

Sistema Barreirão: utilização de fosfatagem na recuperação de pastagem degradada

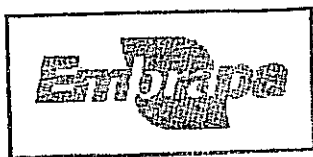




*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

SISTEMA BARREIRÃO: UTILIZAÇÃO DE FOSFATAGEM NA RECUPERAÇÃO DE PASTAGEM DEGRADADA

**Itamar Pereira de Oliveira, João Kluthcouski,
Lídia Pacheco Yokoyama, Luiz Carlos Balbino, Marisa Pereira Faria,
Cláudio de Uihôa Magnabosco, Márcia Tereza Vieira Scarpati,
Tomás de Aquino Portes e Lúcia Helena Buso**



**EMBRAPA-CNPAF
Santo Antônio de Goiás, GO
1998**

EMBRAPA-CNPAP. Circular Técnica, 31.

Comitê de Publicações

Ricardo Silva Araujo (Presidente)

Nand Kumar Fageria

Luiz Roberto Rocha da Silva (Secretário)

Supervisão Gráfica

Ronaldo Reis

Editoração

Marina Biava

Digitação/Diagramação

Fabiano Severino

Capa

Ronaldo Reis

Normalização Bibliográfica/Catálogo na Fonte

Ana Lúcia Delalibera de Faria

Tiragem: 1.000 exemplares.

OLIVEIRA, I.P. de; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P.; BALBINO, L.C.; FARIA, M.P.; MAGNABOSCO, C. de U.; SCARPATI, M.T.V.; PORTES, T. de A.; BUSO, L.H. Sistema Barreirão: utilização de fosfatagem na recuperação de pastagem degradada. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA-CNPAP, 1998. 51p. (EMBRAPA-CNPAP. Circular Técnica, 31).

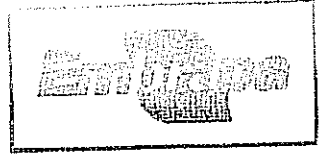
ISSN 0100-8382

1. Pastagem - Recuperação. 2. Solo - Fosfato - Aplicação. 3. Consorciação de cultura - Pastagem. 4. Sistema Barreirão. I. KLUTHCOUSKI, J., colab. II. YOKOYAMA, L.P., colab. III. BALBINO, L.C., colab. IV. FARIA, M.P., colab. V. MAGNABOSCO, C. de U., colab. VI. SCARPATI, M.T.V., colab. VII. PORTES, T. de A., colab. VIII. BUSO, L.H., colab. IX. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Santo Antônio de Goiás, GO). X. Título. XI. Série.

CDD 633.200981

© Embrapa, 1998.

APRESENTAÇÃO



Nos últimos 20 anos, dois grandes acontecimentos marcaram o meio agropecuário brasileiro: a redescoberta e abertura do cerrado e a exploração de suas terras. A abertura ocorreu após o conhecimento do seu potencial produtivo, e a exploração, após a definição das tecnologias apropriadas para a sua utilização.

A pecuária extensiva constituiu, por muito tempo, a principal atividade dos grandes altiplanos desta região. A necessidade de produzir alimentos, o interesse por maior lucro e a tradição de muitos agricultores fizeram com que a atividade pecuária desse lugar à produção de grãos.

A baixa fertilidade dos solos desta região exigiu a utilização de corretivos e fertilizantes para o desenvolvimento da agricultura. Os adubos, especialmente os fosfatados, foram (e ainda são) um dos principais responsáveis pelas altas produtividades obtidas no Brasil Central. A aplicação de fósforo corrigiu os solos deficientes deste nutriente, propiciando a energia necessária para os microrganismos dos solos intensificarem suas atividades. A modernização da agricultura induziu os produtores a fazerem uso de outros nutrientes, o que elevou a produtividade desta região a índices de produção semelhantes aos obtidos em outras, mais privilegiadas em solo, clima e água.

Os fosfatos aplicados no solo cumpriram a imposição de duas leis fundamentais de produção. Corrigiu o nível do nutriente que se encontrava em níveis proporcionalmente abaixo dos mínimos (Lei de Liebig) e que muito podia contribuir para atingir rendimentos máximos (Lei de Peterbúrguiski) com a exploração agrícola. As fontes não-renováveis de fósforo poderão acabar, mas a criatividade humana, certamente, saberá buscar e encontrar novas fontes deste nutriente que favorece o desenvolvimento do homem, do animal e das plantas.

Os ganhos com as atividades agropecuárias, por unidade de produto, são muito baixos. A necessidade de assegurar maiores lucros forçou o homem da terra a buscar atividades complementares e, conseqüentemente, a racionalizar o uso de insumos. A integração agricultura e pecuária viabilizou a produção simultânea de vários produtos; com isto, o ruralista teve condições para manter o nível de vida que necessitava. A aplicação de fósforo tem contribuído

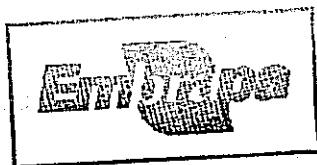
para tanto, já que este nutriente é importante tanto para a planta como para o animal, pois o resíduo do fertilizante aplicado para a cultura é aproveitado, futuramente, na formação de pastagens de melhor qualidade.

A tecnologia do sistema Barreirão, veículo precursor das atividades agropastoris, preconiza o aproveitamento deste nutriente, cujos efeitos, comprovados pela pesquisa, foram bastante favoráveis na produção de grãos e de forragem, na recuperação de pastagens degradadas e na produção de derivados de carne.

Por esta publicação pode-se conhecer e avaliar o trabalho que a equipe de apoio ao incentivo de produção de arroz da Embrapa Arroz e Feijão vem desenvolvendo no sistema de produção diversificada da agricultura visando, no futuro, o campo da pecuária.

Pedro Antonio Arraes Pereira
Chefe da Embrapa Arroz e Feijão

SUMÁRIO



1	INTRODUÇÃO	7
2	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO	10
3	IMPORTÂNCIA DO EQUILÍBRIO NUTRICIONAL NAS ÁREAS DE PASTAGENS	13
4	OCORRÊNCIA DE DEFICIÊNCIAS DE FÓSFORO	19
5	MODALIDADES DE APLICAÇÃO DE FOSFATO EM PASTAGEM	20
6	PRINCÍPIOS BÁSICOS DO SISTEMA BARREIRÃO	22
7	IMPORTÂNCIA DA PROGRAMAÇÃO DO NÚMERO DE ANIMAIS EM PASTAGEM REFORMADA	24
8	ORIENTAÇÕES TÉCNICAS AO PRODUTOR NA REFORMA DE PASTAGEM	24
9	PERSPECTIVAS DE USO DE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS	27
10	CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS DE CERRADOS	27
11	FOSFATOS COMO FONTES DE FÓSFORO	28
12	USO DE FOSFATOS NO SISTEMA BARREIRÃO	31
12.1	Doses e Modos de Aplicação do Termofosfato	31
12.2	Fontes de Fosfatos e Modos de Aplicação	35
12.3	Mistura de Adubos Comerciais: Termofosfato	39
12.4	Resultados Comparativos de Modos de Aplicação de Fosfatos	43
12.5	Fosfato Natural de Patos e Formulações Comerciais	44
12.6	Misturas de Termofosfato e Gesso	46
13	COMENTÁRIOS TÉCNICOS	48
14	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

SISTEMA BARREIRÃO: UTILIZAÇÃO DE FOSFATAGEM NA RECUPERAÇÃO DE PASTAGEM DEGRADADA

Itamar Pereira de Oliveira¹, João Kluthcouski²,
Lidia Pacheco Yokoyama², Luiz Carlos Balbino³, Marisa Pereira Faria⁴,
Cláudio de Uihôa Magnabosco⁵, Márcia Tereza Vieira Scarpati⁴,
Tomás de Aquino Portes⁶ e Lúcia Helena Buso⁴

1 INTRODUÇÃO

Os solos cultivados com pastagens no Cerrado, na sua maioria, encontram-se degradados. Considerando que a região central do Brasil representa um quarto da área do país, muito deve ser feito para torná-la produtiva, pois, apesar de apresentar topografia invejável para atividades agropastoris extensivas, a fertilidade natural de seus solos é baixa, tendo o fósforo como o nutriente mais limitante (Tabela 1).

Atualmente, a questão da preservação do meio ambiente vem merecendo grande atenção. Como consequência disto, é notória a redução gradativa da atividade agropastoril itinerante, a qual está deixando de ser amadora e predatória e começando a profissionalizar-se, graças à adoção de novas tecnologias e à aceitação de práticas racionais de exploração intensiva das áreas de culturas e pastagem. Ao reformar a pastagem, tem-se, como idéia central, a obtenção de forragem de boa qualidade, constituída de plantas nutricionalmente saudáveis e que propicie uma boa alimentação aos animais, conforme as exigências do rebanho. A qualidade da forragem reflete, entre outros fatores, as condições de fertilidade do solo.

¹ Pesquisador, Dr., Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO.

² Pesquisador, M.Sc., Embrapa Arroz e Feijão.

³ Técnico Especializado, Bsc., Embrapa Arroz e Feijão.

⁴ Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

⁵ Pesquisador, Ph.D., Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Atualmente, à disposição da Embrapa Arroz e Feijão.

⁶ Professor, Dr., Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, GO.

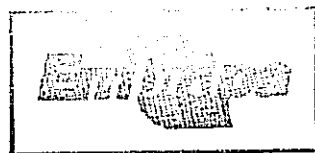


TABELA 1 Teores de macro e micronutrientes em solos deficientes em fósforo.

Local	Solo	Característica ¹										
		pH ²	P ³	K ³	Ca ⁴	Mg ⁴	Al ⁴	Zn ²	Cu ³	Mn ³	Fe ³	MO ⁵
Goiânia-GO	LE	5,4	3,0	114	2,2	0,5	0,1	0,7	0,9	17	43	1,6
Santo Antônio-GO	LE	5,6	1,0	54	0,5	0,4	0,5	0,4	1,4	10	85	1,4
Piracanjuba-GO	LE	5,4	1,8	45	1,8	0,4	1,3	0,8	1,5	52	204	1,8
Univ. Federal Goiás	LE	6,8	0,6	137	5,8	2,7	0,1	3,5	3,0	88	49	1,5
Gabriel Monteiro-SP ⁶	LE	5,4	6,0	119	2,1	0,5	0,1	-	-	-	-	-
Paranaíba-MS	LE	5,5	0,7	77	0,4	0,5	0,5	-	-	-	-	-

¹ Média de quatro repetições.

