutrientes desenvolvidas com solos temperados da Carolina do Norte e aplicados diretamente a 528 amostras de solos tropicais da região do Cerrado. Pode-se inferir pelos dados que, 95% dos solos de Cerrado são deficientes em zinco, 70% em cobre, e 37% em manganês. Entretanto, esta interpretação assume implicitamente que os solos tropicais do Cerrado têm relações similares, no que concerne micronutrientes solúveis em ácido e disponíveis para as plantas, aos solos temperados para os quais os métodos foram idealizados. Não podemos garantir se isto é verdade ou não.

Além das análises quantitativas do solo e das plantas, há uma série de testes

qualitativos rápido que podem ser usados para obter uma indicação aproximada do padrão nutricional dos solos e das plantas (Schuffelen et al. 1961).

3.3.2. Experimentos de Vaso em Casa de Vegetação

Experimentos de vaso proporcionam um meio rápido e relativamente barato de isolar e identificar fatores nutricionais que provavelmente limitam a produção de pastagens, e de se saber aproximadamente a severidade destas limitações. Não são substitutos para experimentos de campo, mas são muito mais baratos e eficientes que os anteriores durante as fases iniciais da investigação de fertilidade do solo, e seu uso deveria ser incentivado nestas fases preliminares.

3.3.2.1. Avaliação dos Solos Segundo as Deficiências Nutricionais

Em minha opinião, a maneira mais simples e confiável de se avaliar solos, segundo suas deficiências nutricionais, é por meio de experimentos de omissão de nutrientes. Nestes experimentos tomamos como testemunha um tratamento no qual todos os elementos essenciais são fornecidos em quantidade suficiente e comparamos os rendimentos deste tratamento contra os demais, onde se omite um de cada elemento essencial. Onde, por exemplo, a produção do tratamento "completo – P" é significativamente menor que do "completo" interpretaríamos o resultado como indicação de deficiência de P no solo. Os resultados de um experimento usando este método em Sri Lanka pode ser usado para ilustrar o tipo de informação gerada. (Tabela 2).

TABELA 2. Resultados de um experimento de omissão de nutrientes em dois solos arenosos de Sri Lanka, usando *Paspalum commersonii* como planta teste (rendimento em g MS/vaso, segundo Santhirasegaran 1967).

TRATAMENTO	AREIA CINZENTA	AREIA AMARELA
Completo	5.4	7.0
Completo – Mg	6.8	6.8
Completo – Ca	6.9	4.3
Completo – K	3.3	1.6
Completo – S	1.4	2.3
Completo – P	1.0	0.1
Completo – N	0.3	0.2
DMS $P < 0.01$	1.1	1.0

Aqui vemos que N, P, S e K foram deficientes no solo cinzento, e N, P, S, K e Ca no solo amarelo.

Assumindo-se que os níveis de aplicação de nutrientes estavam próximos ao ótimo, pode-se utilizar a intensidade de redução do rendimento como indicação tentativa da severidade da deficiência. Assim, nestes solos, parece que as deficiências de N e P foram provavelmente mais severas que as de S ou K uma vez que as reduções de rendimento foram menores ao se omitir S ou K. Entretanto o propósito principal destes experimentos é de identificar aqueles elementos que poderiam ser limitantes ao crescimento das plantas, ao invés de se estimar o grau de deficiência, que pode ser feito mais eficientemente em experimentos de níveis nutricionais. Nesta primeira etapa deveríamos procurar identificar todas as deficiências possíveis, resistindo à tentação de adivinhar o resultado deste experimento, testando apenas o elemento provavelmente deficiente.

Podem ser utilizados desenhos experimentais do tipo fatorial fracionado com repetições para se obter a mesma informação, mas estes são mais difíceis de se interpretar e não funcionam bem se houverem deficiências muito severas nos solos estudados.

Infelizmente nem o desenho de omissão ou os fatoriais fracionados com repetições são muito eficientes para detectar toxidez de Al ou Mn. No caso do Mn, se uma aplicação modesta do elemento no tratamento completo causar depressão de rendimento, ou seja, se a produção do tratamento "completo – Mn" é significativamente superior ao tratamento "Completo", poderíamos suspeitar da existência de toxidez de Mn no solo não tratado, mas não poderíamos garantir este fato.

Análise de plantas pode ser muito útil para a solução de tais problemas, e de fato é boa idéia fazermos análises rotineiras de amostras de plantas destes experimentos exploratícios para estarmos seguros que nossas interpretações dos dados de rendimento são razoáveis.

Quando trabalhamos com solos nos quais a análise química sugere que poderiam ser encontrados efeitos tóxicos de H^+, Al^{3+} ou Mn^{2+} nas plantas forrageiras, é recomendável que se preceda o experimento de omissão por um experimento de níveis de calagem para estabelecermos um nível mínimo de calcário que seria efetivo para superar o problema de toxidez. Em tais experimentos deveríamos aplicar uma mistura básica completa de nutrientes (possivelmente omitindo Mn, se a análise do solo demonstrá-lo elevado), de modo que o resultado não será complicado por limitações de nutrientes.

3.3.2.2. Experimentos de Níveis Nutricionais

Constantemente não se requer otimização cuidadosa, por razões econô-

micas, dos níveis de aplicação de micronutrientes, e podemos estimar níveis apropriados de aplicação. Entretanto, com macronutrientes o custo da correção das deficiências é o fator decisivo entre sucesso ou falha econômica, e os níveis devem ser otimizados cuidadosamente. A otimização final deveria ser feita sob condições de campo usando-se fertilizantes comerciais e métodos de aplicação que seriam os usuais. Entretanto o custo da pesquisa e o tempo necessário para alcançarmos uma solução prática será freqüentemente reduzido, primeiramente ao fazermos experimentos de cinco ou seis níveis de um só elemento em cultura de vasos, para estabelecermos uma curva de resposta completa antes que se decida sobre os níveis a serem usados nos experimentos de campo. Aqui, de novo, deveríamos adicionar uma aplicação básica de todos os elementos supostamente deficientes no ensaio de omissão exceto o elemento a ser testado. Em todos estes experimentos devemos ser cuidadosos na seleção de um sal que não contenha outros elementos possíveis de causar uma resposta de crescimento na planta.

3.4. OTIMIZAÇÃO DE NÍVEIS DE FERTILIZANTES PARA O ESTABELECIMENTO DE PASTAGENS

Ao sabermos quais os elementos que se encontram em quantidades potencialmente limitantes no solo e termos estabelecido curvas de resposta aproximadas para ao menos alguns destes elementos, nós temos então que decidir como melhor tentar solucionar estas deficiências sob condições de campo. Precisaremos levar em conta a fonte mais barata e efetiva de cada elemento que podemos obter no local e também teremos que decidir se queremos remover completamente a limitação nutricional ou se seria melhor usar o mesmo dinheiro para remover parcialmente a limitação de uma área de terra maior. Se decidirmos pela correção parcial de um elemento severamente deficiente, a necessidade de fornecermos alguns dos elementos que se mostraram causadores de apenas pequenas reduções de rendimento pode desaparecer completamente, desde que o solo possa passar, então, a ser capaz de fornecer as quantidades menores requeridas pela pastagem menos vigorosa. Onde isto ocorre, haverá redução ainda maior dos custos de fertilização.

Devido às amplas opções abertas aos agrônomos nesta fase da investigação, nenhuma descrição geral pode ser feita sobre delineamentos experimentais. Por outro lado, gostaríamos de examinar a resposta da pastagem a três níveis de cada um dos elementos mais caros. Estes níveis, que englobam o ótimo, são decididos com base no nosso trabalho de cultura em vasos. Para os micronutrientes, que normalmente não são muito caros de aplicar, poderemos estabelecer dois níveis, um dos quais seria zero. Já que freqüentemente ocorrerão interações importantes, empregar-se-ia um delineamento fatorial.

3.5. MANEJO DE ADUBAÇÃO DE PASTAGENS ESTABELECIDAS

No momento não temos disponíveis nenhum método simples e completamente confiável para determinarmos se pastagens estabelecidas têm quantidades adequadas dos elementos essenciais. Na maior parte dos casos não temos padrões adequados para análise de solo, e para alguns elementos, tais como enxofre, boro e molibdênio, não apenas nos falta a calibragem do método, como também não temos o método de análise de solos, que a maioria dos especialistas de solos aceitariam como medida válida da disponibilidade de nutrientes para a planta.

Temos problemas também com a análise de plantas. Em primeiro lugar, a amostragem para análise de plantas de áreas pastejadas é bem mais difícil que de áreas não pastejadas ou de plantas cultivadas em vasos. Já que a maior parte dos níveis críticos, encontrados na literatura, provêm de experimentos de casa de vegetação, surge um problema sério. Portanto, a amostragem não é de forma nenhuma a maior dificuldade. Por razões que não entendemos bem, as relações entre crescimento e concentração de nutrientes minerais nos tecidos vegetais, parecem ser diferentes em pastagens estabelecidas há tempo, quando comparadas àquelas cultivadas em vasos ou em pastagens recentemente estabelecidas. Em muitos casos não sabemos quais as concentrações nos tecidos deveriam ser consideradas adequadas e quais deveriam ser consideradas para pastagens mais velhas.

Uma forma de contornar este problema poderia ser a de se estudar tendências da concentração nos tecidos durante uma série de anos para ver se estas estão crescendo, decrescendo, ou se mantendo constantes sob o sistema de manejo empregado.

Um enfoque mais direto mas que é ao mesmo tempo muito mais caro, e assim sendo, provavelmente imprático em propriedades comerciais, seria o de excluir os animais de uma parte da área e conduzir um experimento simplificado de omissão de nutrientes para assegurar que as respostas não seriam mascaradas por deficiências outras que não as do elemento em teste. O uso de tal técnica em combinação com um programa corrente de análise de plantas poderia conduzir-nos a interpretações muito melhores dos dados dessas análises em pastagens estabelecidas.

3.6. REFERÊNCIAS

FREITAS, F.G. de & SILVEIRA, C.O. da. Principais solos sob vegetação de Cerrado e sua aptidão agrícola. In: FERRI, M.G. ed. **IV Simpósio Sobre o Cerrado**; bases para utilização agropecuária. Belo Horizonte, Liv. Itatiaia, 1977. p.155-94.

KORNELIUS, E.; SAURESSIG, M.G. & GEODERT, W.J. Estabelecimiento y manejo de praderas en los cerrados del Brasil. In: SÁNCHEZ, P.A. & TERGAS, L. E. ed. **Produção de pastos en suelos acidos de los tropicos.** CALI. CIAT, 1978. p.159-80.

LÓPEZ, A.S. **A survey of the fertility status os soils under "Cerrado" vegetation in Brazil.** Raleigh, Universty of North Carolina, 1975. 138p. Tese Mestrado.

PARADA, J.M. & ANDRADE, S.M. de. Cerrados – Recursos Minerais. In: FERRI, M.G. ed. **IV Simpósio Sobre o Cerrado.** Belo Horizonte, Liv. Itatiaia, 1977. p. 195-209.

SANTHIRASEGARAN, K. Studies on the nutrient status of some coconut soils in Ceylon. IX The marine sandy soils at Irranawilla. **Trop. Agric.**, Trinidad, **44**: 193-207, 1967.

SCHUFFELEN, A.C.; MULLER, A. & SCHOUWENBURG, J. Van. Quick-test for soil and plant analysis used in small laboratories. **Neth. J. Agric. Sci., 9**:2-16, 1961.

4. DESCRIÇÃO GERAL DE SOLOS DE CERRADO E PROGRESSO OBTIDO NA IDENTIFICAÇÃO DE LIMITAÇÕES REAIS E POTENCIAIS DE NUTRIENTES NOS MESMOS

Wilson V. Soares

4.1. INTRODUÇÃO

O Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC) procura desenvolver seus trabalhos de pesquisa em pastagens, predominantemente em solos de cerrado, por serem os representativos da grande região conhecida como Brasil Central Agropecuário. Ainda que apresentem algumas limitações relativamente sérias, como elevada acidez, alto poder de fixação de fósforo, níveis baixos de nutrientes, reduzida capacidade de reter água na camada arável, estes solos representam uma das maiores reservas do mundo para produção de alimentos. A "Região de Cerrados" já possui razoável infra-estrutura de transporte e está localizada próxima das grandes cidades do Centro-Sul do País e em posição estratégica com relação aos chamados "Corredores de exportação". Por estas e outras razões o Governo Federal tem alocado razoável soma de recursos para a região, visando especialmente o desenvolvimento da agropecuária.

Procura-se nesta seção do seminário, apresentar um resumo de informações sobre as características dos solos predominantes na região e os dados obtidos pela pesquisa no sentido de detectar e corrigir as limitações existentes.

4.2. CLASSES DE SOLOS PREDOMINANTES E SUAS CARACTERÍSTICAS

O mapeamento dos solos bem como sua caracterização detalhada constituem subsídios indispensáveis para o planejamento da pesquisa e posteriormente para a extrapolação de resultados experimentais.

Ainda não se dispõe de uma carta de solos para a especial, como: Estado de São Paulo, Sul de Mato Grosso (Mato Grosso do Sul), Distrito Federal, Região sob influência do Reservatório de Furnas (MG) e Área sob a influência do Reservatório de Três Marias (MG) (Brasil, 1960, 1962 e 1971; EMBRAPA/SNLCS 1978; PANOSO *et al.* 1978). Numa escala de 1:5.000.000 existe ainda o Mapa Esquemático dos Solos das Regiões Norte, Meio-Norte e Centro-Oeste do Brasil, elaborado também pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos – SNLCS. (EMBRAPA-CPP 1975).

Com base neste subsídio, Sanchez *et al.* (1974) estimaram a proporção das principais unidades de solos mapeados nesta tabela, os latossolos cobrem 56% da área total do cerrado e as Areias Quartzosas, cerca de 20%. (Tabela 1.)

TABELA 1. Distribuição aproximada das maiores unidades de solo da área contínua dos cerrados e nomenclatura dos sistemas de classificação dos EUA e do Brasil. (Sanches *et al.* 1974.)

SISTEMA BRASILEIRO	Taxonomia (EUA)	Área Total (milhões de ha)	Cerrado (%)
Latossolos	Oxisols		
Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA)	Acrustox	69,7	41
Latossolo Vermelho-Escuro (LVE)	Haplustox	17,9	11
Latossolo Roxo (LR)	Haplustox	6,9	4
		94,5	56
AREIAS QUARTZOSAS (AV)	Psamments	34,3	20
Laterita Hidromórfica (LH)	Plinthaquults	17,0	10
Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico (PD)	Ustults	2,1	1
Podzólico Vermelho-Amarelo equiv. Eutrófico (PE)	Ustalfs	7,0	4
Litossolos (R)	Lithic	15,1	9
		65,5	44
Total		160,0	100

As Tabelas 2 e 3 mostram características selecionadas de perfis típicos dos principais grandes grupos de solo mapeados na "Região do Cerrado".

Os Latossolos Vermelho-Escuro (LVE) e Vermelho-Amarelo (LVA), que ocorrem sob vegetação de cerrado, são solos profundos, bem drenados, altamente intemperizados e, em geral, com baixa capacidade de troca catiônica, baixa saturação de bases e alta saturação de alumínio. Os teores de argila são variáveis e os de matérias orgânica são sempre mais elevados nos horizontes superficiais.

O Latossolo Roxo (LR) diferencia-se dos demais latossolos por apresentar teores bem mais elevados de óxido de ferro, titânio e manganês. Também a amplitude de variação de saturação de bases é maior, sendo freqüente a variedade eutrófica. São derivados de rochas básicas, predominantemente eruptivas. Conseqüentemente são geralmente mais férteis que os Latossolos Vermelho-Escuro e Vermelho-Amarelo. A maior concentração deste solo se encontra no Sul dos Estados de Mato Grosso do Sul e de Goiás, regiões hoje responsáveis por grande parte da produção agrícola do País.

As Areias Quartzosas (AQ) são solos profundos, textura arenosa, forte e ex-

TABELA 2. Características de um perfil típico de Latossolo Vermelho-Escuro textura argilosa (LVE) e de Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa (LVA), adaptado de Brasil, s.d.

Profundidade (cm)	Composição granulométrica da terra fina — %			C (%)	pH (1:2,5)	Complexo sortivo (meq/100 g solo)			Sat. Al^{3+} (%)	P (ppm)
	Areia	Silte	Argila			$Ca^{++} + Mg^{++}$	$K^{+} + Na^{+}$	Al^{3+}		
					LVE					
0 — 19	35	19	45	1,76	4,9	0,4	0,12	1,9	79	2
— 35	33	19	48	1,16	4,8	0,2	0,08	2,0	87	1
— 70	35	18	47	0,91	4,9	0,2	0,06	1,6	84	X
— 150	35	18	47	0,73	5,0	0,2	0,02	1,5	88	X
					LVA					
0 — 12	26	25	49	1,87	5,1	0,2	0,11	1,8	86	1
— 30	27	22	51	1,40	5,0	0,2	0,07	1,4	82	1
— 50	27	22	51	1,04	5,2	0,2	0,05	0,6	67	x
— 85	26	23	51	0,77	4,9	0,2	0,04	0	0	x

TABELA 3. Características de perfis típicos de Latossolo Roxo, textura argilosa, Latossolo Vermelho-Escuro, textura média (LVEm) e Areias Quartzosas (AQ), adaptadas de Brasil, 1971.