² Leitura em H₂O(1:2,5).

³ ppm extraído por H₂SO₄ 0,025 N + HCl 0,05 N.

⁴ e.mg/100cc extraído por KCl 1N.

⁵ Porcentagem extraída pelo método de Walkley & Black (1934).

⁶ Região Sudeste.

A introdução de uma cultura agrícola no processo de formação e recuperação de pastagem, em sistemas diversificados (Cruz, 1995), torna viável a recuperação de áreas degradadas, como preconiza o sistema Barreirão (Oliveira et al., 1996). A produção da lavoura cobre, pelo menos parcialmente, os custos operacionais. O tempo requerido para a sua execução é relativamente rápido, e o equilíbrio entre produção de pastagem e sustentação de rebanho é atingido dois meses após a colheita dos grãos. A correção e a adubação das áreas são realizadas por ocasião do plantio das culturas.

Em Piracanjuba, no sudeste do Estado de Goiás, foi verificada redução na concentração de nutrientes nos solos reformados pelo sistema Barreirão, ocorrendo acidificação lenta e progressiva com redução nos valores de pH (Figura 1) e aumento dos teores de alumínio (Figura 2) a partir do terceiro ano após a reforma. A redução na produção de forragem foi ocorrendo paralelamente.

Neste trabalho é discutida a necessidade de manutenção da fertilidade do solo, e divulgados os resultados de produção obtidos de diferentes fontes e modos de aplicação de fertilizantes fosfatados.

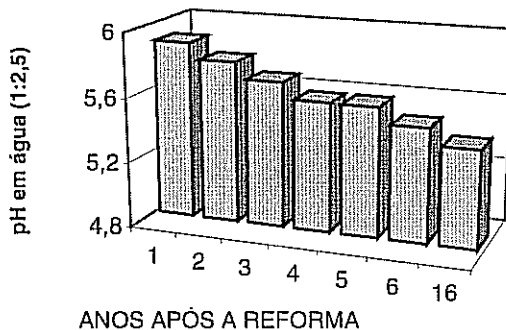


FIG. 1 Variação do pH após a reforma de pastagem pelo sistema Barreirão.

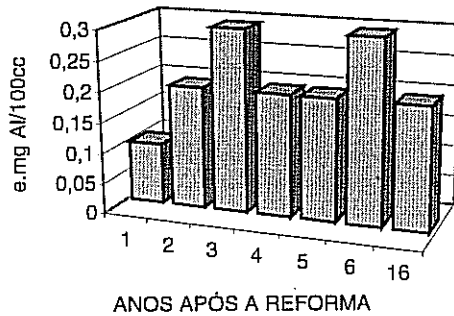


FIG. 2 Teores de alumínio (Al) em solos recuperados pelo sistema Barreirão e em solo com pastagem formada há 16 anos.

2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO

A adubação de manutenção, após o terceiro ano, para manter o nível crítico externo⁷, e/ou a de reposição, para manter o nível crítico interno⁸, deve ser realizada para evitar que a fertilidade do solo sofra reduções drásticas nas concentrações de fósforo, cálcio, magnésio (Figura 3), matéria orgânica (Figura 4), potássio e vários outros micronutrientes (Figuras 5 e 6) do solo, devido ao volume de massa que o rebanho retirou da área.

O manejo do pasto, após a formação/reforma, pode seguir dois caminhos definidos:

(1) utilização da pastagem reformada por um período de cinco anos e recomposição da fertilidade do solo, graças à outra renovação da área com alguma cultura, quando é possível renovar ou substituir a forrageira.

(2) o agropecuarista pode iniciar a recomposição da fertilidade a partir do primeiro ano de uso da pastagem reformada. O monitoramento da fertilidade do solo é necessário para conhecer o seu potencial de produção, sem que haja redução na produção de massa verde.

⁷ Nível crítico do nutriente no solo.

⁸ Nível crítico do nutriente na planta.

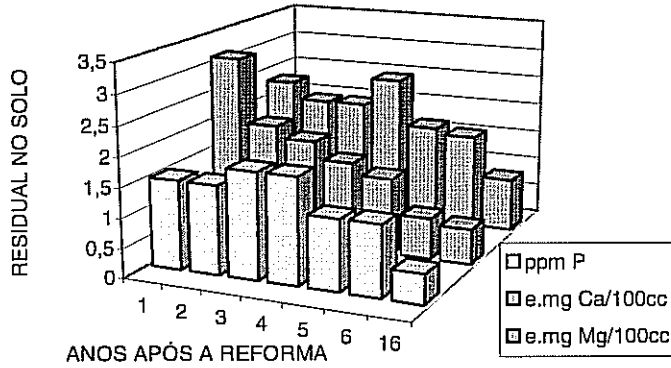


FIG. 3 Acompanhamento dos níveis de fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em áreas recuperadas pelo sistema Barreirão, no município de Piracanjuba-GO.

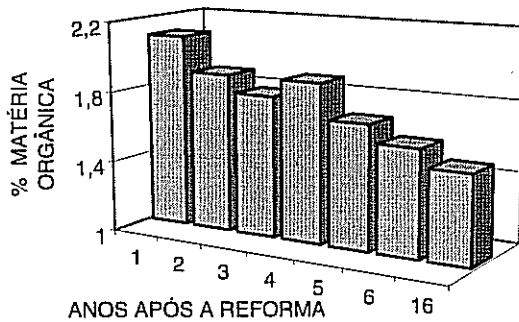


FIG. 4 Teores de matéria orgânica dos solos reformados pelo sistema Barreirão.

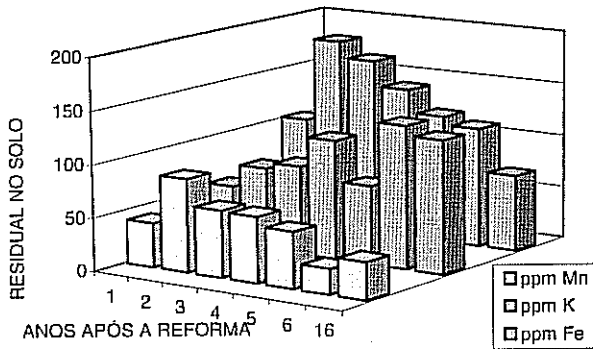


FIG. 5 Acompanhamento dos teores de potássio (K), manganês (Mn) e ferro (Fe) em solos recuperados pelo sistema Barreirão, em relação à testemunha (formada há 16 anos).

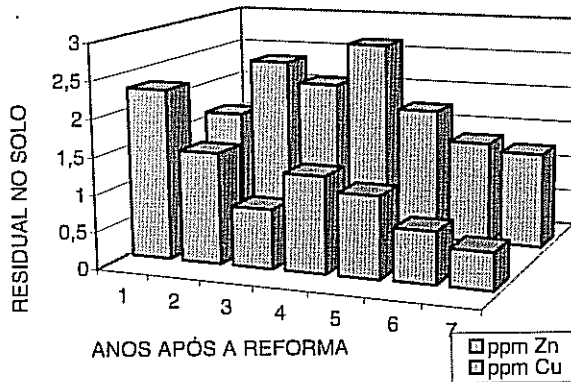


FIG. 6 Teores de zinco (Zn) e cobre (Cu) em solos de pastagem reformada.

Considera-se normal a redução dos teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio; contudo, a redução nos teores de micronutrientes nem sempre acompanha esta mesma tendência. Nas condições de um Latossolo Vermelho-Escuro, houve um decréscimo considerável nos teores de cobre, ferro, manganês e zinco, mesmo ocorrendo um abaixamento no pH do solo (Figuras 1, 5 e 6), e geralmente esses micronutrientes sofrem aumento nas suas disponibilidades para as plantas à medida que o solo vai se acidificando. Embora o solo fosse de textura média, onde a perda de nutrientes por lixiviação pode ser considerada pequena, o seu material de origem, pobre em minerais, e o seu baixo teor de matéria orgânica (Figura 4), que serve como fonte de micronutrientes retidos dos fertilizantes e dos corretivos aplicados, não foram suficientes para manter a fertilidade local em níveis satisfatórios.

3 IMPORTÂNCIA DO EQUILÍBRIO NUTRICIONAL NAS ÁREAS DE PASTAGENS

A pastagem, como fonte de forragem para a nutrição animal, deve ser tratada como cultura. Para produzir massa de qualidade e em quantidade suficiente para suprir o rebanho, é preciso fazer a correção do solo com calcário dolomítico e aplicações de fertilizantes, suficientes para manter a planta com a composição mineral acima dos níveis críticos exigidos pela forrageira (Butler & Jones, 1973). Existe uma relação entre teor de nutriente no solo, composição da forrageira e nutrição mineral do rebanho, como pode ser constatado pelos resultados apresentados na Tabela 2.

Quando as concentrações dos nutrientes estão balanceadas no solo e na planta, a forragem originária dessa área geralmente apresenta melhor qualidade nutricional. Nos primeiros anos após a formação da pastagem, o nível de fertilidade do solo mantém-se próximo daquele obtido após a aplicação de corretivo e fertilizantes. Com o decorrer do tempo, a fertilidade vai caindo e, paralelamente, ocorre redução na produção de massa vegetal (Figura 7).

TABELA 2 Inter-relação entre minerais do solo, forrageiras e tecido animal.

Elemento	Solo (mg.kg ⁻¹)	Forrageira	Tecido Animal
Ca	276-1240	0,31-0,71%	37-39% (osso)
P	2-28	0,09-0,18%	15,1-15,5% (osso)
Cu	0,7-4,4	2,7-4,14%	136-299 * mg.kg ⁻¹ (fígado)
Mo	16-24	0,1-9,2 mg.kg ⁻¹	1,5-3,8 mg.kg ⁻¹ (fígado)
Mn	6-48	83-233 mg.kg ⁻¹	5-8 mg.kg ⁻¹ (fígado)
Fe	15-42	104-405 mg.kg ⁻¹	311-430 mg.kg ⁻¹ (fígado)
Co	0,20-1,79	0,06-0,20 mg.kg ⁻¹	0,18-0,40 mg.kg ⁻¹ (fígado)
Zn	0,6-3,2	19-39 mg.kg ⁻¹	78-101 mg.kg ⁻¹ (fígado)
Mg	30-367	0,19-0,28%	0,44-0,54% (osso)
Na	31-44	84-194 mg.kg ⁻¹	-
K	48-124	0,94-1,68%	-

* ppm = mg.kg⁻¹

Fonte: Sausa et al. (1979, 1980, 1981, 1982), citados por Malavolta et al. (1986).

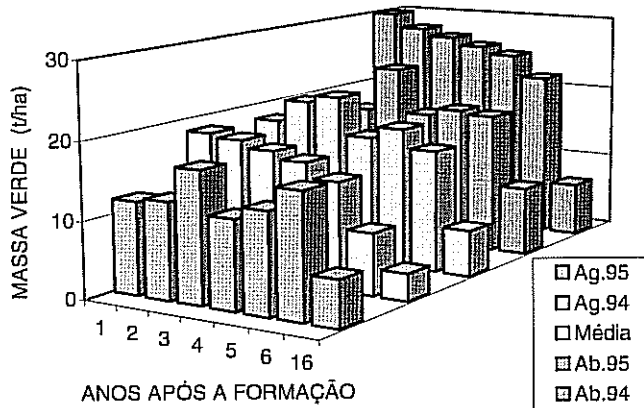


FIG. 7 Produção de massa verde (65% de umidade) de *Brachiaria brizantha* (cultivar Marandu) em agosto (Ag), final da época das secas, e abril (Ab), final da época das águas, em 1994 e 1995.

Com a mudança na acidez do solo e, provavelmente, nas suas características físicas, a disponibilidade de fósforo, cálcio e magnésio para as plantas fica comprometida. Análises realizadas em *Brachiaria brizantha*, a partir do ano da reforma da pastagem, em comparação com uma pastagem formada há 16 anos, mostraram redução destes nutrientes no tecido vegetal (Figura 8). A concentração de nitrogênio disponível também pode ser reduzida, não só pela variação da acidez do solo como também pela presença ou ausência de leguminosa no local, pela quantidade retirada pela cultura, pela queima da matéria orgânica produzida no sistema e pelas variações da altura do lençol freático. Por isso, tem-se sugerido misturar uma ou mais leguminosas às gramíneas, para manter naturalmente um teor regular de nitrogênio no solo disponível para a pastagem. O potássio, além de ser exigido em grandes quantidades pelas gramíneas forrageiras, é um elemento móvel no solo e facilmente lixiviado pelas águas das chuvas, podendo reduzir seus teores drasticamente com o passar do tempo (Figura 9).

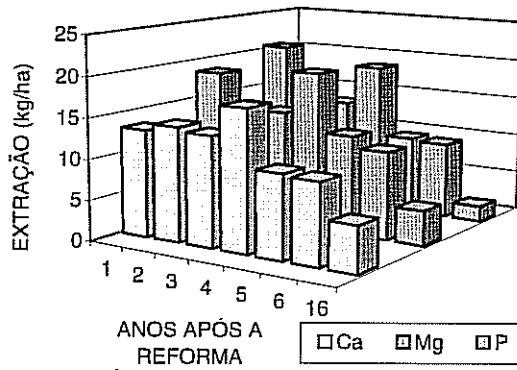


FIG. 8 Extração de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e fósforo (P) pela *Brachiaria brizantha* (cultivar Marandu), em pastos recuperados, em diferentes anos.

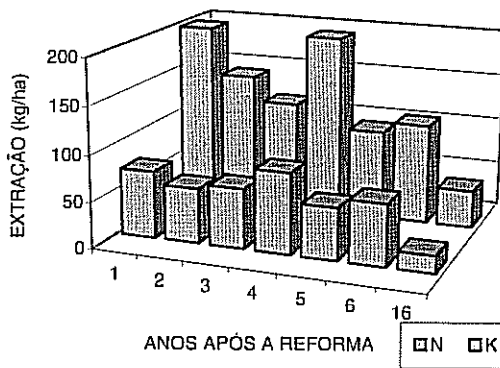


FIG. 9 Extração de nitrogênio (N) e potássio (K) pela *Brachiaria brizantha* (cultivar Marandu), após a reforma.

Os micronutrientes como o cobre, ferro e manganês foram absorvidos proporcionalmente à produção de massa verde. Embora o solo fosse perdendo micronutrientes anos após sua reforma, a redução na produção de massa verde por hectare possibilitou à planta desenvolver-se dentro de níveis nutricionais necessários para a sua subsistência. A absorção representada pela extração desses três nutrientes (Figuras 10 e 11) apresenta a mesma tendência da produção de massa verde (Figura 7).

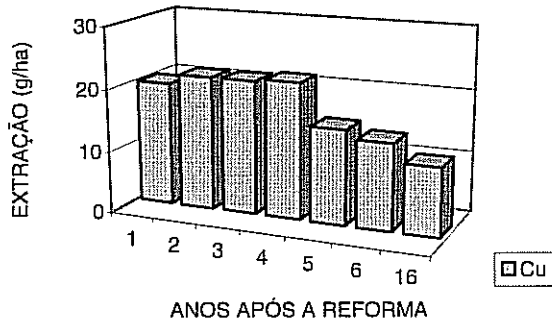


FIG. 10 Extração de cobre (Cu) pela *Brachiaria brizantha* (cultivar Marandu), após a reforma.

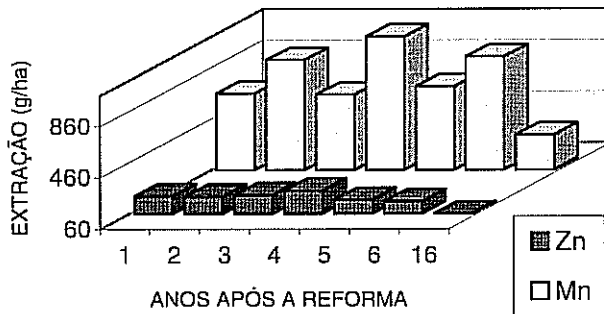


FIG. 11 Extração de zinco (Zn) e manganês (Mn) pela *Brachiaria brizantha* (cultivar Marandu), após a reforma, em comparação com o pasto testemunha (16 anos de formação).

O ferro (Figura 12) teve absorção semelhante à dos demais nutrientes; contudo, como a pastagem de 16 anos apresentou concentrações altíssimas deste elemento no tecido, é provável que, neste caso, à medida que o solo estava sendo acidificado, ocorreu maior redução de ferro no solo e uma quantidade maior deste nutriente estava sendo colocada à disposição da planta. Como neste ambiente a maioria dos nutrientes se encontrava abaixo do nível crítico, o ferro não sofreu efeito antagônico de outros nutrientes, como o cálcio em solos alcalinos, e manganês, zinco, cobre e níquel em solos ácidos.

A planta desenvolvida em solo carente pode continuar a crescer, mas com um teor menor de nutrientes. As novas plantas rebrotadas devem se desenvolver com sintomas de deficiência mineral, em consequência do baixo teor do nutriente no solo. Em pastagens onde não se utilizam adubações suplementares, a massa vegetal disponível aos animais apresenta baixo valor nutricional. A carência do solo em nutrientes aumenta à medida que os animais retiram a massa verde resultante da sua alimentação. Ao mesmo tempo, alguns nutrientes podem ter a sua disponibilidade aumentada, tornando-se tóxicos, como ocorreu com o ferro. Nos pastos formados há 16 anos, a *Brachiaria* spp apresentou folhagens amareladas, necróticas, com crescimento e porte reduzidos.

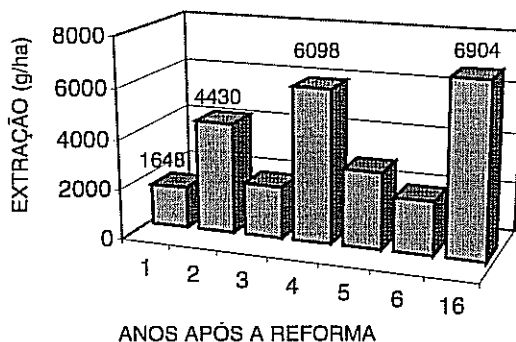


FIG.12 Extração de ferro (Fe) pela *Brachiaria brizantha* (cultivar Marandu), cultivada em solos de pastagens recuperadas, em diferentes anos.

A degradação mineral do solo prejudica o desenvolvimento das forrageiras, mas não é a única causa da redução de crescimento e produção do pasto. A superpopulação de animais acaba resultando no adensamento do solo, com mudanças nas características físicas locais. A degradação biológica também ocorre, e pode ser notada quando se comparam os perfis de solo de um pasto degradado com o de um reformado, verificando-se um aumento, ainda não quantificado, no número de larvas e pupas dos organismos constituintes da mesofauna.

4 OCORRÊNCIA DE DEFICIÊNCIAS DE FÓSFORO

Deficiências de fósforo ocorrem: em solos minerais, geralmente pobres em matéria orgânica; em solos cultivados por longo período de tempo, em que o teor deste nutriente é reduzido por ser retirado gradativamente pelas culturas e não haver reposição; em solos de estrutura argilosa e áreas de baixadas, onde ocorre armazenamento de água; em solos ricos em ferro e alumínio, nos quais o fósforo é fixado em formas menos solúveis; em solos altamente erodidos, como os de cerrado; e em solos alcalinos, onde a disponibilidade do fósforo para as plantas é reduzida pela presença de concentrações elevadas de cálcio (Malavolta, 1984).

Segundo Malavolta et al. (1986), plantas deficientes em fósforo são comumente observadas em culturas desenvolvidas em todos os estados brasileiros. Devido à baixa concentração de fosfatos na solução do solo, a disponibilidade deste nutriente depende de um rápido reabastecimento, proveniente da dessorção de fosfatos da fase sólida do solo, da mineralização da matéria orgânica e das adubações fosfatadas (Barbosa Filho, 1984). Deste modo, o fósforo se difunde na solução do solo e chega até a superfície das raízes, por onde as plantas fazem a sua absorção.