Profundidade (cm)	Composição granulométrica da terra fina — %			C (%)	pH (1:2,5)	Complexo sortivo (meq/100 g solo)			Sat. Al^{3+} (%)	P (ppm)
	Areia	Silte	Argila			$Ca^{++} + Mg^{++}$	$K^{+} + Na^{+}$	Al^{3+}		
					LR					
0 — 10	33	11	56	1,70	5,2	2,0	0,16	1,4	39	2
0 — 25	36	9	55	1,14	5,0	0,9	0,08	1,9	66	2
— 45	32	8	60	0,91	5,3	0,6	0,05	1,6	70	1
— 90	30	8	62	0,69	5,4	0,6	0,29	1,4	61	1
					LVEm					
0 — 10	82	7	11	0,66	4,8	0,20	0,12	1,2	80	1
— 35	81	6	13	0,46	4,9	0,10	0,29	1,0	71	< 1
— 60	79	6	15	0,36	4,9	0,10	0,21	0,9	75	< 1
— 105	77	6	17	0,24	4,9	0,10	0,15	1,1	79	< 1
					AQ					
0 — 16	89	5	6	0,61	4,9	0,4	0,09	0,5	50	1
— 56	90	3	7	0,31	5,3	0,2	0,04	0,4	67	1
— 78	89	3	8	0,24	5,1	0,3	0,04	0,5	63	1
— 108	87	4	9	0,21	5,2	0,2	0,03	0,4	67	1

solos e concluíram que o teor de água disponível (% por peso entre 0,1 e 15 bares de tensão), estava mais estreitamente correlacionado com o teor de silte do que com o teor de argila. Outrossim, nos solos com menos de 18% de argila, o teor de água disponível (4,9% por peso) era bem menor que os teores registrados para os solos de textura média e argilosa (8,5 e 9,8%).

Considerou-se que na maioria dos latossolos há restrições ao desenvolvimento do sistema radicular por toxidez de alumínio e que a distribuição de chuvas é bastante irregular na "Região do Cerrado", a estreita faixa de disponibilidade de água nestes solos contitui-se num fator limitante para o crescimento de grande parte das plantas cultivadas.

4.3. FERTILIDADE DO SOLO – ASPECTOS GERAIS

Os solos de cerrado apresentam de maneira geral, elevada acidez, alto poder de fixação de fósforo (já discutido acima) e deficiência generalizada de nutrientes. (Freitas et al. 1971; Freitas et al. 1972; França & Carvalho 1970; França et al. 1973; Soares et al. 1975; Erico et al. 1976; EMBRAPA/CPAC. 1976 e 78; EMBRAPA/CNPGC 1979.)

4.3.1. Acidez do Solo

Em solos lixiviados como estes, o alumínio parece ser o componente principal da acidez trocável (extraída com KCl 1 N ao pH do solo) e tem sido usado como critério para recomendações de calagem no Brasil e em outros países. (Kamprath. 1970.) Tem-se mostrado que a percentagem de saturação de alumínio no complexo sortivo é melhor relacionada com o crescimento das plantas do que apenas o teor de alumínio trocável. (Kamtrath 1978.)

A acidez do solo ocorre freqüentemente por todo o perfil e mesmo que se faça a calagem, a acidez persiste nos horizontes sub-superficiais, impedindo o desenvolvimento do sistema radicular até as camadas mais profundas. (Olmos & Camargo 1976; Erico et al. 1976.)

A solução dos problemas da acidez do solo pode ser vizualizada sob os seguintes aspectos: a) estimativas das quantidades de calcário adequadas para baixar o alumínio trocável a nível adequados para as culturas; b) triagem de espécies e/ou cultivares de plantas quanto à tolerância ao alumínio.

Quantidades de calcário suficientes para reduzir a saturação de alumínio no Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa, de Brasília, para menos de 10%,

aumentaram as produções de sorgo, milho e soja em 140, 40 e 75%, respectivamente. (Soares et al. 1975.) Trabalhos mais recentes (Erico et al. 1976; EMBRAPA/CPAC 1976) têm mostrado as vantagens da incorporação profunda de calcário para milho e sorgo. O calcário aplicado até 30 cm de profundidade diminuiu a saturação de alumínio e propiciou maior desenvolvimento das raízes na camada de 15 a 30 cm do solo, permitindo assim maior disponibilidade de água e nutrientes para as plantas, com reflexos positivos na produção.

Considerando-se que não é fácil e às vezes impraticável a aplicação profunda de calcário e ainda a grande extensão de solos com produção de acidez, principalmente na "Região do Cerrado", estudos de triagem e/ou seleção de plantas tolerantes à acidez começam a aparecer para culturas como trigo, milho, sorgo, arroz, feijão e soja. (EMBRAPA/CPAC 1976 e 1978; Miranda & Lobato 1978 e Magalhães 1979.)

4.3.2. Macro e Micronutrientes

O fósforo é o elemento mais limitante ao desenvolvimento das plantas cultivadas em solos de cerrado. Não só pelos níveis naturalmente baixos deste alemento nos solos, mas também pela grande capacidade destes em fixar o fósforo adicionado como fertilizante, conforme foi discutido no capítulo anterior. Na ausência de P e mesmo na presença dos demais nutrientes, não se conseguiu por exemplo, nenhuma produção de espigas de milho (Freitas et al. 1972) ou de grãos de trigo (EMBRAPA/CPAC 1976) em solos de cerrado do Distrito Federal. (Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa, em locais diversos.) Colheitas que representaram cerca de 80% da produção máxima de grãos de milho correponderam a aplicações de 320 kg P_2O_5/ha a lanço e 80 kg/ha no sulco de plantio em Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa. (EMBRAPA/CPAC 1978.)

As informações disponíveis sobre os demais nutrientes indicam que a cultura do milho, usada freqüentemente como indicadora, respondeu drasticamente ao zinco e com menor intensidade ao cálcio, magnésio, potássio e nitrogênio.

4.4. RESPOSTAS DE PLANTAS FORRAGEIRAS À ADIÇÃO DE CALCÁRIO E NUTRIENTES AO SOLO

O resumo das referências encontradas sobre as respostas de plantas forrageiras à aplicação de calcário e nutrientes se encontra na Tabela 4. Como se pode verificar, os experimentos em sua maioria têm sido feitos em vasos e com leguminosas em caráter exploratório.

TABELA 4. Respostas de plantas forrageiras à aplicação de calcário e de nutrientes a solos de Cerrado.

Referência	Tipo Experimento	Solo/Local	Forrageiras	RESPOSTA	
				Nutrientes	Observações
McClung & Quinn, 1959	Campo-Pastagem	Solo franco arenoso (Bauru-inferior) SP	*Paspalum notatum* (Grama Batatais)	P S	Até 100 kg/ha Até 40 kg/ha
Jones & Freitas, 1970	Vasos	LVAm[1] – Matão – SP	(1) *S.*[7] *guianensis* (2) *C.*[8] *pubescens* (3) *G.*[9] *wightii* (4) *P.*[10] *atropurpureum*	P	Todas as espécies. Prod. máx. espécie (1) até 250 kg/ha espécies com 1000 kg/ha
Jones &Quaglato, 1970	Vasos	LVE[2] – Orlândia – SP	(1) *S. guianensis* (2) *C. pubescens* (3) *G. wightii* (4) *P. atropurpureum* (5) *M.*[11] *sativa*	S	1º corte – espécie (1) 3º corte – espécies (2) e (3) 2º e 3º corte – esp. (4) 1º, 2º, e 3º cortes-esp. (5)
Jones *et al.*, 1970	Exp. I – Vasos	LVE – Orlândia – SP	(1) *D.12 pabulare* (2) *G. wightii* (3) *M. sativa* (4) *S. guianensis*	P Ca e Mg S Micron.	Espécies (1), (2) e (3) Espécies (1), (2), (3) e (4) Espécies (2), (3) e (4) 7 de 8 espécies testadas.
	Exp. II – Vasos	1. LVE – Orlândia – SP 2. LVE – Matão – SP 3. LVE – Pirassunga – SP	(1) *S. guianenses* (2) *C. pubescens* (3) *P. Atropurpureus* (4) *G. wightii*	B Zn Cu Fe	Espécie (4) no Regossolo Espécie (1) no Regossolo Esp. (4) no Regossolo e LVAm Espécies (1), (2), (3) e (4) no Regossolo Espécies (2), (3) e (4) no Regossolo
Franca & Carvalho, 1970	Vasos	LVE-Sete Lagoas – MG	(1) *G. wightii* – comum (2) *G. wightii* – v. Tinaroo (3) *P. atropurpureus* cv. Siratro (4) *P.13 phaseoloides* – var. Javanica (Kudzu tropical) (5) *C. pubescens*	P Micron. Calcário	Todas as espécies Espécies (1), (2), (4) e (5) Todas as espécies
França *et al.*, 1973	Vasos	LVE-Sete Lagoas – MG	*G. wightii* cv. Tinarco	Calcário B Zn Mo	Na fixação de N e na ausência de calcário.
Soares & Vargas, 1974	Vasos	LVA[1] LVE LVAm Brasília – DF	(1) *S. guianensis* (2) *C. pubescens*	Calcário Micron.	As duas espécies nos 3 solos. Espécie (1) Solo LVA As 2 espécies nos 3 solos.
Soares et al., 1975	Campo	LVE – DF	*S. guianensis*	Calcário	Até 6 t/ha
EMBRAPA/CPAC, 1978	Campo	LVE – DF	*B.*[14] *decumbens* cv. IPEAN	P	Resposta até a 1380 kg P_2O_5/ha Mais acentuada entre 86 e 345 kg P_2O_5/ha
EMBRAPA/CNPGC, 1979 p.45-48	Vasos	LR – C. Grande – MS	*G.15 striata*	P e B	
		LR e LVEm[5] C. Grande – MS	(1) *G. wightii* (2) *C. pubescens*	S	Espécies (1) e (2) no 2º corte
	Vasos	LVEm-C. Grande – MS	*P.*[16] *maximum* cv. *Trichoglume*	*P e calcário*	
	Vasos	LR – C. Grande – MS	*B. decumbens* cv. Austral.	N, P e K e NPX NPK	
	Campo	LR – C. Grande – MS	*B. decumbens* cv. Austral. *P. maximum* cv. Guinezinho	P P	
EMBRAPA/CNPGC, 1979 (Equipe de solos – dados ainda não relatados)	Vasos	LVEm e AQ – MS	*B. decumbens* cv. Austral. *S.17 anceps*	S S	Nos 2 solos Nos 2 solos
	Vasos	LVEm	*S. anceps*	N, P, K e NPK	
	Vasos	LVEm e Aq – MS	*G. wightii*	Calcário	

[1] LVAm – Latossolo Vermelho Amarelo, textura média
[2] LVE – Latossolo Vermelho Escuro, textura argilosa
[3] LVA – Latossolo Vermelho Amarelo, textura argilosa
[4] LR – Latossolo Roxo Álico
[5] LVEm – Latossolo Vermelho Escuro, textura média
[6] AQ – Areias Quartzosas
[7] *S. guianensis – Stylosanthes guianensis*
[8] *C. pubescens – Centrosema pubescens*
[9] *G. wightii – Glycine wightii*
[10] *P. atropurpureum – Phaseolus atropurpureum*
[11] *M. sativa – Medicago sativa*
[12] *D. pabulare – Desmodium pabulare*
[13] *P. Phascoloides – Pueraria phaseoloides*
[14] *B. decumbens – Brachiaria decumbens*
[15] *G. striata – Galactia striata*
[16] *P. maximum – Panicum maximum*
[17] *S. anceps – Setaria anceps*

Há indicações de que as leguminosas geralmente respondem com mais freqüência à calagem do que as gramíneas. Em quase todos os trabalhos, as leguminosas responderam acentuadamente à calagem. (Jones & Freitas 1970; Jones et al. 1970; França & Carvalho 1970; França et al. 1973; Soares & Vargas 1974; Soares et al. 1975; EMBRAPA/CNPGC 1979.) Não se tem tido o cuidado de separar o efeito do calcário como corretivo de seu efeito como supridor dos nutrientes, Ca e Mg. O trabalho de Jones & Freitas (1970) sugere a importância desta diferenciação, pois pequenas doses de calcário, correspondentes a 125-250 kg de Ca/ha, determinaram marcantes aumentos de produção de leguminosas, enquanto que doses mais altas provocaram decréscimos de produção variáveis com a espécie.

Possivelmente, devido à generalizada deficiência de P, detectada com outras culturas, nem sempre este elemento foi incluído como variável nos experimentos com forrageiras, sumariados na Tabela 4. Todavia, não há dúvida de que a deficiência deste elemento em solos de cerrado também constitui séria limitação para a produção das espécies de forrageiras atualmente cultivadas. (McClung & Quinn 1959; Jones & Freitas 1970; Jones et al. 1970; França & Carvalho 1980; EMBRAPA-CPAC 1978 e EMBRAPA-CNPGC 1979.)

O nitrogênio adicionado como fertilizante mineral tem sido estudado com gramíneas, obtendo-se resposta a este elemento, por exemplo, nos ensaios de vasos com *B. decumbens* e *Setaria anceps* |*S. anceps*| conduzidos em solos de cerrado do CNP-Gado de Corte. (EMBRAPA-CNPGC 1979.) A indiscutível importância deste elemento explica o número relativamente grande de experimentos com leguminosas forrageiras, visando a sua fixação simbiótica (trabalhos citados na Tabela 4).

A deficiência de enxofre foi registrada especialmente em solos com textura média e arenosos, tanto para gramíneas como para leguminosas. (McClung & Quinn 1959; Jones & Quagliato 1970; Jones *et al.* 1970; EMBRAPA-CNPGC 1979.)

O potássio foi raramente estudado. *B. decumbens* e *S. anceps* responderam à adição deste elemento a solos de cerrado de Mato Grosso do Sul, em ensaios de vasos em que se fizeram dois ou mais cortes (EMBRAPA-CNPGC 1979.)

Respostas de leguminosas a micronutrientes têm sido obtidas com mais freqüência, quando os mesmos foram aplicados em forma conjunta de três ou mais elementos (França & Carvalho 1970; Jones et al. 1970; Soares & Vargas 1974). Isoladamente, as seguintes deficiências foram constatadas em solos de cerrado: *Boro* para *Glycine wightii* (Jones *et al.* 1970; França *et al.* 1973) e para *Galactia striata* (EMBRAPA-CNPGC 1979); *zinco* para *Stylosanthes guianensis* (Jones *et al.* 1970) e *Glycine wightii* (Jones *et al.* 1970; França *et al.* 1973); *cobre* para *Stylo-*

santhes guianensis, Centrosema pubescens, Phaseolus atropurpureus e *Glycine wightii; ferro* para *Centrosema pubescens, Phaseolus atropurpureus* e *Glycine wightii*, em solo arenoso de Pirassununga, SP (Jones *et al.* 1970); *molibdênio* para *Glycine wightii*, na ausência de calagem (França *et al.* 1973).

4.5. CONCLUSÕES – IMPLICAÇÕES PARA O FUTURO

O número de trabalhos ainda é muito pequeno para permitir conclusões que possam ser generalizadas.

Nem sempre se tem procurado correlacionar respostas de plantas com dados analíticos de solo e de tecido vegetal, para melhor interpretação dos resultados obtidos.

Estudos mais freqüentes de interações precisam ser realizados. Por exemplo, muitos ensaios com micronutrientes, feitos quase sempre na presença de calagem, têm falhado como diagnóstico de possíveis deficiências de molibdênio no solo. Pelo menos em alguns casos, o efeito positivo da calagem pode ter sido devido à maior disponibilidade de Mo resultante do aumento do pH. Um tratamento com a adição de Mo na ausência de calagem, neste tipo de experimento, pode esclarecer esta dúvida e se constituir em subsídio importante para recomendações de adubação e calagem.

A resposta diferencial de espécies de forrageiras ao calcário mostra a importância da triagem de introduções de plantas com relação à tolerância à acidez do solo.

Dada a carência de fósforo no solo e o alto custo dos fertilizantes fosfatados, outro tópico importante de investigação é a triagem de plantas quanto à eficiência de utilização do fósforo já existente no solo ou adicionado ao mesmo como fertilizante.

A influência do nitrogênio na produtividade das pastagens e os custos cada vez mais proibitivos dos fertilizantes nitrogenados evidenciam a necessidade de se conduzir pesquisas visando à fixação simbiótica de nitrogênio do ar através da otimização do sistema solo-planta-*Rhizobium*.

O acompanhamento da fertilidade do solo e da nutrição de plantas em pastagens, estabelecidas em função do tempo, deve-se constituir em objeto de pesquisa complementar de grande importância.

4.6. REFERÊNCIAS

BAHIA FILHO, A.F. de C. **Fósforo em latossolos do Estado de Minas Gerais**: intensidade, capacidade e quantidade de fósforo, fósforo "disponível" e crescimento vegetal. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1974.

CENTRO NACIONAL DE ENSINO E PESQUISAS AGRONÔMICAS. Comissão de Solos, Rio de Janeiro, RJ. **Levantamento de reconhecimento dos solos da região sob influência do Reservatório de Furnas**; contribuição da carta de Solos. Rio de Janeiro, 1962. 462p. (Boletim, 13).

CENTRO NACIONAL DE ENSINO E PESQUISAS AGRONÔMICAS. Comissão de Solos, Rio de Janeiro, RJ. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo;** contribuição à carta de solos do Brasil. s. l., 1960.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. Rio de Janeiro, RJ. **Levantamento de reconhecimento dos solos do sul do Estado de Mato Grosso**. Rio de Janeiro, 1971. 839p. (Boletim Técnico, 18).

BRASIL. Ministério da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. Rio de janeiro, RJ. **Levantamento semidetalhado dos solos de áreas do Ministério da Agricultura no Distrito Federal.** Rio de Janeiro, s.d. 135p. (Boletim Técnico, 8).