O fósforo é de vital importância para as plantas e para os animais (Tabela 3), e sua deficiência nas plantas não é difícil de ser detectada a campo. Quando o rendimento da pastagem está caindo rapidamente, e as folhas superiores se apresentam muito verdes, e as inferiores, de cor amarelo-palha, com posterior secamento, semelhante à falta de umidade, é sinal de que o pasto está necessitando de uma adubação de reposição. Além disto, o raquitismo em animais denota deficiência de fósforo.

TABELA 3 Função e sintomas de deficiência em plantas e animais.

Função do Fósforo	Sintoma de Deficiência	
	Planta	Animal
Armazenamento e transferência de energia	Redução no crescimento	Diminuição no crescimento, fertilidade, desfrute
Atividade de membrana	Senescência precoce Verde-escuro nas folhas	
Transmissão de caracteres hereditários	Menor fixação de N ₂ nas leguminosas	Malformação dos dentes e ossos

Fonte: Malavolta et al. (1986).

Geralmente, para a correção da carência dos solos utilizam-se fosfatos altamente solúveis, como superfosfato simples, triplo e de amônio, produtos de elevado custo para o produtor. Dependendo da atividade a ser executada, o uso dos fosfatos de rocha, *in natura* ou parcialmente solúvel, pode ser a solução. Esses fosfatos reagem bem em solos ácidos e deficientes em fósforo, e o seu custo é menor que o do fosfato solúvel.

5 MODALIDADES DE APLICAÇÃO DE FOSFATO EM PASTAGEM

O desbalanço da concentração de fósforo no solo das pastagens degradadas pode ser corrigido com adubação de formação (Tabela 4), de manutenção (Tabela 5) e de reposição de capineiras e prados (Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás, 1988). Para a escolha de uma destas modalidades é necessário conhecer as características químicas e físicas do solo.

A adubação de formação deve ser feita por ocasião da abertura da pastagem, de acordo com a necessidade do solo, assim que se realiza a roçagem e/ou limpeza do cerrado. Quando o acesso de máquinas e implementos é difícil, pode-se optar por fazer a correção e/ou adubação, de cobertura ou em sulco, juntamente com o plantio ou um pouco antes. No sistema Barreirão, esta adubação é realizada na época do plantio da cultura e da forrageira; já a adubação de manutenção é feita aplicando-se fertilizantes minerais ao solo, para manter, no ambiente, os níveis de cada nutriente próximos aos níveis mínimos exigidos pela pastagem, considerados suficientes para que as plantas mantenham-se produtivas, saudáveis e disponíveis ao consumo animal.

TABELA 4 Recomendação de adubação fosfatada para o estabelecimento de pastagens, conforme o teor de argila, a disponibilidade de fósforo e o nível de exigência das espécies.

Teor de argila (%)	Disponibilidade de (P)*							
	Muito baixa		Baixa		Média		Alta	
	Teor (ppm)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	Teor (ppm)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	Teor (ppm)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	Teor (ppm)	P ₂ O ₅ (kg/ha)
>60	0-0,5	100	0,6-1,5	80	1,6-2,5	50	>2,5	0
35-60	0-1,5	85	1,6-3,0	70	3,1-4,0	40	>4,0	0
15-35	0-2,5	70	2,6-5,0	60	5,1-7,0	30	>7,0	0
<15	0-3,0	55	3,1-6,0	40	6,1-9,0	20	>9,0	0
----- Espécies pouco exigentes -----								
>60	0-1,0	140	1,1-2,5	110	2,5-3,5	80	>3,5	0
35-60	0-2,0	125	2,1-4,0	95	4,1-6,0	65	>6,0	0
15-35	0-3,0	110	3,1-6,0	85	6,1-10,0	50	>10,0	0
<15	0-4,0	95	4,1-8,0	70	8,1-12,0	45	>12,0	0
----- Espécies exigentes -----								

* Fósforo extraído pelo método Mehlich 1.

Fosfatos solúveis (superfosfatos simples e triplo), termofosfatos e fosfatos reativos (Carolina, Gafsa) são considerados com a mesma eficiência.

Fosfatos parcialmente acidulados são considerados com 75% de eficiência em relação às fontes solúveis.

Fosfatos naturais brasileiros são considerados com 50% de eficiência em relação às fontes solúveis.

Fonte: Viçela et al. (1997).

TABELA 5 Recomendação de adubação corretiva para pastagem.

Concentração no Solo (ppm)	Interpretação	Recomendação de P_2O_5 (kg/ha)
0-3,0	Baixo	250
3,1-7,0	Médio	150
7,1-10,0	Bom	120
> 10	ótimo	0

Fonte: Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás (1988).

Em área de capineiras, e/ou de pasto reserva, tem sido utilizada a adubação de capineira e prados, para repor ao solo o nutriente que está sendo retirado com a massa verde consumida pelo animal. É uma modalidade de correção muito comum, devido à necessidade freqüente de material verde extra a ser disponibilizado para o gado na época da seca e, também, para manter o animal em sistema de manejo confinado durante todo o ano.

As adubações corretivas podem ser onerosas e, por esta razão, muitas vezes não são realizadas; com isto, as pastagens sofrem uma degradação rápida, como ocorre em quase 80% das existentes no Cerrado brasileiro. Para tornar possível a recuperação de pastagem, o agropecuarista pode utilizar o sistema agricultura e forrageira para produzir grãos, cujo lucro pode vir a cobrir, pelo menos em parte, o custo da recuperação, desde que o produtor tenha uma atividade zootécnica que produza animais de alto valor comercial, ou seja estruturado e recupere o dinheiro investido na reforma a longo prazo. A recuperação da pastagem pode trazer compensações econômicas, além de favorecer a melhoria da qualidade do rebanho.

6 PRINCÍPIOS BÁSICOS DO SISTEMA BARREIRÃO

O sistema Barreirão consiste em um conjunto de tecnologias que visam recuperar pastagens degradadas, com uma exploração agrícola que permite o plantio de uma cultura produtiva associada a uma forrageira, com o objetivo de cobrir, pelo menos parcialmente, o custo de formação de pastagem e deixar a pastagem formada, após a colheita (Yokoyama et al., 1992). Quando a tecnologia é empregada no início do período chuvoso, a entrada de animais na área reformada é permitida dois meses após a colheita da cultura. A

duraco da pastagem reformada varia de acordo com o manejo do rebanho, mas tem-se observado boa produo de forrageiras at cinco anos aps a formao.

Para tanto,  desejvel que se realizem operaes conjuntas, tais como a correo do solo por calagem ou fosfatagem, quando necessria, por ocasio da primeira limpeza do pasto velho e semeio. As adubaes de formao da lavoura e da pastagem so feitas junto com o plantio. O preparo do solo bem feito  uma operao bsica para evitar infestao da rea por plantas daninhas e reduzir ou evitar o uso de herbicidas e capinas mecnicas durante o ciclo da cultura (Oliveira et al., 1996). Produtos qumicos so utilizados somente para tratamento de sementes, at 40 dias aps a germinao, no combate  cigarrinha-da-pastagem (*Deois flavopicta*) e  lagarta elasm (*Elasmopalpus lignoselus*).

A implantao desse sistema prev a realizao das seguintes etapas:

- . Reconhecimento das caractersticas fsicas e qumicas do solo, fundamentadas em anlises laboratoriais, a partir do ms de maio.
- . Correo do solo com calcrio dolomtico, conforme a necessidade da cultura, em aplicao sobre a pastagem, imediatamente aps o conhecimento da necessidade de correo da rea.
- . Gradagem realizada com grade Rome, ainda no perodo seco.
- . Arao profunda (30 cm a 40 cm de profundidade) com aiveca, entre 10 e 15 dias aps a calagem, aps as primeiras chuvas.
- . Gradagem de nivelamento realizada com grade leve, entre 7 e 10 dias aps a arao.
- . Tratamento da semente da cultura com produtos  base de carbofuran ou carbosulfan no dia do plantio.
- . Aplicao de adubao bsica (15-90-45 kg de N-P₂O₅-K₂O/ha, respectivamente) e adubao de cobertura em torno de 150 kg de 20-0-20 (N-P₂O₅-K₂O/ha). Adubaes adicionais so realizadas de acordo com acompanhamento das anlises de solo.
- . Plantio da cultura logo aps o preparo do solo, colocando-se as sementes das culturas entre 3 cm e 5 cm, e a da forrageira, misturada com o fertilizante entre 8 cm e 12 cm.

7 IMPORTÂNCIA DA PROGRAMAÇÃO DO NÚMERO DE ANIMAIS EM PASTAGEM REFORMADA

As forrageiras nas pastagens recuperadas desenvolvem-se naturalmente pelos tratamentos recebidos e o teor de água no solo. No período da seca, deverá ocorrer redução na produção de massa; contudo, nas pastagens recuperadas, esta redução será em menor intensidade que nas degradadas.

Para definir o número de animais a ser colocado por unidade de área, são sugeridos os procedimentos relacionados a seguir.

- . Manter um pasto de reserva para complementar a necessidade de massa verde no período da seca.
- . Calcular a lotação animal de acordo com a massa existente no período da seca.
- . Monitorar a produção de matéria seca mensalmente e variar o número de animais na área, conforme o ciclo de desenvolvimento da forrageira nas diferentes estações do ano.
- . Complementar a necessidade de massa verde com capineiras e/ou silos.

8 ORIENTAÇÕES TÉCNICAS AO PRODUTOR NA REFORMA DE PASTAGEM

O agropecuarista, de posse das análises físicas e químicas do solo, dispõe das informações necessárias para avaliar o estado da fertilidade de sua pastagem. Para diversas faixas de teor de argila, são diferenciados índices de fósforo denominados muito baixo, baixo, médio e alto.

A quantidade de fertilizante a ser aplicada irá depender da forrageira presente na área para as adubações de manutenção, ou da forrageira a ser usada, no caso de formação e/ou reforma de pastagem. Em várias regiões, as áreas novas não exigem adubação, mas são logo esgotadas pela alta lotação de animais. É importante amostrar o solo anualmente para evitar a queda generalizada dos nutrientes essenciais à planta e ao animal.