CLINE, M.G. & BUOL, S.W. **Soils of the Central Plateau of Brasil and extension of results of field research conducted near Planaltina, Federal District, to them.** Ithaca, Cornell University, 1973. 43p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS, Brasília, DF. **Relatório Técnico Anual, 1976.** Brasília, EMBRAPA-CPAC, 1976. p.37-70.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS, Brasília, DF. **Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1976-1977.** Brasília, EMBRAPA-CPAC, 1978. p.45-77.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE GADO DE CORTE, Campo Grande, MS. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, 1976-1978.** Brasília, EMBRAPA-DID, 1979. p.42-8.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. CENTRO DE PESQUISAS PEDOLÓGICAS, Rio de Janeiro, RJ. **Mapa esquemático dos solos das regiões norte, meio-norte e centro-oeste do Brasil.** Rio de Janeiro, EMBRAPA/Centro de Pesquisas Pedológicas,1975.553p.(Boletim Técnico, 17).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. SERVIÇO NACIONAL DE LEVANTAMENTO E CONSERVAÇÃO DE SOLOS, Rio de Janeiro, RJ. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal.** Rio de Janeiro, 1978. 455p. (Boletim Técnico, 53).

ERICO, E.G.; KAMPRATH, E.J. NADERMAN, G.C.; SOARES, W.V. & LOBATO, E. Efeito da profundidade de incorporação de calcário na cultura do milho em solo ácido de cerrado do Brasil Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15, Campinas, 1975. **Anais.** 1976. p.299-302.

FRANÇA, G.E. de; BAHIA FILHO, A.F.C. & CARVALHO, M.M. de. Influência de magnésio, micronutrientes e calagem no desenvolvimento e fixação simbiótica de nitrogênio na soja perene var. Tinaroo (**Glycine wightii**) em solo de cerrado. **Pesq. agropec. bras.,** sér. agron., 8:197-202, 1973.

FRANÇA, G.E. de & CARVALHO, M.M. Ensaio exploratório de fertilização de cinco leguminosas tropicais em um solo de cerrado. **Pesq. agropec. bras., 5**: 153-7, 1970.

FREITAS, L.M.M. de; LOBATO, E. & SOARES, W.V. Experimento de calagem e adubação em solos sob vegetação de cerrado do Distrito Federal. **Pesq. agropec. bras., sér. agron., 6**: 81-9, 1971.

FREITAS, L. M.M. de; TANAKA, T.; LOBATO, E.; SOARES, W.V. & FRANÇA, G.E. de. Experimentos de adubação de milho doce e soja em solos de campo cerrado. **Pesq. agropec. bras.,** Sér. agron., 7: 57-63, 1972.

JONES, M.B. & FREITAS, L.M.M. de. Resposta de quatro leguminosas tropicais a calcário num latossol vermelho-amarelo de campo cerrado. **Pesq. agropec. bras., 5**: 91-9, 1970.

JONES, M.B. & QUAGLIATO, J.L. Respostas de quatro leguminosas tropicais e de alfafa a vários níveis de enxofre. **Pesq. agropec. bras., 5**: 359-63, 1970.

JONES, M.B; QUAGLIATO, J.L. & FREITAS, L.M.M. de. Respostas de alfafa e algumas leguminosas tropicais a aplicações de nutrientes minerais, em três solos de campo cerrado. **Pesq. agropec. bras., 5**: 209-14, 1970.

KAMPRATH, E.J. Exchangeable aluminum as a criterion for liming leached mineral soils. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, 34: 252-4, 1970.

KAMPRATH, E.J. Lime in relation to Al toxicity in tropical soils. In: ANDREW, C.S. & KAMPRATH, E.J. eds. **Mineral nutrition of legumes in tropical and sub-tropical soils**; proceedings of a workshop. Melbourne, CSIRO, 1978. p. 232-45.

LEAL, J.R. & VELLOSO, A.C.X. Absorção de fosfato em Latossolo sob vegetação de cerrado. **Pesq. agropec. bras.**, 8(7): 81-8, 1973.

LOPES, A.S. **A survey of the fertility status of soils under cerrado vegetation in Brazil.** North Carolina State University, 1975. 138p. Tese Mestrado.

LOPES, A.S. & COX, F.R. Outreach study of properties of "cerrado" soils. In: RESEARCH PROGRAM IN SOILS OF THE TROPICS; **Annual report for 1976 - 1977.** Raleigh, North Carolina State University, 1978. p.149-78.

McCLUNG, A.C. & QUINN, L.R. **Resposta da grama batatais** (Paspalum notatum) **às aplicações de enxofre e fósforo.** New York, IBEC Research Institute, c. 1959. 16p. (IBEC Research Institute, 18).

MAGALHÃES, J.C.A.J. de. Efeito de níveis de calcário e de fósforo em duas variedades de trigo. **R. Bras. Ci. Solo, 3**: 24-9, 1979.

MIRANDA, L.N. & LOBATO, E. Tolerância de variedades de feijão e de trigo ao alumínio e a baixa disponibilidade de fósforo no solo. **R. Bras. Ci. Solo, 2**: 44-50, 1978.

OLMOS, J.I.L. & CAMARGO, M.N. Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, caracterização e distribuição. **Ci e Cult., 28**(2): 171-80, 1976.

PANOSO, L.A. et al. **Levantamento de reconhecimento detalhado dos solos da área sob a influência do reservatório de Três Marias.** Belo Horizonte, EPAMIG/EMBRAPA-SNLCS, 1978. 236p. (Boletim Técnico, 57).

SANCHES, P.A.; LOPES, A.S. & BUOL, S.W. **Centro de Pesquisas dos Cerrados.** Projeto Preliminar; sugestação. 1974. Mimeografado.

SOARES, W.V.; LOBATO, E.; GONZALES, E. & NADERMAN JUNIOR., G.C. Encalado de los suelos del cerrado brasileño. In: BORNEMISZA, E. & ALVA-

RADO, A. eds. **Manejo de suelos en la America Tropical.** Raleigh, University Consortium on Soils of the Tropics, 1975. p.287-303.

SOARES, M.V. & VARGAS, M.A.T. Ensaio exploratório de fertilização com duas leguminosas tropicais em três solos sob cerrado do Distrito Federal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14, Santa Maria, 1973. **Anais.** . . Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1974. p.448-60.

WOLF, J.M. & SOARES, W.V. Características de umidade de um Latossol Vermelho-Escuro do Distrito Federal. **Pesq. agropec. bras.**, sér. agron., **11**: 101-5, 1976.

5. FERTILIZAÇÃO EM PASTAGENS CULTIVADAS: ESTIMAÇÃO DA DOSE ÓTIMA ECONÔMICA DE FÓSFORO

Luis Carlos Echeverria
Fernando P. Costa e
Andrew L. Gardner

5.1. INTRODUÇÃO

Apesar de serem relativamente escassos os resultados de pesquisa sobre o uso de fertilizantes em pastagens cultivadas tropicais, há evidência de que essas pastagens respondem favoravelmente à fertilização, principalmente à fosfatada. Também tem-se evidenciado que o êxito do estabelecimento e a produtividade continuada dessas pastagens são altamente dependentes da correção da grande deficiência de fósforo, comum na maior parte dos solos do Brasil Central.

Com o desenvolvimento de pesquisas nessa área, pode-se esperar que conhecimentos adequados sobre superfícies de resposta das pastagens tropicais à fertilização sejam gerados em maior volume. O conhecimento desses "elementos biológicos", porém, não é suficiente. Deve-se buscar indicadores econômicos sobre o uso de fertilizantes, uma vez que o principal fator a condicionar a decisão do produtor quanto ao uso de alguma prática é sua economicidade. Esta questão torna-se mais grave nos dias atuais em que os fertilizantes sofreram uma dramática elevação de preços e apresentam problemas de oferta. Assim, a quantidade de fertilizante a ser aplicada é função do aumento da produção esperado e da relação de preços insumo-produto praticado no mercado.

No presente trabalho fez-se uma aplicação do modelo "Decide" para estimar a curva de resposta de uma pastagem de *Brachiaria decumbens* à fertilização fosfatada, bem como para determinar a dose ótima de fósforo a ser usada num sistema de engorda de bovinos, em solo sob cerrado.

5.2. EFEITO DO FÓSFORO NA PRODUÇÃO

O Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte tem experimentos implantados visando a obter as curvas de resposta de *Brachiaria decumbens* e *Setaria anceps* à fertilização fosfatada. No entanto, estes trabalhos estão em sua fase inicial, tendo sido feitos poucos cortes da pastagem, o que não permite ainda uma adequada análise de resultados. Assim, o presente exercício utilizou parte dos resultados obtidos em trabalho publicado no Relatório Técnico Anual (1976-77) do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (EMBRAPA 1978). Tal trabalho refere-se à pastagem de *Brachiaria decumbens*, tendo sido medida sua resposta a níveis e fontes de fósforo e níveis de calcário. O experimento ainda se encontrava em andamento tendo sido feitos 10 cortes, decorridos 40 meses de sua instalação no campo.

Para o presente exercício selecionou-se o superfosfato simples como fonte de fósforo e tomou-se a média da matéria seca total produzida em função dos três níveis de calcário utilizados. Tal procedimento justifica-se pelo fato dos níveis de calcário (0; 3 e 4,5 t/ha) não apresentaram diferença estatística significativa na produção de MS. Os quatro níveis de superfosfato simples utilizados na forma de P_2O_5 foram: 0; 86; 345 e 1.380 kg.

A relação entre quantidade de fósforo aplicada e rendimento em MS geralmente é bem ajustada por uma função expotencial do tipo *Mitscherlich*, considerado o intervalo de interesse econômico. No entanto, a medição da resposta da pastagem à fertilização, através de cortes, dificulta a análise econômica de tais resultados, uma vez que matéria seca é um "insumo" gerado e consumido internamente no processo produtivo de carne, não tendo por isso um valor de mercado. Optou-se então por um artifício pelo qual transforma-se a quantidade de matéria seca produzida em quilos vivos. Assim, estimou-se que seriam necessários 32 kg de MS para produzir 1 kg de peso vivo. Essa estimativa foi feita levando-se em conta o coeficiente de digestibilidade de gramíneas tropicais, resultados parciais de experimentos conduzidos no CNPGC e perdas devido ao pastejo.

A função de *Mitscherlich* é expressa por

$Y = A(1 - Be^{-CX})$, onde, no caso presente, tem-se:

- Y = produção de carne, em kg de peso vivo/ha
- A = máximo rendimento com fósforo não limitante
- B = resposta do solo à aplicação do fertilizante; $O \leqslant B \leqslant 1$
- C = forma da curva de resposta
- X = dose do fertilizante a ser estimada

O parâmetro B é obtido pela expressão $\frac{A - Yo}{A}$, onde Yo é a produção sem uso de fertilizante (nível zero P). O parâmetro C dá a forma da curva e é obtido empiricamente através de pontos escolhidos na curva de resposta da MS ao fertilizante. A derivação de C é mostrada em apêndice.

Utilizou-se o método "Decide" desenvolvido na Austrália e descrito por Bowden (1975), CSIRO (1974) e também utilizado na Argentina por Arosteguy & Gardner (1975). A aplicação deste método exige conhecimentos detalhados dos diversos tipos de solos e sua resposta ao uso de fertilizantes[1]. No Brasil, principalmente em pastagens, dispõe-se de poucos resultados de pesquisa quanto a super-

[1] Para maiores detalhes sobre o uso do método "Decide" e a influência de tipos de solos, vide Arosteguy & Gardner (1975) e Bowden (1975).

fícies de resposta a fertilizantes. No entanto, a facilidade de manuseio e imediata solução do método podem conduzir a uma proveitosa utilização do mesmo pelos agentes de extensão, à medida que se disponha de maior volume e adequação de resultados de pesquisa. A dosagem ótima de P é determinada com o auxílio de um gráfico desenhado em papel logarítmico, a partir do traçado das curvas C e dos valores de A e B. Deve-se, para tanto, transformar o fósforo da forma de P_2O_5 para P (elemento puro).

Os níveis de fósforo e produções de MS e carne são mostrados na Tabela 1.

TABELA 1. Níveis de fósforo, produção de MS de *Brachiaria decumbens* e produção de carne.

Fósforo — kg/ha		Matéria Seca — kg/ha*		Carne — kg de peso vivo/ha
(P_2O_5)	(P)	40 meses	12 meses	12 meses
0	0	7.800	2.340	73
86	38	16.200	4.860	152
345	153	37.000	11.100	347
1.380	613	45.900	13.770	430

* O dado para 40 meses refere-se a 10 cortes. Para 1 ano calculou-se a média simples. Dados adaptados de EMBRAPA (1978).

No cálculo da dose ótima de P foram utilizados preços do fósforo e da carne relativos ao mês de agosto de 1979. Como não se encontrou dados de pesquisa sobre o efeito residual do fósforo em pastagens cultivadas e, mais especificamente, em *Brachiaria decumbens*, optou-se por tomar a metade do preço do fertilizante, o que corresponderia a um efeito residual de um ano. Em etapa subseqüente, considerou-se algum elemento de risco, introduzindo-se variações nos preços da carne e do fertilizante.

5.3. ANÁLISE ECONÔMICA DO USO DE FÓSFORO

O valor calculado para A foi de 430 kg de peso vivo/ha; assim, $B = \frac{430 - 73}{430} =$ 0,83. O valor de C foi calculado a partir da Fig. 1 seguinte, tomando-se 90 e 63% da produção máxima (com fósforo não limitante). Assim, $C = \frac{1,3}{256 - 116} = 0,01$. De acordo com a tabela para tipos de solo, CSIRO (1974), "Decide", este valor de C indica tratar-se de solo muito argiloso.

5.3.1. Calcário da dose ótima econômica

A dose ótima é calculada através da expressão. . . $X^* = 1n\frac{(ABC)}{Rp}/C$, desenvol-

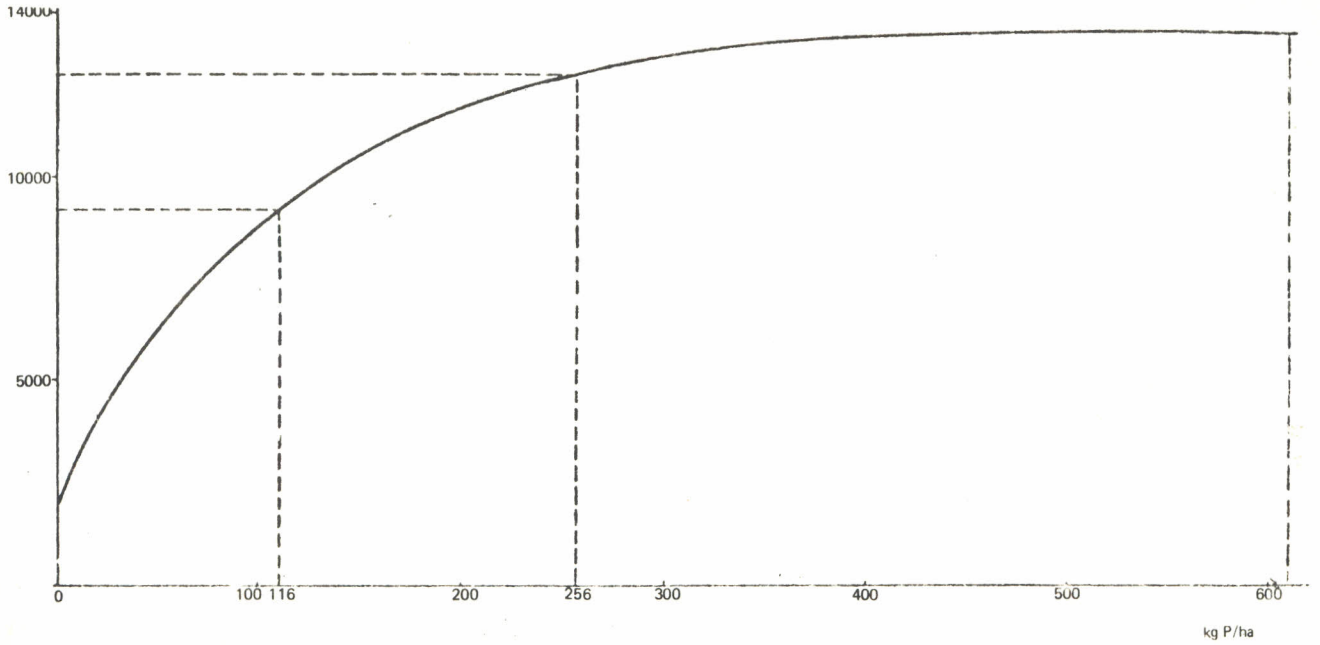


FIG. 1. Curva da resposta da produção de matéria seca (MS) a níveis de P. As linhas pontilhadas foram traçadas a partir dos pontos da curva correspondentes a 63% e 90% da produção máxima (com fósforo não limitante). "Adaptado de EMBRAPA (1978)".

vida por Bowden (1975) (derivação mostrada em apêndice), onde:
X* = dose de fósforo a ser aplicada
Rp = relação de peços correspondente a $\frac{Px}{Py}$, onde Px é o preço de 1 kg de P e Py é o preço de 1 kg de peso vivo. Nesse caso Py = Cr$ 30,00 e Px = Cr$ 40,00 (Cr$ 27,00/kg de P_2O_5).

$$\text{Assim, } X^* = \ln \frac{(430 \times 0{,}83 \times 0{,}01)}{0{,}67} / 0{,}01, \text{ onde...} \; 0{,}67 = \frac{20}{30} = \frac{Px/2}{Py}$$

X* = 167 kg de P/ha ou 240 kg de P_2O_5/ha

Com esta dose ter-se-á uma produção de 362 kg de peso vivo/ha, o que corresponde a 84% da produção máxima (430 kg/ha), pois:

$$Y^* = 430 \left(1 - \frac{0{,}83}{e^{1{,}67}}\right) = 362$$

Assim, a dose de 240 kg de P_2O_5/ha é aquela que maximiza a renda líquida do fazendeiro, mantida a atual relação de preços.

5.3.2. Cálculo da dose ótima com variações na relação de preços

Como o produtor enfrenta situações de incerteza quanto ao preço da carne e do fertilizante, seria interessante que pudesse contar com informações suficientes e oportunas para decidir quanto fertilizante deve usar em cada situação. Assim, fez-se variações simultâneas na relação de preços carne/fertilizante, simulando possíveis condições a que o produtor pode estar sujeito. A Tabela 2 mostra esses efeitos.