A adubação de capineiras e prados nem sempre precisa ser completa, pois, muitas vezes, a redução na produção de massa verde é decorrente da carência de apenas um micronutriente no solo (Oliveira et al., 1993).

Nas explorações extensivas, as correções químicas da fertilidade devem ser realizadas com produtos comerciais, mas algumas práticas podem ser utilizadas para reduzir a quantidade de fertilizantes no processo de formação da pastagem, como, por exemplo, semear uma forrageira da família das leguminosas. Pouco é acrescentado ao orçamento, se se semear, junto às gramíneas (Tabela 6), uma ou várias leguminosas (Tabela 7). A soma do preço das sementes e do custo das operações realizadas em conjunto é bem menor que o emprego de qualquer fonte nitrogenada comercial. O nitrogênio é fundamental quando se realizam adubações fosfatadas na recuperação de pastagens. São várias as leguminosas fixadoras de nitrogênio da atmosfera que possuem sistema radicular longo, o que permite a reciclagem de muitos nutrientes das camadas mais profundas para as camadas rasas, quebrando o adensamento do solo.

TABELA 6 Exigências de algumas gramíneas forrageiras quanto à fertilidade do solo e ao fósforo.

Nome Comum	Nome Científico	Exigência*	
		Fertilidade	Fósforo
Quicuío-da-Amazônia	<i>Brachiaria humidicola</i>	B	B
Braquiaria africana	<i>B. decumbens</i> cultivar IPEAN	B/M	M
Braquiaria australiana	<i>B. decumbens</i> cultivar Besilisk	B/M	M
Braquiaria ruziziensis	<i>B. ruziziensis</i>	M	-
Dictyoneura	<i>B. dictyoneura</i>	B/M	-
Braquiaria-do-brejo	<i>B. radicans</i>	M	M/A
Braquiarão	<i>B. brizantha</i>	M/A	-
Braquiarão	<i>B. brizantha</i> (cv. Marandu)	B	-
Milheto	<i>Pennisetum americanum</i>	B/M e A	-
Mombaça	<i>Panicum maximum</i>	M/B	-
Centenário	<i>Panicum maximum</i>	B	-
Colonião	<i>Panicum maximum</i>	M/B	-
Cana forrageira	<i>Saccarum officinarum</i>	A	-
Andropogon	<i>Andropogon gayanus</i>	B/M	M
Setária	<i>Setaria sphacelata</i>	B/M e A	-
Capim kazungula	<i>Setaria kazungula</i>	M	-
Tanzânia	<i>Panicum maximum</i>	M/A	-
Tobiatã	<i>Panicum maximum</i>	M/B	-
Vencedor	-	B/M	-
Pensacola	-	B	-
Setária	<i>Setaria ancejos</i>	B	-
Ramires	-	M	-

* A = alta; B = baixa; M = média.

Fonte: Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás (1988), Vilela et al. (1997).

TABELA 7 Exigências de algumas forrageiras leguminosas quanto à fertilidade do solo e ao fósforo.

Leguminosa	Nome Científico	Exigência*	
		Fertilidade	Fósforo
Alfafa	<i>Medicago sativa</i>	A	-
Amendoim forrageiro	<i>Arachis pintoi</i>	B/M	-
Calopogônio	<i>Calopogonium mucunoides</i>	B	-
Crotalária	<i>Crotalaria spp</i>	M/A	-
Estilosante	<i>Stylosanthes guianensis</i>	B	B
Estilosante	<i>Stylosanthes capitata</i>	B	B/A
Guandu	<i>Cajanus cajan</i>	B/M e A	-
Kudzu	<i>Pueraria spp</i>	B/M e A	-
Lab-lab purpureus	<i>Lablab purpureus</i>	B/M e A	-
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i>	M/A	-
Mucuna preta	<i>Stylobium aterrimum</i>	B/M e A	-
Soja perene	<i>Neotononia wightii</i>	M/A	M

* A = alta; B = baixa; M = média.

Fonte: Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás (1988), Vilela et al. (1997) e dados não publicados, obtidos das Sementes Matsuda, São Paulo, SP.

As áreas pequenas, que podem ser chamadas de quadras de produção de massa verde, ao serem utilizadas com o processo intensivo de exploração animal, têm quase todo o resíduo, incluindo fezes e restos de forragem, retornado aos pastos. Conseqüentemente, a necessidade de fertilizante para as adubações de manutenção é bastante reduzida.

Devido ao alto investimento requerido na reforma das pastagens e à necessidade de maior tempo para o retorno do capital empregado, são poucos os agropecuaristas que investem em recuperação de áreas degradadas. Além disto, outros fatores podem influenciar tal decisão, como, por exemplo, o preço das terras, que, quando muito baixo, é mais prático utilizar uma área até a sua degradação e depois adquirir outras, não exploradas. O efeito maléfico desse processo na ecologia da região ainda não foi avaliado.

Com a estabilidade da economia, a exploração intensiva das áreas agricultáveis vem se tornando uma alternativa economicamente interessante, desde que se utilize alta tecnologia na formação das pastagens e no manejo de um rebanho geneticamente melhorado.

9 PERSPECTIVAS DE USO DE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS

Limitando-se a analisar apenas o Cerrado brasileiro no início de sua expansão, com os seus 200 milhões de hectares, verifica-se que, não obstante quase 60% deste total serem ocupados com pastagem – cerca de 75% com pastagens nativas e 25% com pastagens cultivadas (Embrapa, 1987) –, ambas as áreas apresentam entre 60% e 80% de degradação. A situação não é diferente em outras áreas fora do cerrado.

A necessidade de produção, os movimentos sociais emergentes, como o Movimento dos Sem-Terra, e a cobrança diferenciada de impostos têm induzido os proprietários a desenvolver atividades em suas terras, evitando caracterizar seus patrimônios de importância social como improdutivos.

Rebanhos criados em pastos produtivos, com alto volume de massa, são capazes de atingir um maior ganho de peso em menor espaço de tempo. Situação contrária ocorre em rebanhos criados extensivamente em pastos degradados, calculando-se que, somente no cerrado, podem estar sendo perdidas até 50 mil arrobas de carne no período da seca, devido o emagrecimento, e animais, por falta de alimento.

Há uma inter-relação muito grande entre fertilidade do solo, composição de forrageiras e concentração de nutrientes no tecido animal. A interpretação desses dados leva a inferir que pastagens bem-formadas resultam em animais sadios e capazes de suportar longos períodos de seca.

10 CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS DE CERRADOS

Aproximadamente 56% dos solos do Cerrado brasileiro são constituídos de Latossolos (94,5 milhões de hectares), 20% de Areias Quartzosas, 5% de Solos Eutróficos e 19% distribuídos entre Podzólicos, Cambissolos e Solos Hidromórficos. Estão localizados em região de topografia suave, com ótimas condições para mecanização e um manancial de água admirável, porém com uma fertilidade natural muito baixa. Desses solos, cerca de 80% apresentam acidez entre média e elevada; 90% são pobres em fósforo; mais de 60% são pobres em potássio; mais da metade apresenta teores de cálcio e magnésio e de micronutrientes, principalmente de zinco; e mais de 75% apresenta concentrações de alumínio entre médias e elevadas.

O teor de matéria orgânica é baixo (Meneses, 1981) e seus minerais primários apresentam baixo poder de troca (notadamente, a caulinita e sesquióxidos). Esses solos, por serem ricos em alumínio e ferro, possuem alta capacidade de fixação de fosfatos.

Isto posto, constata-se que, dadas as condições naturais da região, as atividades agropecuárias devem ser tecnificadas para que haja retorno econômico. A fosfatagem é uma prática recomendável sempre que se conseguirem fosfatos a preços favoráveis. Algumas regiões de alto potencial produtivo recebem incentivos para o uso de fosfatos com benefícios de amortização da dívida a juros baixos, por períodos de tempo mais longos. Os fosfatos parcialmente solúveis são os mais recomendados por colocarem à disposição da planta, principalmente para as pastagens, algum fósforo prontamente solúvel, além de uma porção ser solubilizada à medida que a rocha natural entra em contato com o ambiente ácido do solo. São vários os fertilizantes fosfatados disponíveis no mercado (Tabela 8), sendo recomendadas fontes mais solúveis para culturas de ciclo curto e fontes naturais para as de ciclo mais longo.

11 FOSFATOS COMO FONTES DE FÓSFORO

A escolha de fontes de fosfatos está diretamente relacionada à duração da atividade agropecuária. Culturas de ciclo curto exigem fontes em que o fósforo esteja mais prontamente disponível, isto porque a maioria delas permanece no campo por um período que varia entre 90 e 150 dias. O papel fundamental do fósforo na vida da planta, dos animais e dos microrganismos, em obediência ao princípio geral da unidade dos sistemas biológicos, como participante dos compostos considerados ricos (adenosina trifosfatada - ATP), em que a célula viva gasta em todos os processos termodinâmicos que exigem introdução de energia externa como síntese e desdobramento de carboidratos (inclusive amido), síntese de proteínas, síntese e desdobramento de óleos e gorduras, do trabalho mecânico, da absorção salina.

Culturas perenes ou pastagens, que durem entre 10 e 20 anos, conseguem fazer uso do fósforo paulatinamente, à medida que o sistema radicular da própria planta cria condições para absorvê-lo do ambiente. As fontes de fósforo para essas culturas podem ser parcialmente solúveis (Tabela 8), como os fosfatos naturais e os termofosfatos.

TABELA 8 Composição mineral dos principais adubos fosfatados.

Adubo	Concentração de P_2O_5 (%)						Outros (%)		
	Total	HC*	Ci-Am	Água	N	CaO	MgO	S	
Ácido fosfórico	-	54	-	-	-	-	-	-	
Superfosfato "30"	30	29	30	28	0	20	0	8	
Simples	21	18	18	15	0	26	0	12	
Triplo	45	39	45	36	0	15	0	2	
Fosfato									
Monoamônico	52	52	52	50	10	0	0	0	
Diamônico	45	43	44	41	18	0	0	0	
Nitrofosfatos	20	18	18	16	18	12	0	0	
Fosfato bicálcico	40	40	40	0	0	30	0	0	
Termofosfato	19	16	13	0	0	28	16	0	
Escória de Thomas	19	15	12	0	0	25	-	0	
Fosforita de Olinda	28	-	7	-	-	44	-	-	
Fosforita de Flórida	30	-	8	-	-	44	-	-	
Fosfato de Araxá	29	-	5	-	-	44	-	-	
Fosfato de Patos(MG)	24	-	4	-	-	28	-	-	

(Continua...)