TABELA 2. Dose ótima de P (kg/ha) em função de variações simultâneas dos preços do P e da carne.

Preço de 1 kg de P / Preço (kg vivo)	Pp* (Cr$ 20)	2Pp (Cr$ 40)	0,2 Pp (Cr$ 4)	0,6 Pp (Cr$ 12)
* *Pc (Cr$ 30)	167	99	329	219
2 Pc (Cr$ 60)	238	167	397	288
0,2 Pc (Cr$ 6)	68	0	167	58
0,6 Pc (Cr$ 18)	117	47	278	167

* Pp = preço "atual" de 1 kg de P
* *Pc = preço "atual" da carne (kg vivo)

Exemplo: dado um subsídio governamental ao produtor reduzindo em 40% o preço do fertilizante, a dose de P a aplicar, mantido constante o preço da carne, seria de 219 kg/ha. Em situação inversa, mantido o preço do fósforo e predita uma queda de 40% do preço da carne na safra, a dose de P a usar seria de 117 kg/ha (168 kg/ha de P_2O_5).

Considerando-se a dose ótima atual em relação às doses ótimas correspondentes a acréscimos de 100% no preço do fósforo e da carne, um a um, tem-se:

– a dose ótima de P para um acréscimo de 100% em seu preço é de 99 kg/ha; isto significa um decréscimo de 41% em relação à dose para os preços atuais (167 kg/ha);

– a dose ótima de P para um acréscimo de 100% no preço da carne é de 238 kg/ha; isto significa um acréscimo de 42% em relação à dose para os preços atuais (167 kg/ha).

Assim, parece não haver diferença na sensibilidade da dose de P para variações no preço do fósforo ou da carne.

5.4. CONCLUSÕES E LIMITAÇÕES DO TRABALHO

A dose ótima econômica de fósforo a ser utilizada é de 240 kg de P_2O_2/ha, correspondendo a 84% da produção com fósforo não limitante. Esta parece ser uma dosagem bastante alta, o que pode ser explicado pela relação de preços extremamente favorável à carne na atualidade. Constatou-se também que a dose de fósforo a ser utilizada mostra-se sensível numa mesma proporção para variações nos preços do fósforo ou carne.

Entretanto, o preço da carne está condicionado ao ciclo da pecuária de corte, o que determina variações periódicas ecentuadas em seu preço real. Ao mesmo tempo, o fósforo vem-se tornando um insumo cada vez mais escasso e conseqüentemente mais caro, sem perspectivas de barateamento a curto prazo no País. Em vista disso, sugere-se que se façam constantes reavaliações das relações de preços e suas implicações no nível de uso do fertilizante.

É necessário ainda ressaltar que uma das principais limitações do trabalho se refere à transformação de matéria seca em carne, feita por meio de artifício que não reflete com exatidão as condições reais de pastejo. Nesse sentido enfatiza-se a necessidade de futuros trabalhos onde a resposta ao fertilizante seja medida diretamente nos animais. Além disso, outra limitação e ainda indicação para futuros estudos diz

respeito ao efeito residual do fósforo em diversos tipos de solo, principalmente naqueles cobertos por pastagens.

5.5. APÊNDICE

5.5.1. Obtenção do valor de C

Fazendo-se Y = 0,63 A, ou seja, tomando-se 63% da produção máxima com fósforo não limitante, tem-se:

$$0{,}63\ A = A - ABe^{-CX_{63}}$$

$$-0{,}37\ A = -ABe^{-CX_{63}}$$

$$0{,}37\ A = ABe^{-CX_{63}}$$

$$A = 2{,}702\ ABe^{-CX_{63}}$$

$$1 = 2{,}702\ Be^{-CX_{63}}$$

$$2{,}702\ B = e^{CX_{63}}$$

$$1n\ 2{,}702\ B = CX_{63};\ \text{fazendo-se } B = 1,$$

$$x63 = \frac{1n\ 2{,}702}{C} \Rightarrow X_{63} = \frac{0{,}994}{C}$$

Para Y = 0,90 A (90% da produção com fósforo não limitante), tem-se:

$$0{,}9\ A = A - ABe^{-CX_{90}}$$

$$0{,}1\ A = ABe^{-CX_{90}}$$

$$A = 10\ ABe^{-CX_{90}}$$

$$1 = 10\ Be^{-CX_{90}}$$

$$\frac{1}{10\ B} = e^{-CX_{90}}$$

$10\ B = e^{cx_{90}}$

$1n\ 10\ B = CX^{90}$; fazendo-se B = 1,

$1n\ 10 = CX_{90}$

$$x_{90} = \frac{1n\ 10}{C} \Rightarrow X_{90} = \frac{2{,}303}{C}$$

$$X_{90} - X_{63} = \frac{2{,}303}{C} - \frac{0{,}994}{C} = \frac{1{,}3}{C}$$

$$C = \frac{1{,}3}{X_{90} - X_{63}} = \frac{1{,}3}{256 - 116} = 0{,}01$$

5.5.2. **Derivação da expressão da dose ótima**

$Y = A\ (1 - Be^{-cx})$ ou $Y = A - ABe^{-cx}$

$ABCe^{-cx}$ é o produto físico marginal e

$ABCe^{-cx}$ é o valor do produto marginal.

O ponto onde a renda líquida é maximizada corresponde a ABC^{-cx}. Py = Px, isto é, onde o valor do produto marginal é igual ao preço do insumo ou a receita marginal é igual ao custo marginal. Ou, ainda, o produto marginal é igual à relação de preços:

$$ABCe^{-cx} = \frac{Px}{Py} \Rightarrow \frac{ABC}{e^{cx}} = \frac{Px}{Py}$$ e fanzendo

$\frac{Px}{Py} = Rp$ (relação de preços) tem-se:

$ABC = e^{cx}.\ Rp$

$1n\ ABC = CX\ 1n\ Rp$

$$CX = \ln\left(\frac{ABC}{Rp}\right)$$

$$X^* = \ln\left(\frac{ABC}{Rp}\right)/C$$

5.6. REFERÊNCIAS

AROSTEGUY, J.C. & GARDNER, A.L. **Estimación de la dosis de fertilizante economicamente optima.** Balcarce, FAO-UNSF, 1975. 10p. Mimeografado.

BOWDEN, J.W. **Deciding how much phosphate to use.** Balcarce, FAO-INTA, 1975. 1v. Notas de aula-mimeografado.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION, Melbourne, Australia. Deciding how much super to use. **Rural Research,** (86): 4-13, 1974.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS, Planaltina, DF. **Relatório técnico anual. 1976-77.** Brasília. EMBRAPA-CPAC, 1978. 183p.

6. MELHORAMENTO DE PLANTAS FORRAGEIRAS COMO ALTERNATIVA PARA ADAPTAÇÃO A SOLOS TROPICAIS

Ignacio Porzecanski

6.1. O PROBLEMA

Para quem procura entender os fatores envolvidos na química e nas características físicas dos solos tropicais aparece um quadro de pronunciada complexidade, principalmente devido às inúmeras interações entre os diversos componentes. Por "solos tropicais" entendemos aqui solos ácidos, altamente lixiviados, conhecidos principalmente como Oxissolos, Ultissolos, Inceptissolos e Entissolos arenosos (Sanchez & Buol 1975), comumente deficientes em bases e com problemas de toxidez de alumínio. Deficiências de fósforo são difíceis de solucionar devido à fixação deste elemento em formas pouco-solúveis por óxidos de ferro e alumínio. Problemas adicionais com enxofre e micronutrientes também existem.

Talvez uma maneira organizada de focalizar as inter-relações entre os diversos fatores para o caso do alumínio seja a seguinte (Andrew 1978): a) um aumento no H^+ é acompanhado por um aumento do alumínio solúvel e reduções no cálcio e fósforo na solução do solo; b) os aumentos de H^+ e de alumínio prejudicam o sistema radicular e reduzem o transporte de cálcio e fósforo pela planta; c) uma baixa concentração de cálcio na planta reduz ainda mais a absorção de fósfóro – redução que é acentuada pela fixação de fósforo no solo; d) o efeito combinado destes fatores minimiza a nodulação das leguminosas, o que abaixa o "*status*" de nitrogênio da planta – o que reduz mais ainda a existência de material fotossintetizado e, como consequência, a possibilidade de melhor nodulação e crescimento. Esta sequência ilustra dois pontos principais: as interações complexas que existem entre os diversos elementos e, portanto, a quantidade e qualidade dos efeitos produzidos nas plantas que deverão crescer nestes solos.

A procura de material forrageiro, adaptado a situações de solos tropicais, é relativamente nova devido principalmente ao fato de que só recentemente se tem intensificado a produção de pastagens neste tipo de solos. Com a expansão da fronteira agropecuária, foram usados, sem grande êxito, esquemas de produção provados e bem sucedidos em outras áreas mais férteis ou com outros tipos de limitações; além disto, durante muitos anos as pesquisas em seleção de novas cultivares de plantas forrageiras eram feitas para ambientes sem limitações de insumos, especialmente adubos nitrogenados e irrigação (Jennings 1976). Em certa forma, o enfoque adotado era aquele que criou – nas culturas de arroz e trigo – a "revolução verde", ou seja, alta produtividade por área baseada em genótipos adaptados a regimes de produção com altos insumos energéticos.

Num levantamento feito há três anos, sobre os critérios de seleção para os trabalhos de melhoramento de forrageiras apresentados nos IX, X e XI Congressos Internacionais de Pastagens (Donald 1976), verificou-se que a maioria deles era direcionada por critérios de produção e qualidade, enquanto que só um trabalho (em 103) versou sobre adaptação a baixo pH. Isto é um exemplo da falta de informação que existe sobre o tema, falta que está sendo solucionada parcialmente pelos trabalhos que começam a ser desenvolvidos em diversas instituições nacionais e internacionais (Tergas & Sanchez 1979).

O desafio atual, porém, é incorporar às áreas já produtivas dos trópicos, áreas até agora consideradas marginais, que apresentam os problemas de infra-estrutura e solos discutidos neste seminário. A pesquisa neste campo, portanto, deverá focalizar a eficiência dos diversos genótipos de plantas na utilização de quantidades mínimas de adubos e cultivos. A questão não é produzir o máximo possível (e considerá-lo um ótimo), mas produzir dentro da realidade econômica amplamente conhecida hoje.

6.2. O MATERIAL EXISTENTE

Antes de se começar a discutir a possibilidade de se fazer melhoramento ou seleção em plantas forrageiras para alguns caracteres desejáveis em relação aos solos tropicais, deve-se considerar que nada pode ser feito se não existe suficiente variabilidade genética. As gramíneas tropicais dos gêneros *Panicum, Brachiaria, Digitaria* e *Paspalum* apresentam apomixia (modo de reprodução assexual através de sementes originadas geralmente de uma célula do aparelho feminino) o que dificulta em grande parte a proliferação de tipos diversos. Porém, não é difícil de se encontrar variabilidade em populações naturais nestes gêneros (Pernes 1975), e tudo parece indicar que a quebra da apomixia pode ser conseguida através de manipulações do meio ambiente no qual a planta se desenvolve (Usbesti & Jain 1979). Com a sexualidade obtida, toda uma nova fonte de variabilidade é aberta. Entre as leguminosas com potencial forrageiro, a procura de material nativo tem-se intensificado muito nos últimos anos e tem sido encontrada, em solos bem diferentes, uma grande diversidade de espécies entre os gêneros *Stylosanthes* e *Centrosema*. Outros gêneros com espécies promissoras não apresentam tanta variabilidade, mas *Macroptilium atropurpureum, Galactia striata, Calopogonium mucunoides* e *Pueraria phaseoloides* têm demonstrado um concreto potencial para utilização em pastagens (Porzecanski 1979; Primo 1978). Deve-se lembrar que a variabilidade na qual se fala neste estágio de coleta de plantas é a nível do fenótipo; só pesquisas mais apuradas poderão melhor esclarecer sobre a variabilidade genética do material.

Seja como for, a fase atual é de coleta, reconhecimento, e preservação para

objetivos de melhoramento ou seleção. A exploração propriamente dita da variabilidade genética existente é uma tarefa a ser iniciada ainda. Portanto, a intenção aqui será de revisar algumas das possibilidades existentes para começar trabalhos no sentido de se descobrir variedades melhor adaptadas aos solos descritos acima.

6.3. MELHORAMENTO E SELEÇÃO – TÉCNICAS

Num trabalho sobre técnicas de cultura em solução de fluxo contínuo, Asher & Edwards (1978) mencionam vários exemplos de variabilidade interespecífica para tolerância a Al^{3+} em *Stylosanthes*, e também apresentam um caso de grandes diferenças genotípicas entre plantas da mesma espécie para deficiência de potássio. Plântulas uniformes de *Arctotheca calendula*, crescendo em solução com concentração de K constantemente baixo (2,6 μM), apresentaram diferenças muito grandes entre indivíduos no tocante ao conteúdo de K nos tecidos (0,3 a 4,8%), peso seco da parte aérea (8 a 218 mg/planta), e K total na parte aérea (23 a 10500 μg/planta). Para o caso do alumínio, que é de muito mais interesse, a Figura 1 apresenta a situação para leguminosas forrageiras temperadas e tropicais por separado (Andrew et al. 1973); a nível de espécie, diferenças grandes aparecem claramente, como no caso entre *Desmodium uncinatum* e *Glycine wightii*.

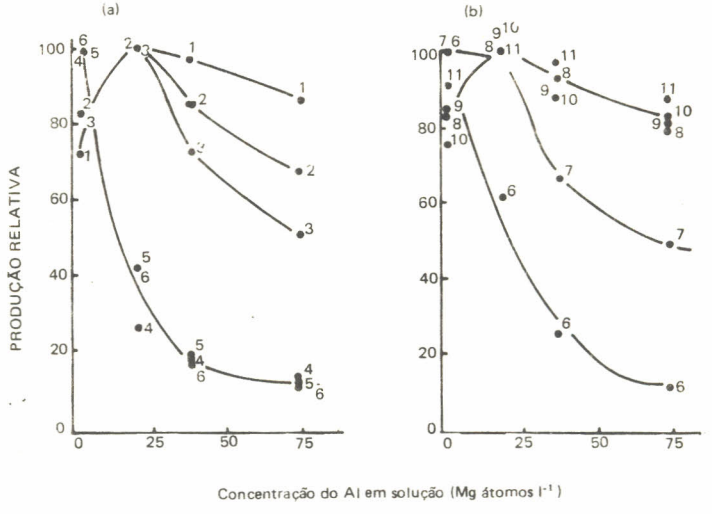


FIG. 1. Efeito da concentração do Al em solução relativa de seis leguminosas temperadas e tropicais (Dados de Andrew, Johnson & Sandland 1973). a) Espécies temperadas: (1) *Trifolium ruepellianum*, (2) *T. semipilosium*, (3) *T. repens*, (4) *Medicago scutellata*, (5) *M. truncatula*, (6) *M. sativa*; b) Espécies tropicais: (6) *Medicago sativa* (cultivada em ambos grupos), (7) *Glycine wightii*, (8) *Stylosanthes humilis*, (9) *Lotononis bainessi*, (10) *Macroptilium lathyroides*, (11) *Desmodium uncinatum*.

6.3.1. Variabilidade Genética

Uma vez estudada a existência da variabilidade, surge de imediato a pergunta: até que ponto estas diferenças poderiam ser exploradas para seleção de novos cultivares? Em definitivo, a pergunta refere-se à hereditariedade destes caracteres, e não existe outra maneira de pesquisar este aspecto senão pela manipulação genética de linhas puras através de cruzamentos e pelo estudo das progênies obtidas. Neste sentido, Gabelman (1976) apresenta resultados da eficiência da utilização do fósforo obtidos com cruzamentos de diferentes linhagens de feijão, mantido um suprimento de 3 mg. de P/planta. Na geração F_1 alguns cruzamentos evidenciaram superdominância para eficiência; em outros, as F_1 foram tão eficientes quanto o melhor genitor, ou ficaram num ponto intermediário entre os pais. Analisando as gerações F_2 e retrocruzamentos, Gabelman achou que os resultados indicaram haver uma grande oportunidade para recombinação genética e a conseqüente seleção de tipos bem mais eficientes que as linhagens originais. O problema então é desenvolver técnicas que permitam, com confiabilidade, o isolamento de plantas segregantes mais eficientes, bem cedo no programa, baseando-se em sistemas bem caracterizados de se medir eficiência, ou no peso seco da parte aérea, para continuar com as plantas até o estágio de produção de sementes. Esta técnica é perfeitamente aplicável para situações nas quais hajam linhagens puras com diferenças gandes de adaptação ou tolerância a solos ácidos, e seja possível a realização de cruzamentos e manipulação genética com facilidade.

6.3.2. Seleção para Eficiência

Outro exemplo de técnica experimental para selecionar ecotipos de trevo branco mais eficientes no uso do fósforo foi utilizada na Nova Zelândia. (Caradus et al. 1978.) Esta técnica é particularmente apropriada para identificar os ecotipos mais eficientes quando já existe uma grande coleção de material, ou seja, uma base genética ampla (> 2000 ecotipos). Basicamente, cada um dos 460 genótipos de trevo branco escolhidos para o experimento foi submetido – numa primeira fase do procedimento – a dois níveis de ácido fosfórico; um nível baixo, de 300 ppm de P, e outro alto, de 2.000 ppm. A Fig. 2 mostra o resultado desta fase: a resposta de cada genótipo (em termos de peso seco) após 9 semanas do plantio nos dois regimes de fósforo adicionado. A partir desta figura pode-se notar os 12 genótipos eficientes e os 12 ineficientes que foram escolhidos para uma segunda fase (sendo os ineficientes, escolhidos com o propósito de se tratar a própria técnica).