(...continuação, Tabela 8)

Adubo	Concentração de P_2O_5 (%) (solubilidade)				Outros (%)			
	Total	HC*	Ci-Am	Água	N	CaO	MgO	S
Farinha de ossos	30	25	17	0	0	36	0	0
Abaeté	24	4	1	0	0	-	0	0
Patos de Minas	24	4	1,5	0	0	-	0	0
Alvorada	33	6	2,5	0	0	-	0	0
Ipanema	39	3	2	0	0	-	0	0
Jacupiranga	33	2	-	0	0	-	0	0
Araxá	36	5	2	0	0	42	0	0
Catalão	37	2,5	0,5	0	0	-	0	0
Tapira	37	2,5	2	0	0	-	0	0
Maranhão	30	1	15	0	0	-	0	0
Fospal	32	0,5	6	0	0	0	0	0

* HC = ácido cítrico 2%, relação 1:100; Ci-Am = citrato de amônio N pH 7,00, relação 1:100 + a concentração solúvel em água (H_2O).

Fonte: Barbosa Filho (1984).

12 USO DE FOSFATOS NO SISTEMA BARREIRÃO

Para que as plantas tenham um arranque inicial rápido de crescimento e a cultura continue a se desenvolver sem prejudicar seu potencial de produção, as lavouras anuais devem ser supridas por nutrientes prontamente disponíveis. Com a necessidade crescente de produção de grãos, tem-se procurado utilizar formulações balanceadas em quantidades suficientes para atingir, pelos menos, 80% do potencial de produção. Como principal elemento deficiente nos solos de cerrado, o fósforo tem merecido atenção especial, não só pela sua função na planta, como também por ser nutriente suporte para a absorção de outros.

12.1 Doses e Modos de Aplicação do Termofosfato

Embora a fosfatagem a lanço seja pouco usada, existe, ainda, bastante interesse no conhecimento desse tipo de fertilização na abertura de novas áreas e na recuperação de áreas degradadas. O maior impedimento para o aumento do uso deste tipo de aplicação está relacionado com as quantidades exigidas pela cultura e ao seu preço. Por outro lado, a vantagem na aplicação de fosfatos a lanço é a correção da fertilidade natural dos solos, que pode transformar grandes áreas de pousio em áreas ativamente exploráveis. Com o pequeno incentivo oficial em abrir novas fronteiras agrícolas, e com a necessidade de produzir maior quantidade de grãos por unidade de área, está havendo um aumento na demanda por tecnologia para o emprego de sistemas que aumentem a produtividade e reduzam o custo de produção em períodos de tempo mais longos.

Com a finalidade de conhecer uma dose semelhante a de uma fonte comercial solúvel (100 kg de P_2O_5 /ha), que permitisse uma produção satisfatória de arroz de terras altas e pudesse ser aplicada na operação de plantio, foram conduzidos ensaios em Goiânia-GO, nos quais foram aplicados, a lanço, por ocasião do plantio, 250 kg, 500 kg, 1.000 kg e 4.000 kg/ha de termofosfato Yoorin BZ, em um latossolo vermelho-escuro, e 500 kg/ha desta mesma fonte, em sulco. Os melhores rendimentos foram obtidos com a aplicação a lanço, nas doses entre 1.000 kg e 2.000 kg/ha de termofosfato; no entanto, dosagens a partir de 500 kg/ha a lanço podem ser consideradas regulares para a produção de arroz, cultivar Guarani (Figura 13).

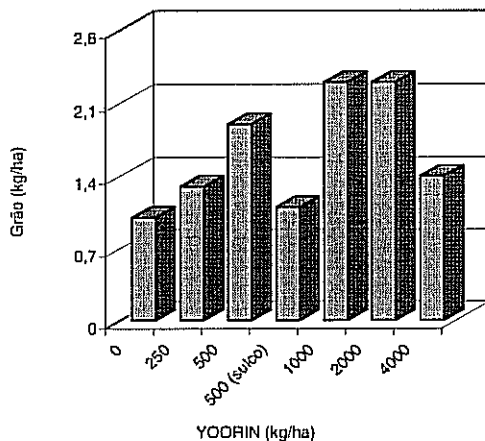


FIG. 13 Produção de arroz sob adubação fosfatada aplicada a lanço.

Quando os adubos foram aplicados em linha ou a lanço, complementando as adubações de base (Figura 14), os resultados de produção de grãos foram considerados excelentes para a cultura do arroz.

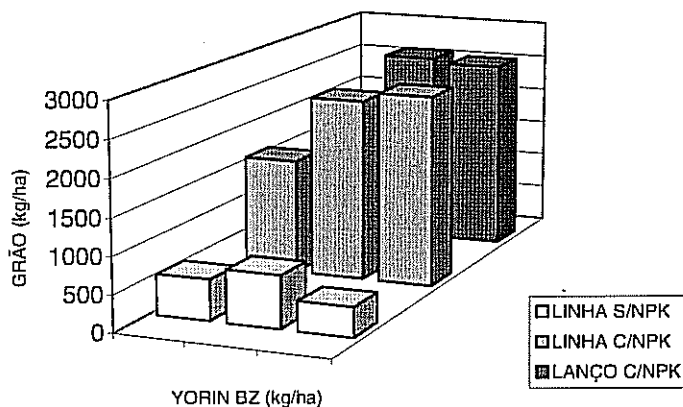


FIG. 14 Aplicação de Yoorin BZ, complementar às adubações de sulco.

Ao comparar as aplicações de 500 kg/ha de termofosfato a lanço e em sulco, conclui-se que a primeira é superior. O efeito do termofosfato, nas quantidades aplicadas, foi imediato, visto que o acamamento das plantas aumentou conforme as dosagens (Figura 15), reforçando a idéia de que o acamamento está diretamente

relacionado com o desenvolvimento das plantas e o volume de grãos produzidos. Os menores acamamentos foram observados nos tratamentos testemunha e naqueles que receberam o termofosfato no sulco. A planta absorveu mais fósforo à medida que se elevou a quantidade de fosfato aplicado (Figura 16), e a concentração de fósforo residual foi maior nas áreas onde se aplicou mais fosfato (Figura 17).

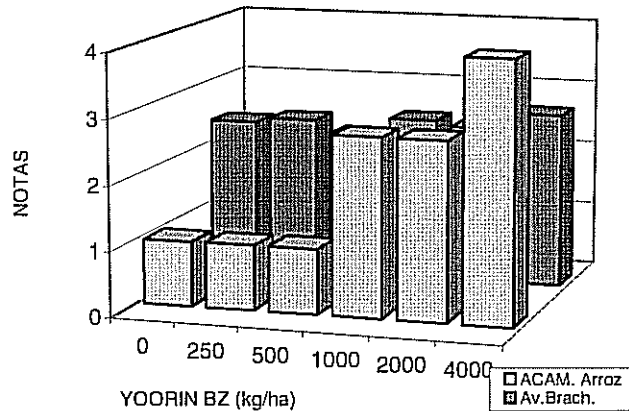


FIG. 15 Acamamento do arroz e desenvolvimento da *Brizantha brizantha* (cultivar Marandu), sob aplicações crescentes de termofosfato.

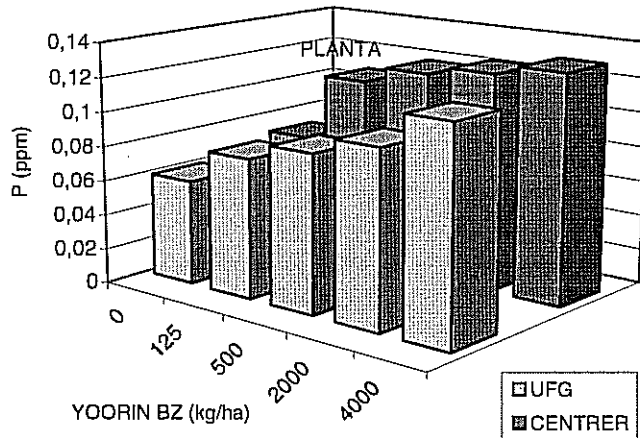


FIG. 16 Concentração foliar de fósforo (P) na cultivar de arroz Guarani, sob doses crescentes de termofosfato Yoorin BZ, na Universidade Federal de Goiás (UFG) e no Centro de Treinamento da Emater-GO (CENTRER), Goiânia, GO.

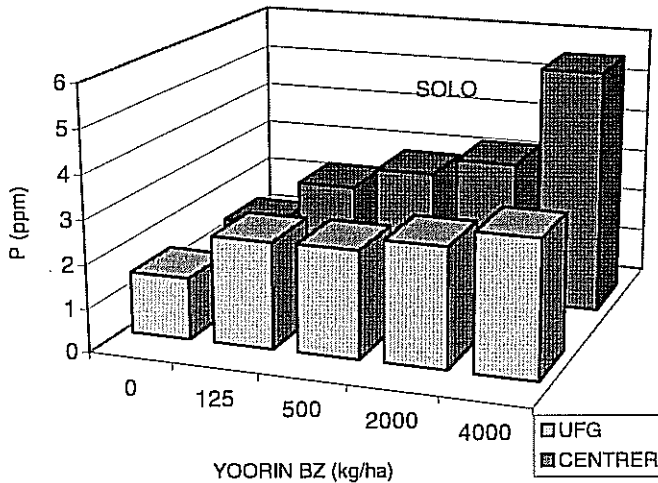


FIG. 17 Concentração de fósforo residual de doses crescentes de Yoorin BZ no solo, após a colheita de arroz, cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha* (cultivar Marandu), na Universidade Federal de Goiás (UFG) e no Centro de Treinamento da Emater-GO (CENTRER), Goiânia, GO.