A segunda fase consiste na simples obtenção de curvas de resposta a P (com 6 níveis do elemento) dos genótipos escolhidos, justamente com o objetivo de corroborar as predições sobre eficiência feitas na fase anterior. Na Fig. 3 o genótipo 7

aparece como bem mais eficiente no uso do P adicionado, após 25 semanas de crescimento, validando a utilização desta técnica para a identificação de plantas com um melhor potencial.

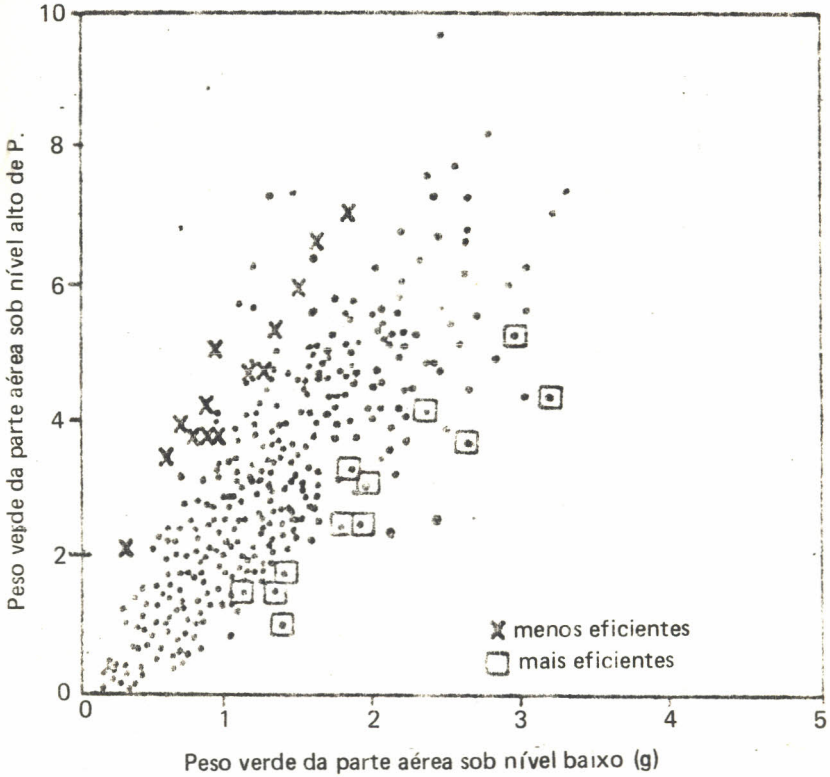


FIG. 2. Resposta de 460 ecotipos de *Trifolium* repens a dois níveis de fósforo. (Adaptado de Caradus *et al.* 1978.)

É interessante frisar o critério que os autores do trabalho utilizaram: uma planta eficiente é aquela que, no campo, cresce da mesma forma (proporciona a mesma quantidade de forragem) com menores quantidades de P, ou cresce mais com igual quantidade de P, que uma cultivar comercial padrão difundido. Isto explica a primeira fase do experimento, na qual o rendimento das plantas com quantidades não limitantes de P também é considerada importante. Pode-se simplificar a técnica para casos mais exploratórios, a nível de adaptação geral a solos tropicais ácidos; neste sentido seria de interesse lembrar o trabalho de R.K. Jones com *Stylosanthes*. (Jones 1974.)

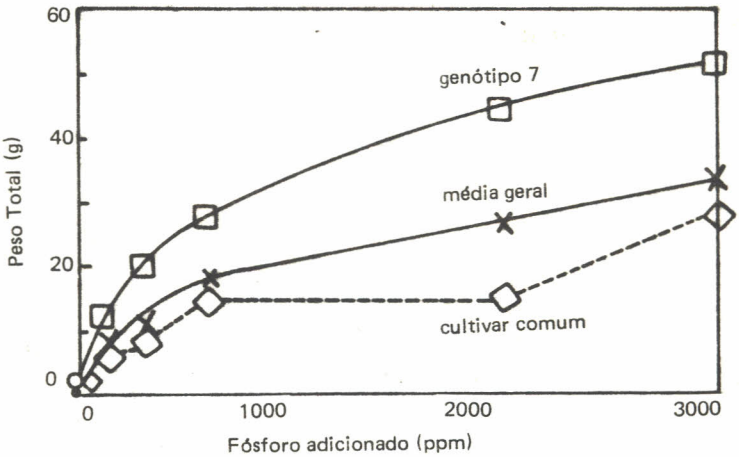


FIG. 3. Curvas de resposta dos genótipos selecionados. Comparativa. (Adaptado de Caradus *et al.*, 1978.)

Existem outras técnicas, derivadas de trabalho feitos com milho. (Asher* 1979.) Fox (1973), por exemplo, utilizou quantidades variáveis de adubo (0 a 200 kg de P por ha) aplicados ao longo de cada linha de plantas, em aproximadamente 40 níveis crescentes, de maneira a estabelecer um gradiente de fertilidade. Um outro gradiente, foi estabelecido perpendicularmente às linhas, proporcionando assim maior grau de afinamento das respostas e a determinação de níveis críticos e/ou ótimos (em termos econômicos) de adubação.

A maioria dos trabalhos mencionados, porém, pressupõe uma boa caracterização dos solos da região a qual os melhoristas ou agrônomos pretendem encontrar cultivares mais adaptadas, situação que nem sempre acontece na realidade. Isto implica que o programa de seleção deve iniciar com estudos exploratórios em mais de um solo, possivelmente em dois ou três solos bem representativos de uma região dada, utilizando-se as plantas forrageiras de mais difusão como padrões de comparação e acrescentando-se outras introduções promissoras. Trabalhos desenvolvidos no CIAT (CIAT 1978), com três gramíneas, *Brachiaria decumbens, andropogon gayanus* e *Panicum maximum*, consorciadas com *Centrosema* híbrida, em dois solos bastante representativos (Oxissolo de Carimagua e Ultissolo de Quilichao) já têm mostrado dados interessantes sobre resposta a fósforo, aplicações de $CaCo_3$, interações P x Ca. Este tipo de trabalho, no qual vários

* Comunicação pessoal.

tratamentos de nutrição de plantas são combinados com diversas espécies (ou variedades da mesma espécie) e repetidos em dois ou três solos de provada representatividade, é o tipo de trabalho piloto que está sendo focalizado no CNPGC nesta etapa.

Um exemplo concreto seria o descrito por Carvalho (1978), no qual seis espécies de *Stylosanthes* foram submetidas a quatro taxas de aplicação de $CaCO_3$ (incluindo o nível zero) e a dois níveis de P (em forma de Ca $(H_2 PO_4)_2$), em solos de três locais diferentes que diferem principalmente quanto ao conteúdo de alumínio trocável (0,17; 0,94 e 3,78 me/100 g. de solo). As quantidades de P e Ca aplicadas foram ajustadas para os três solos de acordo com as características próprias de cada um, derivadas experimentalmente e de acordo com informações prévias. Esta série de experimentos em casa de vegetação, nos quais foram medidos principalmente o efeito da interação Ca x Al sobre o crescimento e a nodulação das seis espécies, resultou de utilidade para tipificar tanto os solos utilizados como a resposta das espécies aos tratamentos nutricionais. A Fig. 4 mostra (a) o efeito de solo e cálcio numa espécie em particular (*Stylosanthes hamata*), observando-se diferenças de adaptação aos solos, e (b) o efeito de cálcio sobre diversas espécies num solo determinado, observando-se uma grande variação na resposta das espécies, especialmente ao nível zero de aplicação.

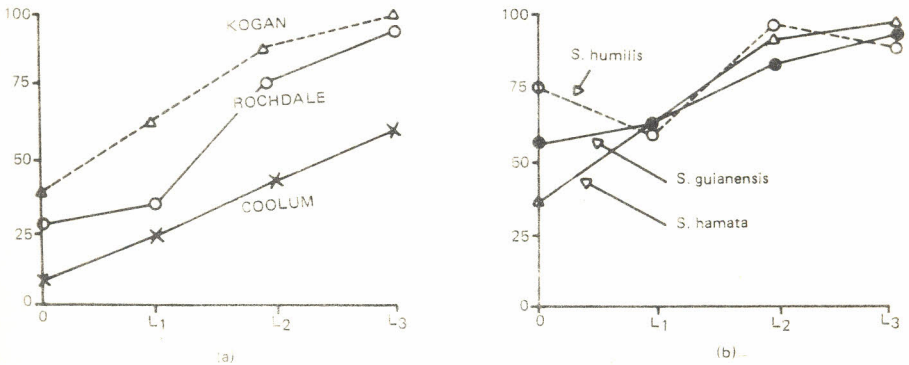


FIG. 4. Desempenho (a) do *Stylosanthes hamata* em três solos e (b) de três espécies de *Stylosanthes* no solo de KOGAN, Austrália. Adaptado de Carvalho (1978).

Os objetivos principais dos estudos a serem continuados devem ser tanto a definição das limitantes principais que afetam o crescimento das plantas forrageiras em geral nos solos de Cerrado, como as novas introduções que resultam das coletas e que têm características peculiares de adaptação. Fala-se em "conti-

nuados" porque o CNPGC está ativamente engajado (Soares 1979) num programa desta natureza, pesquisando precisamente os efeitos de Ca e P no crescimento de mais de trinta leguminosas forrageiras, a maioria delas nativas da América Tropical.

6.4. RESUMO E CONCLUSÃO

Durante muitos anos a pesquisa em melhoramento de plantas dedicou-se à procura de cultivares mais eficientes na produção por unidade de área, muitas vezes para sistemas produtivos sem limitações de insumos (adubação e irrigação). O desafio atual é conhecer melhor as limitantes reais que apresentam os solos tropicais, tipificá-las e procurar novas cultivares de forrageiras que possuam um alto grau de adaptação a estes solos em condições de baixos insumos, frisando a eficiência econômica no estabelecimento e manutenção das pastagens. Para se conseguir encontrar estas novas cultivares existem técnicas variadas, algumas das quais já estão sendo aplicadas em pesquisas no CNPGC.

6.5. REFERÊNCIAS

ANDREW, C.S.; JOHNSON, A.D. & SANDLAND, R.L. Effect of aluminium on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes. **Aust. J. Agric. Res., 24**: 345-39, 1973.

ANDREW, C.S. Legumes and acid soils. In: DOBEREINER, J.; BURRIS, R.H.; HOLLAENDER, A.; FRANCO, A.A.; NEYRA, C.A. & SCOTT, D.B. ed. **Limitations and potentials for biological nitrogen fixation in the tropics.** New York, Plenum Press, 1978. p.135-57. (International Latin American Symposium, 15., Brasília, 1977. Basic Life Science, 10).

ASHER, C.J. & EDWARDS, D.G. Relevance of dilute solutions culture studies to problems of low fertility tropical soils. In: ANDREW, C.S.; KAMPRATH, E.J. ed. **Mineral nutrition of legumes in tropical and subtropical soils;** proceedings of a workshop. Melbourne, CSIRO, 1978. p.131-52.

CARADUS, J.; DUNLOP, J. & WILLIAMS, W.M. Screening white clover plants for different responses to phosphate, **N.Z.J. Agric. Res. 1978.** no prelo.

CARVALHO, M.M. de. **A comparative study of the responses of six Stylosanthes species to acid soil factors with particular reference to aluminium.** University of Queensland, 1978. 298p. Tese Doutorado. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, Cali, Colômbia. **Annual Report. 1978. p.B80-B124.**

7. VALOR NUTRITIVO DE PASTAGENS NATIVAS PARA PRODUÇÃO DE CARNE

Patrick B. O' Donovan,
Valeria P.B. Euclides e
José M. da Silva

7.1. INTRODUÇÃO

Pastagens naturais são encontradas em muitas partes da América Latina. Estas variam de gramíneas tenras nos Pampas Argentinos a gramíneas fibrosas nos Cerrados Brasileiros. Espécies de gramíneas dos cerrados se adaptaram a solos de baixa fertilidade e pH. A produção de matéria seca por hectare é baixa e o valor nutritivo das espécies componentes declina rapidamente com a maturidade. Além da baixa qualidade, muitas das gramíneas destas pastagens não são apetecíveis e, portanto, são consumidas em baixas quantidades para manter níveis satisfatórios de produção animal. Devido ao alto grau de seletividade, uma baixa pressão de pastejo (uma unidade animal/3 ha) deve ser aplicada para que possa ser ingerida quantidade suficiente de espécies mais apetecíveis. Nestas condições de criação extensiva podem ser obtidos baixos níveis de ganho de peso por hectare, estimados em 10 a 15 kg/ha.

A partir de níveis de produção tão baixos, não é surpresa que muito tenha sido escrito e falado acerca do verdadeiro potencial de grandes áreas na América Latina, incluindo os cerrados brasileiros, para produção de carne. Este potencial poderia ser possivelmente alcançado seguindo-se um ou mais deste caminhos:

a) Melhoria do manejo das pastagens existentes;

b) Introdução, na pastagem nativa, de espécies adaptadas de gramíneas e leguminosas de alta qualidade e

c) Cultivo de espécies de gramíneas e leguminosas melhoradas.

Não é finalidade deste trabalho tratar com grande profundidade acerca do valor nutritivo das pastagens. Isto tem sido relatado em outros trabalhos. (O'Donovan 1979a 1979b.) O objetivo é realmente apresentar fatos referentes à composição e valor nutritivo de pastagens nativas e aos ganhos de peso que têm sido observados. É também o de se discutir os principais pontos para se obter maiores ganhos de peso e as possíveis maneiras de se produzir significantes e econômicas melhorias na qualidade da pastagem.

7.2. DESCRIÇÃO DA PASTAGEM NATIVA (SAVANA)

As pastagens nativas nos trópicos podem também ser chamadas como savanas, e Blydenstein (1967) sugeriu que o termo savana se refere a pastagens nativas encontradas em áreas tropicais. Elas são caracterizadas por áreas extensas de gramíneas nativas espaçadas, com uma quantidade variável de arbustos e pequenas árvores. Deve ser lembrado que os tipos de savanas variam de um país para outro e de região para região dentro de um determinado país.

Há três principais diferenças entre as savanas da África e da América do Sul:

a) A vegetação das savanas da África resultou de uma baixa precipitação (cerca de 750 mm) as quais estão distribuídas durante 4 a 6 meses do ano, *versus* 1.200 mm distribuídas em 7-9 meses no caso das savanas americanas. A vegetação predominante em grandes áreas da América, consiste em gramíneas de pequeno porte, adaptadas a solos de baixa fertilidade;

b) A maior parte das gramíneas nas savanas da África são consumidas durante o seu estágio de crescimento ativo. Isto contrasta com a situação das savanas americanas onde o gado não consome muitas das espécies pouco apetecíveis;

c) As savanas da África são em grande parte derivadas da floresta originalmente presente pela ação seguida das queimadas, enquanto as savanas americanas se mantêm como tal ou são pouco modificadas em sua estrutura pela ação do fogo.

Muitos trabalhos têm sido publicados sobre o assunto "savanas" em vários países da América do Sul. Muitos destes, contudo, relatam a sua ecologia e há grande escassez de dados de pesquisa sobre a produtividade de pastagens nativas na América. Torna-se, portanto, necessário usar resultados da Austrália e África, onde o ambiente em muitos casos é subtropical. Apesar desta limitação (e possivelmete de outras), os dados servem como indicação de uma provável resposta na produção animal de pastagens nativas na américa do Sul.

7.3. MUDANÇAS ESTACIONAIS NA COMPOSIÇÃO E VALOR NUTRITIVO

É um fato bem conhecido que, à medida que as plantas amadurecem, certas mudanças na composição estão continuamente ocorrendo e estas têm um profundo efeito sobre seu valor nutritivo para animais domésticos. A percentagem de proteína bruta está correlacionada positivamente com o valor nutritivo e este critério

é empregado, com outros, onde são disponíveis, para demonstrar as mudanças no valor nutricional.

Dados preliminares, obtidos pela Seção de Nutrição Animal do CNPGC, são mostrados na Tabela 1. Uma gramínea melhorada (*Brachiaria decumbens*) e uma pastagem nativa foram cortadas e fornecidas (como feno) para novilhos estabulados para se determinar sua digestibilidade, consumo e valor nutritivo. As datas de corte variaram de outubro/novembro, quando material de boa qualidade estava disponível, até setembro (final da estação seca), quando existia forragem de baixa qualidade. O interesse geral está na diferença da composição em cada idade, entre *B. decumbens* e pastagem nativa; a importância particular, entretanto, está no considerável decréscimo no conteúdo de proteína da pastagem nativa com o avanço da maturidade. Exceto o conteúdo sub-ótimo de proteína da brachiaria em setembro, o nível poderia ser considerado satisfatório à nutrição no caso dos cortes. As mais altas digestibilidades da proteína foram observadas para brachiaria, comparada à pastagem nativa, em todos estágios e, a diferença foi mais marcante no início da maturidade.

TABELA 1. Valor nutritivo relativo de *Brachiaria decumbens* e pastagem nativa[a/].