Considerando-se o crescimento limitado das plantas de arroz nas parcelas testemunha, conclui-se que o baixo rendimento pode ser atribuído à falta de fertilizantes; contudo, nos tratamentos em que o fósforo foi aplicado em sulco, o baixo rendimento pode estar relacionado ao efeito antagonístico do fósforo na absorção de outros nutrientes. O desenvolvimento do capim *Brachiaria brizantha* (cultivar Marandu) foi uniforme em todos os tratamentos na época da colheita do arroz, observando-se apenas uma coloração mais verde nas plantas desenvolvidas nas áreas que receberam as dosagens maiores de fertilizantes fosfatados.

12.2 Fontes de Fosfatos e Modos de Aplicação

As fontes de fosfato mais solúveis disponibilizam maior quantidade de nutrientes para as plantas em menor espaço de tempo. Contudo, para culturas perenes, como é o caso da pastagem, as fontes pouco solúveis podem ser responsáveis por melhores produções que aquelas obtidas pelas solúveis, principalmente se considerarmos a longevidade das forrageiras sob pastejo.

Quando se aplica fosfato a lanço, tem-se por finalidades: aumentar a fertilidade do solo, de forma imediata ou gradativa; reduzir a fixação de fósforo nas adubações fosfatadas subseqüentes; aumentar os teores dos nutrientes de baixa mobilidade no solo; proporcionar a disponibilidade deste nutriente em um maior volume de solo; e reduzir os riscos da exploração agrícola.

É considerada correção imediata a operação em que se aplica o fósforo na dose recomendada, conforme a textura do solo, numa única operação e a lanço, com posterior incorporação, propiciando a correção da baixa fertilidade. Quanto maior for o teor de argila, maior será a quantidade de fósforo a ser aplicada nas adubações corretivas. Anualmente, mesmo nos solos corrigidos, tem-se recomendado fazer uma adubação no sulco de plantio, para manutenção da fertilidade.

A correção do solo também pode ser feita gradativamente. Em geral, é realizada anualmente, no sulco de plantio, com a aplicação de doses superiores às de manutenção, de modo que o excesso de fósforo se acumule em um determinado número de anos, atingindo as quantidades recomendadas na correção imediata. Tecnicamente, estas recomendações são perfeitas, mas nem sempre econômicas e nem todas atingem plenamente seus objetivos, uma vez que o processo de fixação de fósforo em compostos de ferro e alumínio retira do solo grandes quantidades do elemento, tornando-o pouco disponível às plantas.

As produções nas parcelas adubadas, em área da Universidade Federal de Goiás (UFG), foram o dobro daquelas obtidas na parcela testemunha, e a maior produção de arroz (cultivar Guarani) foi obtida com a aplicação de 500 kg/ha de Fosfato Natural de Patos, a lanço. As aplicações de fosfato a lanço proporcionaram produções de grãos superiores àquelas obtidas com aplicações em sulco. Atribuem-se esses bons resultados ao fato de que os solos de cerrados são, em geral, pobres em fósforo e, por isto, dosagens maiores resultam em

maiores produções, ao mesmo tempo em que a aplicação a lanço coloca à disposição do sistema radicular da planta maior quantidade de fósforo, resultante do maior contato das raízes com o fertilizante.

O Fosfato Natural de Patos foi um pouco superior ao Yoorin e à formulação comercial 4-30-16 de N, P_2O_5 e K_2O (Figura 18). O acamamento do arroz foi maior nos tratamentos responsáveis pelas maiores produções de grãos, indicando que este parâmetro está relacionado com o desenvolvimento da planta e o volume de produção (Figura 19). O capim *Brachiaria brizantha* (cultivar Marandu) respondeu uniformemente às diferentes fontes de fosfatos (Figura 20), o que demonstra que o melhor rendimento das pastagens pode ser obtido com o monitoramento da fertilidade dos solos.

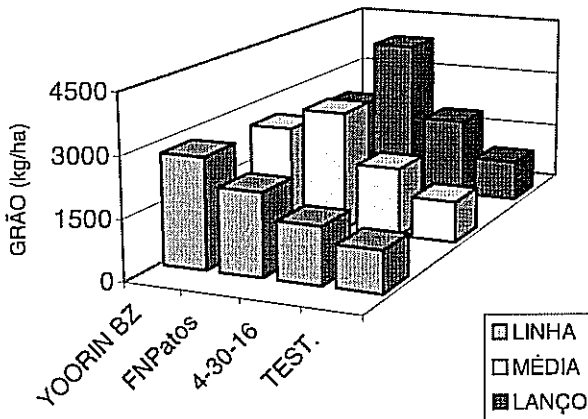


FIG. 18 Produção de grãos sob efeito de várias fontes de fertilizantes fosfatados.

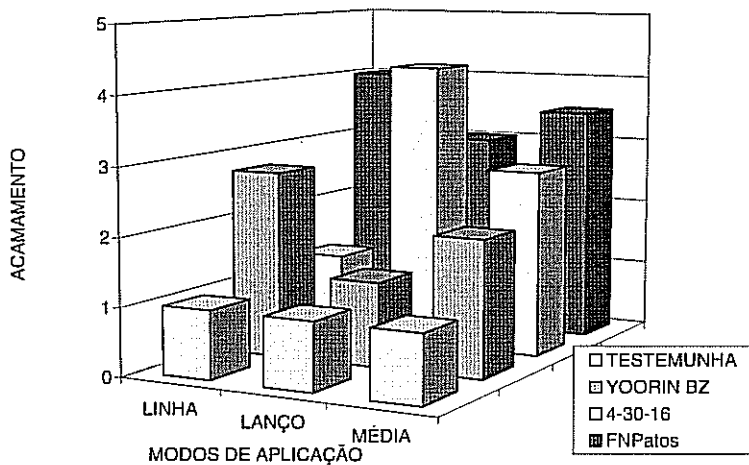


FIG. 19 Acamamento de arroz, cultivar Guarani, sob aplicação de fosfatos.

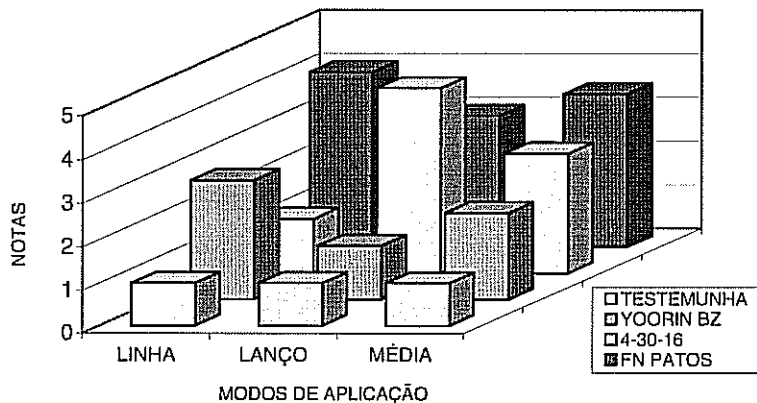


FIG. 20 Avaliação do pasto formado por *Brachiaria brizantha* (cultivar Marandu), sob adubação fosfatada.

Em experimento conduzido em área da Emater-GO (CENTRER), com o milho AG 510 e as mesmas fontes de fosfato utilizadas no experimento anterior, as produções obtidas foram superiores à testemunha, não havendo diferença entre as fontes (Figura 21). A altura da planta e a altura da espiga foram maiores para as áreas adubadas com 5-30-15 (Figura 22), o que constitui um resultado

importante quando se realizam colheitas com colhedoras que dispõem de pouco recurso de variação para altura de corte. As maiores alturas das espigas facilitam a colheita da cultura associada ao capim, com menor perda de grãos, porque reduz o número de espigas que ficam no campo por não terem atingido a altura de corte.

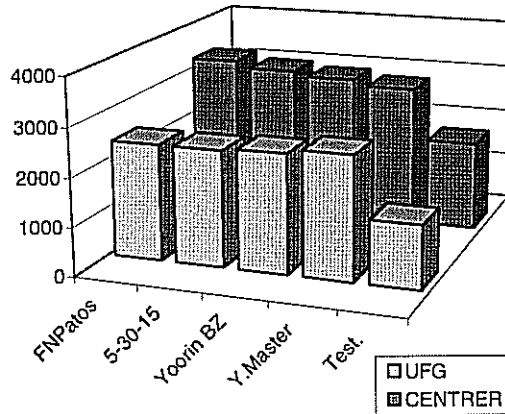


FIG. 21 Efeitos de diferentes fontes de fosfato na produção de milho AG 510, consorciado com *Brachiaria brizantha* (cultivar Marandu), na Universidade Federal de Goiás (UFG) e no Centro de Treinamento (CENTRER) da Emater-GO, Goiânia-GO.

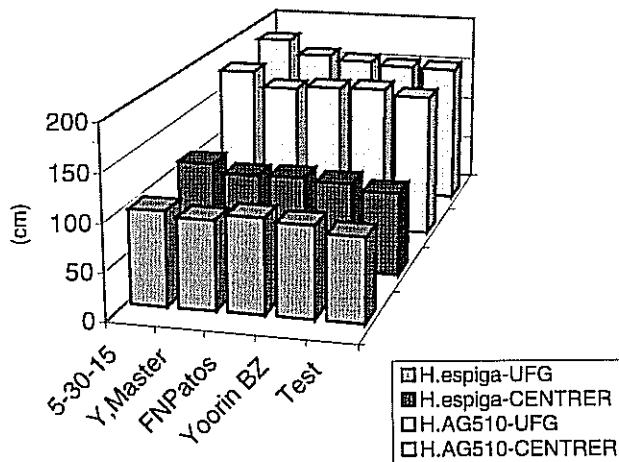


FIG. 22 Efeito de diferentes fontes de fosfato na altura (H) da espiga e na altura (H) da planta de milho AG 510.

A produção de massa verde de *Brachiaria brizantha* (cultivar Marandu) foi superior nas áreas que receberam o termofosfato Yoorin BZ e o Fosfato Natural de Patos (Figura 23).