	Datas de Corte			
	Out/Nov	Dez/Jan	Jul	Set
Proteína Bruta %				
Brachiaria	9.8	7.6	6.9	4.7
Pastagem nativa	9.8b/	4.6	3.3	–
Proteína Bruta Digestível %				
Brachiaria	57.5	46.3	57.0	19.1
Pastagem nativa	49.5	34.0	11.0	–
Matéria Seca Disgestível %				
Brachiaria	57.1	56.1	55.6	44.4
Pastagem nativa	53.1	50.9	44.4	–
Consumo de MS ($g/P^{0,75}$)				
Brachiaria	70.1	69.1	59.3	44.6
Pastagem nativa	54.6	43.9	32.0	–
Consumo de MS Disgestível ($g/P^{0,75}$)				
Brachiaria	40.0	38.8	33.0	19.8
Pastagem nativa	29.0	22.3	14.2	–

a/ Dados preliminares do CNPG
b/ Foi queimado no início de agosto

Considerando a digestibilidade e consumo (Tabela 1), a diferença em favor da brachiaria foi evidente em todos os cortes e aumentou com a maturidade da planta. O mais importante, contudo, foram os valores de consumo de matéria seca registrados. Níveis satisfatórios à nutrição foram encontrados para brachiaria durante a maior parte do ano, sendo também observado um declínio gradual. Além disto, sendo o consumo de pastagem nativa muito baixo inicialmente, a taxa de decréscimo foi mais rápida que no caso da Brachiaria. Um critério de maior interesse em termos de uma provável resposta em produção animal, é o consumo de matéria seca digestível. Tendência semelhante àquela registrada para consumo de matéria seca, foi evidenciada tanto para brachiaria quanto para pastagem nativa. Pode-se concluir destas observações, que o mais baixo consumo de pastagem nativa, particularmente aquela cortada durante a estação seca, não é adequada para mantença e taxas variadas de perdas de peso são inevitáveis.

Níveis de proteína obtidos com pastagem nativa na Colômbia (Tabela 2) confirmam o rápido declínio no seu valor nutritivo. Forragem imatura (28 dias de crescimento, 10 cm de altura) teve um nível de proteína bruta bastante aceitável, aproximadamente 10%, declinando para 7 a 8% aos 49 dias e 5 a 6% aos 79 dias. A forragem teve menos que 3% de proteína bruta durante a estação seca.

TABELA 2. Percentagem de proteína bruta das savanas da Colômbia. (Paladines, 1975.)

Altura de Corte (cm)	Dias de Crescimento	Savana	
		Queimado	Cortado
Trachypogon vestitus			
10	28	10.5	10.3
20	49	8.0	7.5
35	79	6.4	5.8
Savana (total)			
10	28	10.0	10.3
20	49	7.5	7.0
35	79	5.8	5.7
50 – 80	Período Seco	2.7	–

Os dados anteriores são importantes informações preliminares acerca da variação estacional, da qualidade nutricional e da pastagem nativa. Até aqui como as mudanças em composição podem estar relacionadas com o valor nutritivo, há ampla justificativa para se tentar manter a pastagem nativa em estágio imaturo. Isto é sem dúvida uma tarefa difícil, onde muitas das espécies podem não ser apetecíveis e não serão comidas pelo gado ou o serão apenas parcialmente. Contudo, com a devida atenção para o manejo da pastagem, este problema pode aos poucos ser aliviado.

7.4. GANHOS DE PESO OBTIDOS EM PASTAGEM NATIVA

Há uma correlação positiva entre consumo de matéria seca de um pasto e ganho animal obtido nele. Os ganhos de peso encontrados, também refletem a qualidade da pastagem consumida. Isto porque a pastagem de boa qualidade, disponível durante o início da estação chuvosa, promove uma boa taxa máxima de ganho. As taxas de ganhos tornam-se progressivamente menores em estágios mais avançados da estação chuvosa e durante a estação seca ocorrem perdas de peso vivo.

São interessantes as mudanças de pesos vivos registrados mensalmente em pastagem nativa durante todo o ano no leste da África. Ganhos máximos)provavelmente compensatórios) foram obtidos durante o primeiro mês da estação chuvosa, declinando em seguida a uma taxa consistente nos meses chuvosos restantes. Durante toda a estação seca foram registradas perdas de peso vivo apesar de ligeiras recuperações durante chuvas leves. As perdas foram mais drásticas antes de cair as chuvas leves e novamente por um período seco de um ou dois meses antes do início das chuvas pesadas.

Em muitos casos, a maior parte dos ganhos registrados durante a estação chuvosa foram perdidos durante o longo período seco. No Brasil, devido a um período seco menor e menos severo, a perda de peso vivo será menor, mas a tendência é digna de nota; perda de peso mais pronunciada durante o final do período seco (agosto e setembro) é um fenômeno geralmente observado.

A Tabela 3 mostra alguns dados de ganhos por animal e ganhos por hectare em pastagens nativas selecionadas da Austrália, África e América do Sul. Com as devidas atenuantes para as diferenças referidas anteriormente, uma tendência particular torna-se óbvia. Considerando-se capacidade de suporte baixas, os ganhos de peso vivo por animal e por hectare foram baixos. Com exceção de altos ganhos na Venezuela, os ganhos de peso por hectare variaram de 1 a 30 kg. A pior "performance" resulta em parte de menores taxas de ganho por animal e, principalmente, da baixa capacidade de suporte.

7.5. FATORES LIMITANTES AO AUMENTO DE GANHOS EM PASTAGEM NATIVA

É fato bem conhecido que um variedade de nutrientes podem ser deficientes nas pastagens nativas e a severidade desta deficiência difere de uma área para outra. Entre estas destacam-se proteína, energia e minerais (principalmente sal e fósforo e minerais traços em locais específicos). O grau de suficiência ou deficiência está relacionado com a estação do ano e especialmente com a qualidade da pastagem oferecida.

TABELA 3. "Performance" animal de algumas savanas da Austrália, África e América do Sul.

Local	Taxa de lotação an/ha	Ganho de peso anual (kg) p/ an.	p/ ha	Referência
Queensland, Austrália				
Heteropogon triticeus, H. contortus	0.25	37	9	Alexander 1968
Bothrichloa intermedia, Themeda sp.	0.41	25	11	
Rodd's Bay Queensland, Austrália				
Heteropogon, Crysopogon	0.05	83	25	Shaw & Mannetje 1970
Eragrostis sp.	0.21	47	30	
Southern Rhodesia				
Heteropogon contortus	0.13	77	11	Kennan 1969
Bothriochloa insculpta	0.24	64	15	
	0.31	62	19	
Nigéria (e N. Guiné)[a/]				
Loudetia, Trachpogon	0.42	21	9	de Leeuw 1971
Andropogon e Monocymbium sp.	0.62	24	16	
	0.83	19	15	
Barinas, Venezuela				
90% Pastagem nativa[b/]	0.21	225*	47	Corrales & Gonzáles 1973
83% Pastagem nativa	0.23	230*	52	
62% Pastagem nativa	0.46	264*	120	
Carimaguá, Meta, Colômbia				
Trachypogon, Leptocoryphium,	0.20	28	5	CIAT 1972, 1973
Paspalum, Axonopus, Andropogon	0.35	38	12	ICA 1972, 1973
	0.50	2	1	

* Estimativa dos dados dos autores
a/ Performance registrada em 203 dias
b/ Paspalum, Laersia, Andropogon, Trachypogon, Axonopus sp.

Geralmente é reconhecido que a pastagem nativa pode ser deficiente simultaneamente em dois ou mais nutrientes, o que torna difícil de se identificar o mais limitante deles. Tem sido claramente demonstrado (Milford & Minson 1966; Fig. 1) que níveis de proteína da dieta abaixo de 7% (variando de 6 a 8,5%) influenciam grandemente os ganhos animais através de mecanismo de redução no consumo de matéria seca. Aumentando a percentagem de proteína de 7 para 20%, os autores obtiveram apenas um pequeno efeito sobre o consumo de alimento. Isto tem apli-

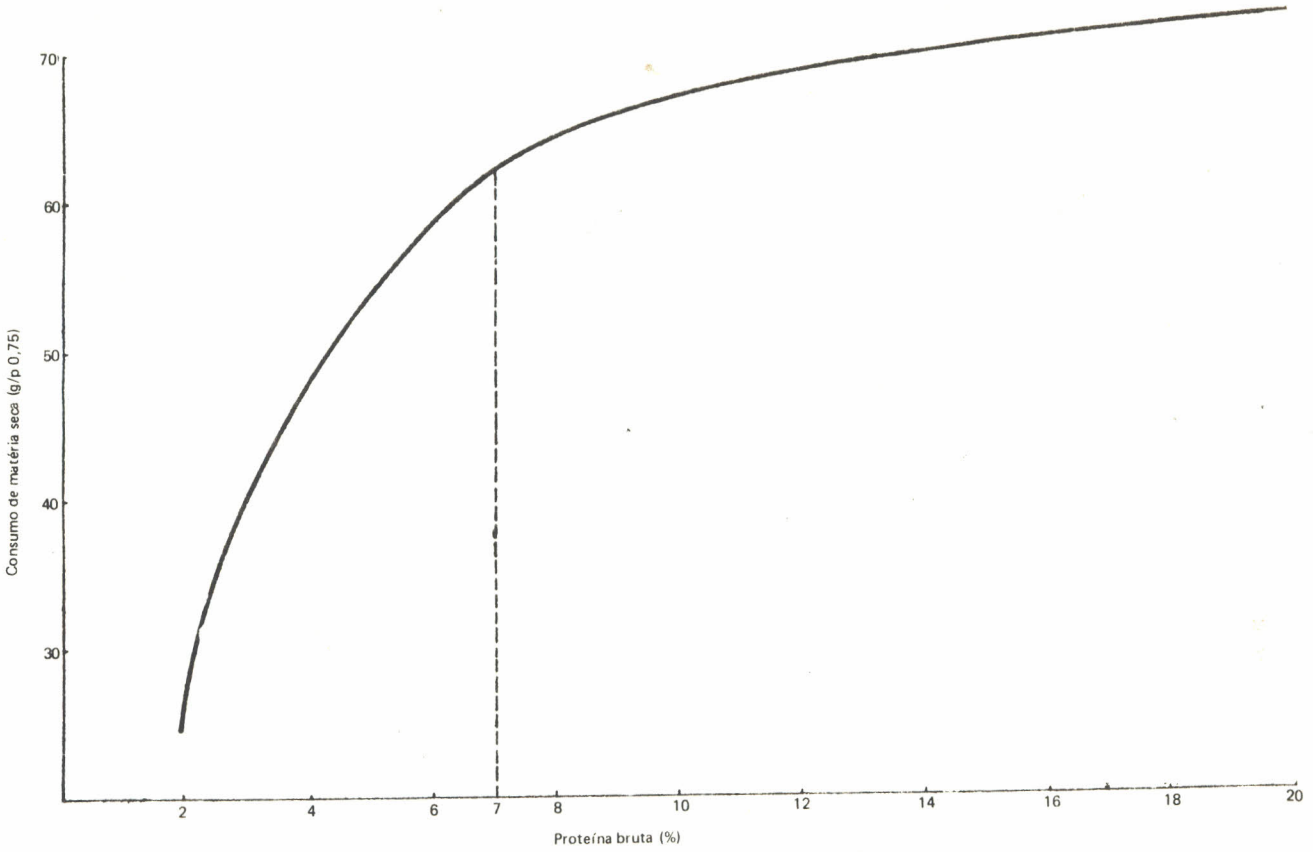


FIG. 1. Relação entre proteina bruta da dieta (%) e consumo (Milford and Minson, 1966).

cação prática no caso da pastagem nativa que, apesar de conter mais de 7% de proteína no início do período da estação chuvosa, experimenta um decréscimo rápido até um valor abaixo de 7%. Níveis de 3 a 5% são comumente encontrados durante toda a estação seca. Estes baixos níveis de proteína têm um forte efeito no consumo de matéria seca, como já foi discutido. (Tabela 1.)

Há pesquisas demonstrando claramente a vantagem, em termos de aumento no consumo, da suplementação protéica de forragens de baixa qualidade. Os resultados da Tabela 4 demonstram o efeito marcante da suplementação protéica com diferentes níveis de forragens com baixo conteúdo protéico (3,9%), tal como palha de trigo. Respostas similares foram registradas com vários alimentos pobres em proteína (Loosli & McDonald 1968). Ocorreu um grande aumento no consumo de matéria seca e os animais foram estimulados a comer maior quantidade de gramíneas pouco apetecíveis na presença de suplemento protéico. (Winks *et al.* 1970.)

TABELA 4. Efeito da suplementação forrageira (palha) de baixa qualidade com proteína/energia (O'Donovan & Ghadaki 1973).

	Palha Somente	Palha + 400 g de conc.	Palha + 800 g de conc.	Palha + 1200 g de conc.	Conc. Somente
Consumo de Matéria Seca (g/dia)					
palha[a/]	645	842	817	378	–
Concentrado[a/]	–	372	744	1116	1810
TOTAL	645	1214	1561	1494	1810
Consumo de Matéria Seca Digestível (g/dia)	374	804	1033	1094	1382

a/ Palha e concentrado continham 3,9 e 17,5% de proteína, respectivamente.

Pesquisadores mais antigos consideram que devido ao baixo conteúdo de energia da pastagem nativa a suplementação energética promoveria ganhos satisfatórios. Pesquisas subseqüentes, contudo, mostraram que tais suplementos deram respostas pequenas ou negativas na "performance" animal e diminuíram o consumo de pastagem (Winks *et al.* 1970). Parece, portanto, que a energia não é o primeiro fator limitante e, se a resposta à energia é desejada, talvez seja necessário corrigir em primeiro lugar os outros nutrientes deficientes mais importantes. Suplementando pastagem com proteínas estamos diretamente corrigindo a deficiência protéica, podendo ser possível simultaneamente atender a maior parte ou todos os

requerimentos de energia nos animais como um resultado do aumento do consumo de pastagem.

7.6. POSSÍVEIS MELHORAMENTOS NA QUALIDADE DA PASTAGEM

Em conseqüência das vastas áreas de pastagem nativas no Brasil, a principal ênfase neste trabalho é dada em sua utilização e possíveis melhoramentos. Isto não exclui (mas, talvez aponte) a grande necessidade do estabelecimento e manutenção de espécies melhor adaptadas. É previsto que uma certa percentagem da área total da fazenda deva ser usada com este propósito, a fim de se atender às grandes necessidades nutricionais de certas categorias de animais.

7.6.1 Qualidade influenciada pelo manejo

Certos aumentos na produção animal em pastagem nativa podem resultar na adoção de técnicas de manejo. Entre elas as mais importantes se relacionam à taxa de lotação, período de descanso entre pastejos e controle de invasoras e arbustos através da queima.

É sabido que o aumento na taxa de lotação reduz o ganho por animal, mas promove um maior ganho em peso por hectare. Uma excessiva taxa de lotação, contudo, conduz ao desaparecimento de espécies apetecíveis que são substituídas por outras de menor aceitabilidade. O descanso das pastagens de alguma forma em pastejo rotativo com um determinado número de piquetes, dias de pastejo em cada um e um certo ciclo de pastejo. Isto pode ser convenientemente praticado onde espécies apetecíveis predominam uniformemente. Com relação às savanas tropicais não há evidência quanto à vantagem do pastejo rotativo sobre o contínuo sendo que, em realidade, os fatos indicam o contrário. Mais dados são necessários sobre este aspecto com várias taxas de lotação.

O fogo tem sido tradicionalmente usado em muitos países tropicais para o controle de invasoras e arbustos, bem como remoção de espécies de gramíneas pouco apetecíveis. O rápido decréscimo do valor nutritivo de savanas tropicais tem conduzido à especulação quanto às vantagens, em termos de melhoria do valor nutritivo decorrentes da queima em certos anos. Os resultados, em termos de produtividade animal e da pastagem, têm variado de acordo com a região e mais pesquisas parecem necessárias. Resultados da Colômbia (Tabela 5) indicam que houve um aumento significativo no ganho em peso por animal como resultado da queima. Aumentos adicionais resultaram da queima em seqüência (1/8 do total da área queimada em 8 diferentes épocas entre novembro e setembro) em comparação com uma única queima anual.

TABELA 5. Ganho de peso de novilhos em savana de *Trachypogon* da Colômbia[a/]. (CIAT 1972 e ICA 1973)

	Taxa de lotação (novilhas/ha)		
	0.20	0.35	0.50
	kg/animal/ano		
Não queimado	28.3	38.2	1.5
Queimado	92.0	94.0	74.0
	Média anual de ganho de peso/animal (kg)		
Uma queima/ano (nov.)	92	94	74
Queima seqüencial[a/]	119	110	78
Aumento, %	29	17	5

[a/] Área total dividida em 8 partes, que foram queimadas em 8 épocas diferentes entre novembro e setembro.

Se as taxas de lotação são manipuladas para reduzir os grandes excedentes de pastagem madura, enquanto que ao mesmo tempo se evita superpastejo, alguns aumentos na "performance" animal serão provavelmente obtidos. Embora pequena ou nenhuma resposta possa ser esperada do descanso da pastagem, a queima provavelmente conduz a algum melhoramento mas, dados complementares são necessário no que se refere às vantagens e limitações a longo prazo. É contudo relativamente fácil de se conseguir aumentos quando os dados-base iniciam com 10 a 15 kg de ganho de peso/ha. Melhoramentos maiores e mais permanentes podem provavelmente resultar de esforços dirigidos para a mudança da composição botânica das pastagens.

7.6.2. Outros Melhoramentos

Já foi discutida a restrição no consumo de matéria seca como resultado de quantidade insuficiente de proteína dietética. Valores abaixo do nível crítico de 7% são freqüentemente encontrados e isto se aplica particularmente a espécies de pastagem nativa. Fertilizante nitrogenado aumentará o conteúdo de N da forragem. Quando o nitrogênio foi aplicado em pastagem da Austrália antes de sua utilização no inverno, o aumento do consumo voluntário variou de 10 a 78% e isto transformou perda de peso de 0,34 kg em ganho de 0,30 kg por animal por dia. Embora níveis de nitrogênio, e conseqüentemente valor nutritivo, possam ser aumentados pela aplicação de nitrogênio, as respostas na produção de matéria seca raramente compensam, devido ao alto custo (a preços atuais) de fertilizantes nitrogenados. Uma resposta mais econômica resulta da aplicação de nitrogênio para espécies melhoradas.

Um outro método de corrigir a deficiência de proteína de pastagens tropicais é a suplementação com alimentos protéicos ou com nitrogênio não-protéico, sendo o primeiro mais efetivo. A extensa literatura acerca do assunto foi revista por Loosli & McDonald (1968) e em muitos casos o nitrogênio adicional foi efetivo em transformar perdas de peso em ganhos. Pouca ou nenhuma resposta é obtida se a pastagem não é deficiente em nitrogênio.

7.7. O PAPEL DAS LEGUMINOSAS

A inclusão das leguminosas é u'a maneira de se melhorar a qualidade das pastagens. Através do mecanismo de fixação de nitrogênio, as leguminosas aumentam o suprimento de nitrogênio para as gramíneas. O aumento dos ganhos pelos animais, em pastagem consorciada, pode ser atribuído ao efeito da leguminosa, corrigindo alguma deficiência de nitrogênio na gramínea; também podem resultar do aumento na produção de matéria seca e do calor nutritivo mais elevado das leguminosas.

Enquanto as vantagens da inclusão de leguminosas são bem conhecidas, o trabalho mais difícil está na escolha das leguminosas mais adaptadas às condições ambientes, que persistem quando consorciações de leguminosas com gramíneas são pastejadas. Além de satisfazer as exigências das leguminosas em nutrientes para seu estabelecimento, se faz necessário o uso de um adequado sistema de pastejo de forma a se conseguir a sobrevivência das leguminosas. Quanto a isto, taxas de lotação baixas ou médias são preferíveis e há evidência que um período de descanso entre pastejos sucessivos pode ser vantajoso.

Geralmente se tem notado uma resposta linear entre a percentagem de leguminosas na pastagem e a taxa de ganho de peso. Uma baixa percentagem de leguminosas (10%), aumentou o consumo de *Brachiaria decumbens* em 50%. Os dados de Norman (1966), mostrados na Tabela 6, indicam um marcante aumento no ganho de peso por animal quando a percentagem de leguminosas na pastagem nativa foi aumentada. Além disso, pastagens com elevadas proporções de leguminosas mantiveram ganhos de peso por mais tempo na estação seca, sendo esta uma das vantagens mais importantes. Shaw & t'Mannetje (1970) observaram que a introdução de *Stylosanthes humilis* em pastagem nativa, aumentou o ganho de peso por hectare de 25 para 94 kg e houve um aumento adicional quando se aplicou fertilizantes. Norman (1968) demonstrou algum ganho de peso como resultado da inclusão de *Stylosanthes humilis* em pastagens nativas durante o período seco. Os animais perderam peso numa lotação de um animal por 4,5 a 7,0 ha, aproximadamente, mas com a introdução de *Stylosanthes humilis* os animais atingiram o peso de abate com 3 anos de idade numa lotação média de um animal por 1,2 ha.

TABELA 6. Ganho de peso na estação seca em pastagem nativa com diferentes percentagens de Gramíneas e leguminosas. (Norman 1966).

Composição da Pastagem %		Proteína Pastagem % (início de crescimento)	Ganho de peso/animal (kg)	Período de ganho de peso (semanas)
Gramínea	Leguminosa[a/]			
77.2	22.8	4.7	9	8
55.3	44.7	7.0	45	20
37.4	62.6	8.4	89	22

a/ *Stylosanthes humilis*

Vantagens consideráveis podem portanto advir do estabelecimento e manutenção de uma leguminosa em pastagens de baixa qualidade. Esta é uma maneira de se fornecer nitrogênio ao sistema, de maneira mais barata numa época em que os fertilizantes nitrogenados alcançam preços muito elevados. A resposta é, muitas vezes, maior do que é possível conseguir com alguma prática melhorada de manejo e pode ser obtida a menor custo que a aplicação de fertilizante nitrogenado. Este, obviamente, deveria ser o processo de se melhorar a qualidade de pastagens tropicais. Existem normas de como se fazer isto mas estas devem ser modificadas e adaptadas de acordo com as condições locais de solo e ambiente.

Geralmente aceita-se que muitas das espécies de gramíneas tropicais hoje cultivadas extensivamente são originárias da África, mas é da América do Sul que se originaram a maioria das leguminosas tropicais mais difundidas hoje em dia. Algumas delas têm sido plantadas e melhoradas em outros países.

7.8. RESUMO

Extensas áreas de pastagens nativas (savanas tropicais) são caracterizadas por serem formadas por espécies de baixa qualidade que têm baixa capacidade de suporte animal. A qualidade da forragem decresce rapidamente e, com ela, o consumo de matéria seca atingindo a níveis que no máximo suportam pequenos ganhos. Dados são apresentados para demonstrar a queda rápida na qualidade da pastagem e as taxas de ganho de peso vivo obtidas em diferentes regiões tropicais.

Alguns fatores nutricionais que limitam a produção de carne em pastagem nativa são, principalmente, proteína, energia e minerais (fósforo em particular). Níveis de proteína abaixo de 7% reduzem o consumo de matéria seca e o ganho animal. Mais de um nutriente pode estar deficiente ao mesmo tempo.

Melhora na produtividade da pastagem pode ser obtida com algumas práticas de manejo como o ajuste na taxa de lotação, descanso e queima periódica. Aumentos nos níveis de nitrogênio da pastagem através de fertilizantes, enquanto possível, podem ser obtidos a um custo relativamente alto por unidade de energia digestível produzida. A suplementação com proteína ou nitrogênio não protéico pode aumentar o consumo e a taxa de ganho.

Entretanto, o maior e provavelmente mais econômico aumento na produção de carne é obtido com o estabelecimento de leguminosas tropicais que fornecem nitrogênio para as gramíneas e melhora o valor nutritivo da forragem disponível. Os ganhos de peso têm, geralmente, aumentado em proporção quase direta à percentagem de leguminosas na mistura. O aumento no valor nutricional da pastagem, através da introdução de leguminosas, é indiscutível. Atualmente, os principais objetivos seriam a investigação e o desenvolvimento de métodos de estabelecimento e manutenção das leguminosas em áreas de cerrado do Brasil.

7.9. REFERÊNCIAS

ALEXANDER, G.I. Beef cattle studies in the dry tropics. **Queensland Agric. J., 94**: 298-306, 1968.

BLYDENSTEIN, J. Tropical savana vegetation of the llanos of Columbia. **Ecology, 48**: 1-15, 1967.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, Cali, Colombia. **Annual Report, 1972.**

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, Cali, Colômbia. **Annual Report, 1973.**

CORRALES, F. & GONZALES, H. Introducción al estudio del ecosistema sabana y su manejo en suelos pesados de Apure y Barinas. In: GANADERÍA en los Trópicos. Caracas, Asociación Venezolana de Criadores de Ganado Cebú, 1973. p.451-92.

DE LEEUW, P.N. The prospects of livestock production in the northern Guinea Zone savannas. **Samaru Agric. News, 13**: 124-33, 1971.

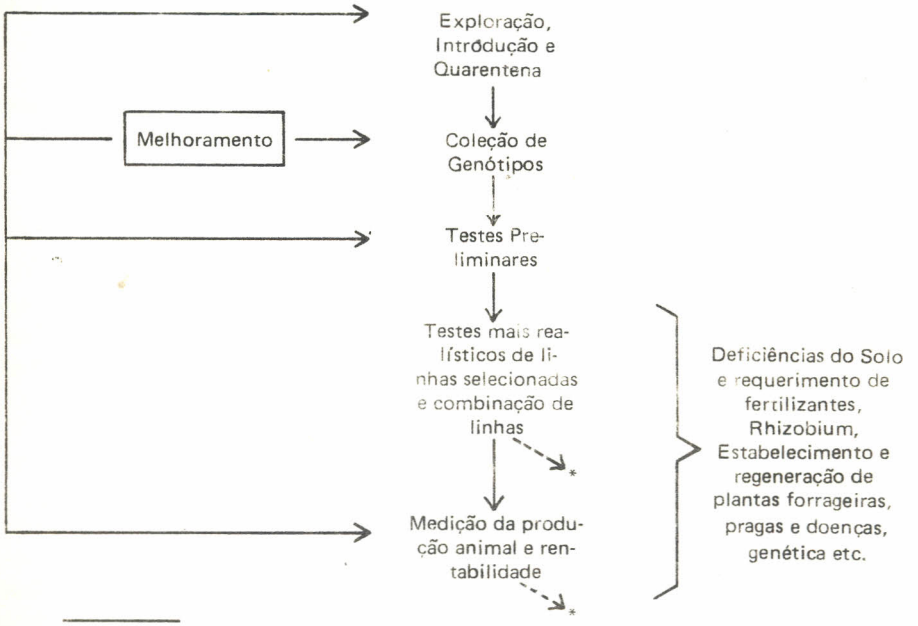
INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUÁRIO, Bogotá, Colômbia. **Informe Anual. 1972.**

8. PLANEJAMENTO DE PESQUISA DE PASTAGENS TROPICAIS

Edward F. Henzell

8.1. DESENVOLVIMENTO DE NOVAS CULTIVARES

Um dos processos-chave em pesquisa de pastagens, em meu ponto de vista o mais importante de todos eles, é a obtenção de novas cultivares de plantas. Em uma região onde pouco se tem trabalhado neste campo, como no caso da região de Cerrados do Brasil, estão envolvidos os seguintes passos:



* liberação de uma nova cultivar

8.1.1. Exploração, introdução e quarentena

O primeiro passo é reunirmos uma coleção de gramíneas e leguminosas. Isto envolverá a introdução de material proveniente de outras regiões tropicais com clima e solo semelhantes àquela ou àquelas onde se pretende implantar este tipo de trabalho. Como muitas regiões tropicais importantes podem ainda não ter sido exploradas por pesquisadores de pastagens é provável que deverão ser organi-

zadas viagens de exploração e coleta. Neste aspecto têm sido feitos planos para aumentar a colaboração internacional na coleta, manutenção e troca de plantas forrageiras. Estes planos estão sendo coordenados pelo Conselho Internacional para Recursos Genéticos de Vegetais.

É importante que se faça quarentena destas introduções provenientes de outras regiões, a fim de se excluir doenças e pragas. O sucesso inicial do *Stylosanthes* spp. na Austrália foi quase que inteiramente devido à eliminação de pragas como a broca do colmo e doenças como a antracnose, que tem evoluído junto com o *Stylosanthes* spp. nas Américas. De maneira semelhante, o êxito do *Eucaliptus* spp. em outros países está associado ao fato de que seus inimigos naturais, especialmente os insetos comedores de folhas, foram deixados em seu país de origem, a Austrália.

No caso de leguminosas é interessante também que promova a simbiose com o *Rhizobium*.

8.1.2. **Testes preliminares**

O passo seguinte é submetermos a coleção de leguminosas e gramíneas a testes preliminares no campo. Quando se inicia este tipo de trabalho em regiões pioneiras, como a dos cerrados do Brasil, este teste deve incluir o maior número possível de plantas.

Inevitavelmente não se conhece muito sobre a fertilidade do solo onde os testes serão realizados, principalmente quanto aos aspectos de deficiências minerais do solo e de exigências das plantas em teste. A decisão é influenciada pelo conhecimento (e mesmo intuição) da provável rentabilidade do uso de fertilizantes em pastagens para a produção animal na região de interesse. Pode-se eleger dois níveis de fertilidade, como tem sido feito no CNPGC.

As técnicas usadas nos testes preliminares são necessariamente simples. Usualmente as plantas são cortadas, não pastejadas; as leguminosas que não produzem nódulos viáveis devem receber nitrogênio ou ser simplesmente mantidas no campo para estudos futuros; e as gramíneas são adubadas com nitrogênio mesmo que o objetivo final seja consorciá-las com leguminosas.

O propósito principal dos testes preliminares é selecionar plantas bem adaptadas ao clima e solo, livres de doenças e pragas mais importantes, e que produzam uma quantidade suficiente de sementes para testes posteriores.

8.1.3. Testes mais realísticos

O terceiro passo compreende os testes das gramíneas e leguminosas selecionadas sob condições mais realistas. Neste estágio as plantas serão pastejadas embora a produção animal não possa ser medida porque as áreas usadas são ainda muito pequenas para tal. As gramíneas e leguminosas são consorciadas, procurando-se obter combinação compatíveis. Os testes devem ser continuados por vários anos para se verificar a permanência da produção destas plantas e sua persistência sem re-semeio.

8.1.4. Medição de produção animal

Finalmente o pesquisador estará diante de duas situações alternativas:

a) não ter nunhuma planta sobrevivente e deve ou iniciar novamente o estudo procurar outro emprego; e

b) selecionar as melhores plantas do estágio anterior e semeá-las em escala suficientemente grande para medir a produção animal. O manejo da pastagem deverá ser o mesmo que a maioria dos produtores empregaria. Os experimentos deveriam ser continuados por um período suficiente de tempo para se constatar a estabilidade de produção e para propiciar dados para o cálculo da rentabilidade. Faz-se necessário lembrar que os fazendeiros poderão ter alguns problemas não observados nos campos experimentais e que suas produções médias serão freqüentemente mais baixas que aquelas das Estações de Pesquisa. É claro, uns poucos espertinhos poderão produzir mais.

A liberação de uma nova cultivar para os fazendeiros pode ocorrer neste estágio ou no estágio anterior. Também nesta etapa devem ser tomadas providências para a produção de sementes em larga escala, informação de extensionistas, e publicidade.

Pode-se ganhar anos de serviço, liberando-se plantas no estágio anterior. O risco que se corre é que uma planta que dá alta produção de forragem pode não proporcionar altos níveis de produção de carne. Ela poderá nesmo ter um efeito tóxico cumulativo: um bom exemplo para esta situação é a infertilidade causada por estrógenos presentes em alguns tipos de trevo; outro é a toxidez observada após vários meses de pastejo em áreas denominadas por *Leucena leucocephala*. A planta pode ainda desaparecer em decorrência do tipo de pastejo utilizado pelos fazendeiros. Ela pode mesmo se tornar uma praga, por exemplo, em áreas destinadas à agricultura.

A questão da época de se liberar uma nova cultivar é bastante controvertida e sua discussão entre pesquisadores pode gerar mais calor do que a luz.

8.2. PESQUISAS DE APOIO

Simultaneamente as avaliações de gramíneas e leguminosas devem ser conduzidas em diferentes linhas de pesquisa de apoio, feitas com dois objetivos principais:

a) solucionar problemas de ordem prática; e

b) aumentar os conhecimentos.

As opiniões entre pesquisadores acerca da ênfase que deveria ser dada a estes dois objetivos diferem bastante. Esta é uma das mais importantes decisões a ser feita no planejamento de pesquisas em pastagem.

É possível alcançarmos os objetivos práticos sem muita pesquisa de apoio. Por exemplo: é possível determinarmos as exigências em nutrientes das plantas e propor níveis e misturas-padrão de fertilizantes que poderão ser usadas indefinidamente. As leguminosas que não produzirem nódulos efetivos com inoculantes comerciais ou com o *Rhizobium*, que ocorre naturalmente, são descartadas. Na realidade pode-se descartar todas as gramíneas e leguminosas que não persistam ou produzam bem nos canteiros mesmo sem se perguntar porquê. Do mesmo modo podem ser descartadas, sem se perguntar porquê, as pastagens que não proporcionem eficiente produção de carne ou leite.

O preço que se paga ao se admitir este enfoque restrito é eliminar-se efetivamente alguma chance de progresso passível de ser alcançado no futuro. De maneira particular elimina-se a possibilidade de se efetuar uma nova seleção na coleção inicial dos genótipos, seguindo-se critérios diferentes ou para características importantes. Também seriam eliminados os progressos alcançados pelo melhoramento genético. A única alternativa nestas condições é obter-se uma nova coleção de genótipos. Uma vez que se tenha uma amostra representativa do germoplasma vegetal do mundo, o trabalho poderia então ser finalizado, admitindo-se, pois, que certamente foram esgotadas todas as possibilidades.

Meu ponto de vista particular acerca destas duas alternativas de pesquisa é que elas poderiam ser conduzidas simultaneamente. O tipo de pesquisa que conduz à liberação de novas cultivares e que proporciona uma orientação para os vários tipos de pesquisa de apoio é realmente necessário. O uso de novas culti-

vares e das práticas associadas a eles, pelos produtores, constitui usualmente o retorno aos investimentos efetuados na pesquisa. As pesquisas de apoio necessitam normalmente de um longo período de tempo e são, por conseguinte, caras.

O balanço desejável entre os dois tipos de pesquisa é um problema de opinião difícil de se definir. De acordo com as palavras de Blumenshein (1978) "O essencial, porém, é manter-se um balanço inteligente e apropriado entre a busca de respostas para problemas imediatos e problemas que podem ocorrer a médio e a longo prazo..."

Se houvesse mais tempo eu poderia deter-me em cada uma das áreas de pesquisa de apoio assim indicadas:

Pesquisa de apoio

1) Necessidade do solo e fertilizantes

2) *Rhizobium* (Leguminosas)

3) Pragas e doenças

4) Genética

5) Fisiologia ambiental

6) Resposta ao pastejo

7) Composição química e valor nutritivo

Esta lista provavelmente não cobre todas as possibilidades. Eu poderia delinear algumas das maiores descobertas, alguns dos problemas sob estudo agora, e alguns outros que deveriam, ainda, ser estudados. Mas em vez de fazer isto, vou falar sobre um outro aspecto importante do planejamento de pesquisa em pastagens tropicais, qual seja, o da decisão de se iniciar ou não um programa de melhoramento genético. Não sou fitomelhorista, sou um observador interessado.

8.3. MELHORAMENTO DE PLANTAS FORRAGEIRAS

Este é um bom exemplo das ligações importantes existentes entre a pesquisa de suporte e a pesquisa prática.

O primeiro critério (necessidade) para se colocar em prática um programa

de melhoramento de gramíneas e leguminosas forrageiras é que a espécie deve ser satisfatória em geral. Há inúmeras características necessárias a uma planta forrageira de sucesso, incluindo:

1. A habilidade de crescer e persistir sob as condições presentes de clima e solo, ou sob condições melhoradas se for apropriado.

2. A habilidade de responder a aumentos da fertilidade do solo.

3. Para leguminosas, a habilidade de nodular rapidamente com sepas de *rhizobium* selecionadas.

4. A habilidade de persistir ao pastejo.

5. A habilidade de produzir elevada quantidade de forragem de valor satisfatório, durante a maior parte possível do ano.

6. Ausência de compostos tóxicos.

7. Facilidade de estabelecimento e reestabelecimento.

8. Facilidade de se coletar sementes.

A razão de citar esta longa lista é a de enfatizar as complexas relações entre solos, plantas e animais em sistemas pecuários. Desde que o melhoramento de plantas é mais eficiente quando se está selecionando apenas para uma característica, e viável para apenas um certo número delas, é melhor selecionarmos uma espécie que já possua a maioria das características necessárias á planta forrageira bem sucedida. O ponto de partida será normalmente uma espécie ou cultivar a que já está em uso, comercialmente.

O melhorista de plantas forrageiras tropicais está numa situação difícil, porque nenhuma espécie leguminosa está sendo usada amplamente. É diferente quando se trata de culturas tradicionais como a soja ou feijão, que são de importância comercial. Os riscos são altos com leguminosas forrageiras. Por exemplo, o Dr. D. F. Cameron começou um programa de melhoramento com o *Stylosanthes humilis* na Austrália, durante os anos 60. Teve que ser abandonado em princípios dos anos 70 devido à introdução do *Stylosanthes hamata* que provou ser superior às melhores seleções do programa de melhoramento do Dr. Cameron.

O segundo critério é que deve-se ter um estoque adequado do germoplasma

mundial. O exemplo do *Stylosanthes humilis* e *hamata* é relevante. Uma das razões para o sucesso dos programas de melhoramento dos Institutos Internacionais de Pesquisa Agrícola tem sido o acesso a melhores coleções de germoplasma que as disponíveis anteriormente. Por exemplo, com arroz no IRRI e com trigo no CIMMYT.

Se já temos ou não uma amostra adequada do germoplasma de qualquer espécie ou gênero de forrageira tropical é um ponto aberto à discussão. Talvez tenhamos hoje uma coleção quase completa do gênero *Leucaena* e de algumas gramíneas como as do gênero *Digitaria*.

A pesquisa de apoio é de importância vital à satisfação dos dois próximos critérios, quais sejam, uma definição exata do(s) problema(s) e uma técnica de avaliação rápida e precisa.

A definição do problema é freqüentemente difícil e cara. Gastou-se aproximadamente vinte anos de pesquisa multidisciplinar para se estabelecer que a causa primária da toxidez de *Leucaena leucocephala* para ruminantes é a minosina. Um esforço semelhante foi necessário para se descobrir que o aminoácido "indospicina" era o responsável pela toxidez da *Indigofera spicata* para mamíferos, uma outra leguminosa forrageira tropical potencialmente útil. A princípio sua toxidez foi atribuída ao ácido-3-nitropropanóico, e os programas de melhoramento de plantas no Havaí e Austrália começaram a ser feitos com o fim de se reduzir a concentração deste ácido.

Uma das maiores restrições ao uso do melhoramento de plantas e de seleção para melhorar o crescimento de plantas forrageiras em solos tropicais ácidos é que o(s) problema(s) ainda não foram definidos precisamente. No caso da Região do Cerrado, por exemplo, precisamos saber para cada solo que provavelmente será utilizado durante, digamos, o resto deste século, se o maior custo será para (1) calagem para reduzir a acidez do solo ou (2) fertilização de correção para fósforo ou outros elementos essenciais.

Se julgamos que a acidez do solo é o maior problema, então precisamos saber se seus efeitos são devido à toxidez de alumínio, manganês ou outra coisa. No caso das leguminosas, precisamos saber se o efeito deletério será sobre a sobrevivência do rhizobium no solo, sobre o processo de nodulação, ou sobre o funcionamento da simbiose em plantas já noduladas. É possível que haja até mesmo efeitos específicos sobre os animais pastejando áreas de solos ácidos, apesar de que eu não conheça qualquer evidência disto.

A compreensão disto é necessária ao desenvolvimento das técnicas de avalia-

ção que serão usadas, primeiramente para se estabelecer se há variação genética para a característica problema, e em segundo lugar, para seleção de plantas em qualquer programa subseqüente de melhoramento. Mesmo quando se tem uma boa compreensão do problema, nem sempre é possível idealizarmos uma técnica de avaliação precisa e que possa ser usada em grandes populações de plantas. Assim, a seleção para se aumentar o valor nutritivo de gramíneas e forrageiras tropicais é impedida pelo fato de que não há nenhuma técnica adequada de seleção para se avaliar o nível de consumo voluntário, ainda que a técnica de digestibilidade *in vitro* possa ser usada para a seleção de plantas com maior digestibilidade. Por outro lado é sabido que o baixo consumo voluntário é a causa mais importante do reduzido valor nutritivo das gramíneas e forrageiras tropicais.

O quinto critério é uma grande amplitude de variação das características hereditárias desejadas. A necessidade para isto é óbvia. No caso dos caracteres responsáveis pela adaptação a solos ácidos tropicais inférteis, eu suspeito que muito pouco se conheça sobre a quantidade de variação genética entre as gramíneas e leguminosas tropicais. Examinemos o caso do fósforo que é deficiente em muitos solos tropicais. Não há evidência, pelo que sei, que exista qualquer planta capaz de aumentr a disponibilidade de fósforo solúvel no solo. Há, sim, evidência circunstancial de que existe variação na capacidade das plantas para absorver o fósforo disponível no solo e que elas diluem e redistribuem uma quantidade limitada do mesmo em seus tecidos. Obviamente é necessário mais pesquisa antes que se possa estabelecer objetivamente um programa de melhoramento de plantas forrageiras tropicais no qual se tente aumentar a eficiência do uso do fósforo do solo.

Finalmente precisamos de recursos substanciais, como tem sido dito a mim pelo pessoal de melhoramento de plantas forrageiras do CSIRO. O melhoramento de plantas é um jogo numérico. Em outras palavras, precisamos trabalhar com populações muito grandes para termos alta probabilidade de êxito. Conseqüentemente, eu creio que será muito benefício a colaboração internacional no melhoramento de forrageiras tropicais.

Como síntese das necessidades para um programa de melhoramento de plantas forrageiras, temos:

1. Uma espécie que é, em geral, satisfatória.

2. Uma amostra do germoplasma mundial.

3. Uma definição precisa do(s) problema(s).

4. Técnicas de avaliação rápidas e precisas.

5. Grande aplitude das variações dos caracteres herdáveis.

6. Recursos substanciais.

8.4. CONCLUSÕES

Em conclusão, creio firmemente que o melhoramento e seleção de plantas desempenha um papel muito importante. Cientistas com treinamento em melhoramento e seleção deveriam ser incluídos na equipe multidisciplinar constituída para um programa novo de pesquisa com pastagens. Acredito que, ao melhoramento de plantas será atribuída importância cada vez maior no futuro, ainda que seja difícil eleger o momento ideal de se mudar a ênfase, de introdução para melhoramento de plantas. A razão da escolha do melhoramento de plantas como exemplo foi para tentar mostrar as considerações que devem ser feitas no momento da seleção de prioridades – quando se está planejando pesquisa de pastagens tropicais – e as interações complexas que ocorrem entre os componentes mais básicos e os mais aplicados da pesquisa interdisciplinar.

8.5. REFERÊNCIA

BLUMENSCHEIN, A. **Princípios da pesquisa no sistema EMBRAPA.** Brasília, 1978. 47p.

9. CONCLUSÕES SOBRE O SEMINÁRIO

Colin J. Asher

Problemas de nutrição mineral de plantas forrageiras em solos ácidos tropicais representam um subgrupo de problemas que se enquadram em um grupo muito mais amplo de problemas interrelacionados e associados aos níveis de produtividade do rebanho nacional de gado de corte.

Ao organizar o programa deste encontro teria sido fácil considerar-se os problemas específicos e técnicas de estudo de fertilidade de solo e nutrição de plantas mais ou menos isoladamente do problema principal que é a baixa produtividade animal nas pastagens existentes sobre grandes áreas brasileiras.

No entanto, a decisão tomada foi a de se tentar colocar os estudos de fertilidade de solo e nutrição de plantas dentro do contexto geral da produção de carne, de modo que pudessem ser considerados segundo sua importância relativa ao invés de se tornarem objetivos em si mesmos.

Minha própria avaliação da situação é que na região do Cerrado em geral, a falta de informação detalhada sobre os solos está freando o progresso em várias áreas importantes da pesquisa.

Assim, até que tenhamos informação quantitativa confiável sobre os problemas de fertilidade de cada tipo de solo e dos custos aproximados para corrigi-los, não poderemos dizer em quais dos vários tipos de solo existentes, a implantação de pastagens poderá trazer lucro ao fazendeiro.

Obviamente, a menos que o investimento em pastagens prometa lucro sob as condições existentes de custos, preços e política governamental, nenhum fazendeiro irá adotar a técnica.

Se, por uma avaliação inicial incorreta elegemos os solos errados para nossos estudos, muito da informação obtida será de pouca valia.

Há necessidade de se encontrar genótipos bem adaptados aos solos que serão utilizados, mas, novamente, a questão se levanta; quais solos? Deveríamos procurar plantas para os solos de textura mais pesada ou para as areias?

Se tentarmos selecionar plantas para resistência a desordens nutricionais específicas deveremos ter uma idéia bem clara sobre quais desordens valem a pena

incluir no programa de seleção e isto dependerá, de novo, das propriedades dos solos selecionados para pastagens melhoradas.

Durante os últimos três dias ouvimos palestras sobre fatores limitantes do crescimento tanto de plantas quanto de animais e alguns dos enfoques experimentais em uso para se interpretar esta informação em termos econômicos. Em minha opinião, tais estudos econômicos podem ser uma fonte valiosa de diretrizes desde que a metodologia econômica seja apropriada.

O trabalhos hoje apresentados logicamente fornecem o ponto de partida e o ponto final para estudos de produção animal.

O que emerge claramente destes trabalhos e das discussões é que a produtividade animal pode ser limitada tanto pelo

1. Suprimento de proteína

2. Suprimento de energia, ou

3. Suprimento de minerais.

As limitadas evidências disponíveis sugerem que durante a estação chuvosa, quando as pastagens crescem vigorosamente, o suprimento de minerais aos animais pode se tornar limitante, enquanto durante a estação seca, é o suprimento de proteína e/ou energia que provavelmente se tornará escasso.

Muito da pesquisa em pastagens provavelmente se orientará para o crescente suprimento de proteínas e energia pela pastagem durante o ano, mas com ênfase no melhoramento da nutrição dos animais na estação seca.

Isto será alcançado, mais provavelmente, pela introdução de novas espécies forrageiras e pelo uso de fertilizantes. Parece que estas técnicas aumentarão, em vez de diminuir, a severidade dos problemas associados à nutrição mineral dos animais, pela diluição dos minerais disponíveis na massa crescente de pastagem.

Em dois trabalhos (Porzecanski & Henzell) discutiu-se sobre o melhoramento e seleção de plantas, segundo pontos de vista distintos.

No primeiro fez-se um apelo para a melhor definição dos problemas de fertilidade do solo, de modo que os objetivos para a seleção de plantas e o melho-

ramento pudessem ser visualizados mais claramente e de modo que a metodologia apropriada pudesse ser desenvolvida.

O segundo trabalho levantou uma série de pontos interessantes, mas eu penso que suas advertências sobre os recursos necessários para estudos de melhoramento e preço a ser pago pelos melhoristas, se estes tornam a decisão inicial, erradamente, devem ser considerados seriamente.

Voltando mais diretamente para os estudos da fertilidade do solo, foi nos apresentado (Soares) um bom apanhado do trabalho um tanto limitado já feito sobre fertilidade no Cerrado. Está claro que muito mais deve ser feito. Um dos trabalhos apresentados por mim descreveu como entendo que a pesquisa sobre fertilidade de solo deveria se encaixar no programa global e eu mostrei um possível esquema para tanto. Em seguida, o grupo de participantes de Nova Odessa demostrou que seguindo métodos similares pode-se conseguir resultados de utilidade prática, considerável em um período de tempo razoavelmente curto e com um mínimo de esforço perdido.

De fato, com tecnologia de pesquisa deste calibre, disponível no Brasil, eu questiono seriamente se é necessário ainda importar cientistas como eu para fazer sugestões de como deveria ser conduzido o trabalho.

10. LISTA DE PARTICIPANTES

Nome: ANDREW L. GARDNER
Instituição: FAO
Endereço: Rodovia BR 262 – km 04
Caixa Postal, 154
Telefone: 383-3001
79.100 – CAMPO GRANDE – MS

Nome: ARAÉ BOOCK
Instituição: CNPGC
Endereço: Rodovia BR 262 – km 04
Caixa Postal, 154
Telefone: 383-3001
79.100 – CAMPO GRANDE – MS

Nome: BENEVAL ROSA
Instituição: Escola de Agronomia e Veterinária – UFGO
Endereço: Caixa Postal, 697
74.000 – GOIÂNIA – GO

Nome: CACILDA BORGES DO VALLE
Instituição: CNPGC
Endereço: Rodovia BR 262 – km 04
Caixa Postal, 154
Telefone: 383-3001
79.100 – CAMPO GRANDE – MS

Nome: COLIN J. ASHER
Instituição: University of Queensland
Department of Agriculture
Endereço: St. Lucia – QLD 4067
AUSTRÁLIA

Nome: DORIVAL MONTEIRO PIMENTEL
Instituição: CNPGC
Endereço: Rodovia BR 262 – km 04
Caixa Postal, 154
Telefone: 383-3001
79.100 – CAMPO GRANDE – MS

Nome: EDWARD F. HENZELL
Instituição: CSIRO
Division od Tropical Crops and Pastures,
Cunningham Laboratory
Endereço: Mill Road, St. Lucia
Queensland
Austrália

Nome: FERNANDO PAIM COSTA
Instituição: CNPGC
Endereço: Rodovia BR 262 – km 04
Caixa Postal, 154
Telefone: 383-3001
79.100 – CAMPO GRANDE – MS

Nome: FRANCISCO ANTONIO MONTEIRO
Instituição: Instituto de Zootecnia (D-4)
Endereço: 13.460 – NOVA ODESSA – SP

Nome: HÉLIO RIBEIRO
Instituição: PESAGRO/RIO – Estação Experimental de Itaguaí
Endereço: km 47 antiga Rod. Rio/São Paulo
23.460 – SEROPÉDICA – RJ

Nome: HOSTON TOMÁS SANTOS DO NASCIMENTO
Instituição: EMBRAPA – UEPAE/TERESINA
Endereço: Av. Duque de Caxias
Caixa Postal, 01
64.000 – TERESINA – PI

Nome: IGNÁCIO PORZECANSKI
Instituição: CNPGC
Endereço: Rodovia BR 262 – km 04
Caixa Postal, 154
Telefone: 383-3001
79.100 – CAMPO GRANDE – MS

Nome: JOAQUIM CARLOS WERNER
Instituição: Instituto de Zootecnia (D-4)
Endereço: 13.400 – NOVA ODESSA – SP

Nome: JOSÉ CARLOS CASAGRANDE
Instituição: CNPGC
Endereço: Rod. BR 262 – km 04
Caixa Postal, 154
79.100 – CAMPO GRANDE – MS

Nome: JOSÉ MARQUES DA SILVA
Instituição: CNPGC
Endereço: Rod. BR 262 – km 04
Caixa Postal, 154
79.100 – CAMPO GRANDE – MS

Nome: LUIS CARLOS ROBAINA ECHEVERRIA
Instituição: CNPGC
Endereço: Rod. BR 262 – km 04
Caixa Postal, 154
79.100 – CAMPO GRANDE – MS

Nome: LUIZ CARLOS CASTELO BRANCO
Instituição: EPAMIG
Endereço: Av. Amazonas, 115
Caixa Postal, 515
30.000 – BELO HORIZONTE – MG

Nome: LUIZ CARLOS VALLADARES
Instituição: Escola de Agronomia da UFGO
Endereço: Caixa Postal, 697
74.000 – GOIÂNIA – GO

Nome: MARIA DO SOCORRO BONA NASCIMENTO
Instituição: EMBRAPA – UEPAE/TERESINA
Endereço: Caixa Postal, 01
64.000 – TERESINA – PI

Nome: NÉVIO J. NUERNBERG
Instituição: Estação Experimental de Lajes – EMPASC
Endereço: Rua João Godinho s/nº
88.500 – LAJES – SC

Nome: NOEL GOMES DA CUNHA
Instituição: EMBRAPA – UEPAE/CORUMBÁ
Endereço: Rua Antônio Maria Coelho, 786
79.800 – CORUMBÁ – MS

Nome: PATRICK B. O'DONOVAN
Instituição: FAO
Endereço: Rod. BR 262 – km 04
Caixa Postal, 154
79.100 – CAMPO GRANDE – MS

Nome: PHILLIP M. CHALK
Instituição: University of Melbourne
Endereço: Victoria, Austrália

Nome: ROGÉRIO WALTRICK COELHO
Instituição: EMBRAPA – UEPAE/BAGÉ
Endereço: Caixa Postal, 242
96.400 – BAGÉ – RS

Nome: UCA LOZANO JEFFS
Instituição: Particular
Endereço: Caixa Postal, 154
79.100 – CAMPO GRANDE – MS

Nome: VALÉRIA P.B. EUCLIDES
Instituição: CNPGC
Endereço: Rod. BR 262 – km 04
Caixa Postal, 154
79.100 – CAMPO GRANDE – MS

Nome: WILSON VIEIRA SOARES
Instituição: CNPGC
Endereço: Rod. BR 262 – km 04
Caixa Postal, 154
79.100 – CAMPO GRANDE – MS