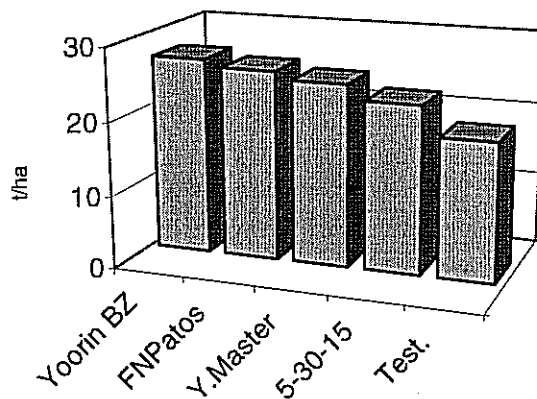


FIG. 23 Produção de massa verde (MV) de *Brachiaria brizantha* (cultivar Marandu), sob efeito de diferentes fontes de fósforo.

12.3 Mistura de Adubos Comerciais: Termofosfato

Nos cerrados, onde a maioria dos solos minerais é pobre em fósforo, a principal fonte de nutriente disponível às plantas é o fertilizante aplicado. A mistura de adubos comerciais prontamente disponíveis com o termofosfato, que é parcialmente solúvel, tem como objetivo colocar à disposição da planta fósforo suficiente para o seu arranque inicial de crescimento e fornecer as quantidades necessárias deste nutriente para o seu desenvolvimento normal.

Em ensaios conduzidos em Piracanjuba-GO, foram aplicadas, nos sulcos, doses proporcionais de duas fontes, parcialmente solúvel e solúvel, com base nos teores de fósforo solúvel em água e ácido cítrico (Yoorin (Y): fórmula comercial 4-30-16 (AC)), somando em todas as combinações 100 kg de P_2O_5 /ha em fósforo solúvel (0:100%, 20:80%, 40:60%, 60:40%, 80:20%, 100:0%).

Considerando o rendimento de 80% do máximo atingido com as melhores produções, os resultados obtidos com as misturas de fertilizantes fosfatados mostraram ser viáveis para a produção de grãos. Embora todos os rendimentos fossem maiores que o obtido no tratamento testemunha (sem fósforo), as maiores produções foram alcançadas quando se aplicaram fosfatos em formulações comerciais (Figura 24).

O acamamento das plantas de arroz ocorreu em resposta ao melhor crescimento das plantas e à maior produção de grãos (Figuras 24 e 25). Tais resultados foram observados quando se compararam as notas de acamamento com o rendimento de cultura. Os menores acamamentos ocorreram no tratamento testemunha. A forrageira, em curto espaço de tempo, apresentou melhor desempenho nos tratamentos que receberam fosfatos prontamente solúveis em maior quantidade.

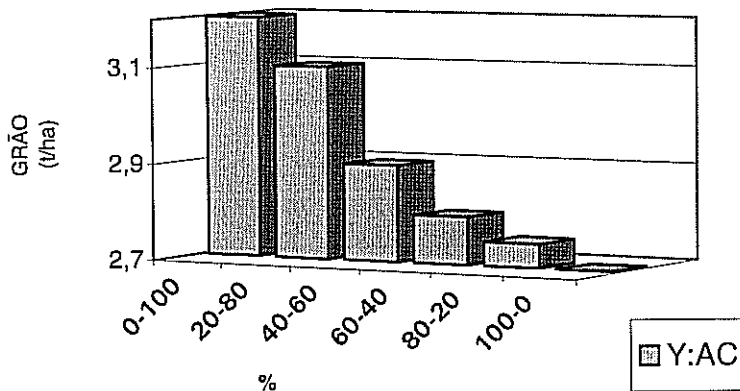


FIG. 24 Efeito de doses proporcionais de termofosfato (Yoorin:5-30-15) na produção de grãos. Onde: Y = Yoorin; AC = adubo comercial 5-30-15.

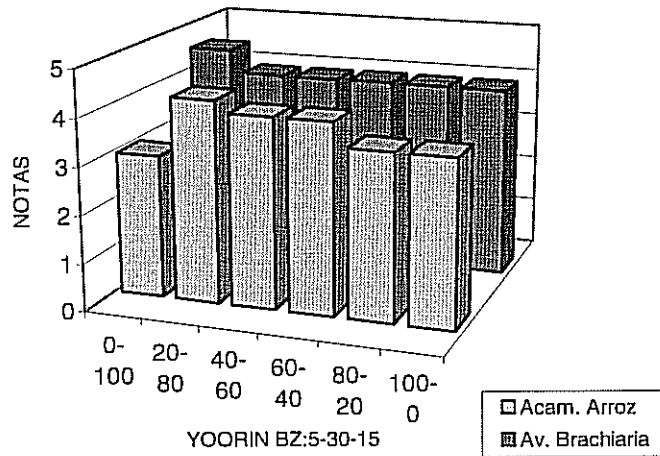


FIG. 25 Efeito de doses proporcionais de Yoorin: 5-30-15 no acamamento (Acam.) do arroz, cultivar Guarani, e no desenvolvimento do capim *Brachiaria brizantha* (cultivar Marandu), avaliado (Av.) por notas de campo.

O teor foliar de fósforo no arroz (cultivar Guarani) aumentou proporcionalmente às quantidades de fertilizantes comerciais aplicadas (Figura 26). O mesmo não foi observado em relação ao teor de fósforo no solo (Figura 27) após a colheita do arroz; a maior quantidade de fósforo extraída foi verificada nas parcelas que receberam maiores quantidades de fosfato menos solúvel. Esses resultados sugerem que, por um período mais longo de tempo, o fósforo residual deixado no solo pelo fosfato menos solúvel pode proporcionar maior produção de massa verde do capim *Brachiaria brizantha* (cultivar Marandu) ou permitir maior longevidade da pastagem.

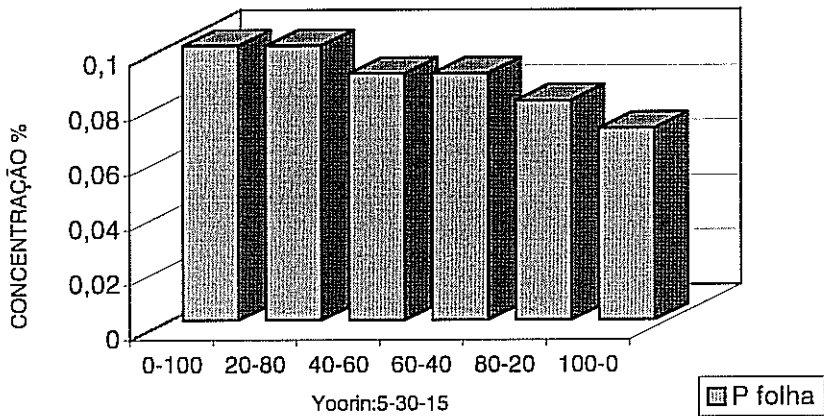


FIG. 26 Concentração de fósforo na folha de arroz, sob diferentes misturas de fosfatos.

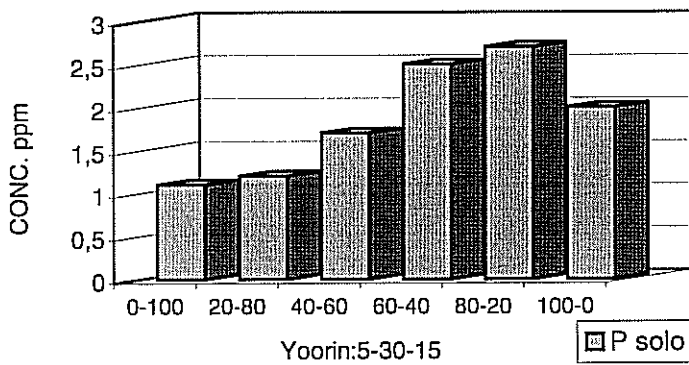


FIG. 27 Concentração de fósforo residual em solos que receberam misturas de fertilizantes fosfatados.

12.4 Resultados Comparativos de Modos de Aplicação de Fosfatos

Os termofosfatos, devido o aquecimento da rocha fosfatada natural, apresentam maior concentração de fósforo prontamente disponível às plantas. Por esta razão, algumas tentativas têm sido feitas para que eles sejam utilizados como fonte fosfatada, em substituição aos fosfatos comerciais prontamente solúveis. Nem sempre esses fosfatos são aproveitados nos primeiros cultivos, mas o seu efeito residual, por prolongar-se por alguns anos, melhora a fertilidade natural dos solos, com aumento gradual da produtividade. As produtividades das culturas, mesmo daquelas mais exigentes em fósforo, têm aumentado com as adubações corretivas fosfatadas. A aplicação de fertilizante a lanço reflete a correção da fertilidade do solo, e em linha, a adubação básica, semelhante à realizada por fontes comerciais.

Procurando atingir altas produções com a cultura consorciada, ao mesmo tempo em que se praticava a correção da fertilidade do solo, foram conduzidos experimentos, nos quais foram aplicados, em cobertura, 100 kg/ha de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, entre 30 e 35 dias após a germinação, e feita adubação básica com potássio e micronutrientes. O arroz foi plantado em consórcio com o capim braquiarião (*Brachiaria brizantha*, cultivar Marandu), no início do período chuvoso.

O uso do termofosfato resultou em aumento de produção dos grãos (Figura 28). De modo geral, a aplicação a lanço, isoladamente, foi melhor do que quando combinada com aplicações em sulco. A baixa resposta aos fosfatos, observada comumente na maioria dos solos brasileiros, é atribuída à fixação do fósforo aos compostos, ora de cálcio, ora de ferro e/ou alumínio. Esta fixação de fósforo tem sido maior com os fosfatos solúveis, os quais, por serem prontamente disponíveis, reagem rapidamente com os compostos presentes no solo. Como a solubilidade dos fosfatos pouco industrializados é pequena e a sua movimentação é lenta na solução do solo, a planta, dada a sua necessidade em fósforo como fonte de energia, consegue fazer bom aproveitamento do fertilizante aplicado no seu sistema radicular, devido o contato direto com o nutriente disponível. Os fertilizantes fosfatados concentrados na linha sofrem menor influência dos fatores naturais do solo, como umidade, temperatura, reações químicas e ataque por microrganismos solubilizadores de fosfatos. Não havendo fósforo disponível, a planta

fica sem energia para se desenvolver e a produção fica prejudicada. Por outro lado, se os fosfatos forem aplicados em grandes quantidades concentradas na linha, a absorção de outros nutrientes, como ferro, cobre e zinco, fica prejudicada.

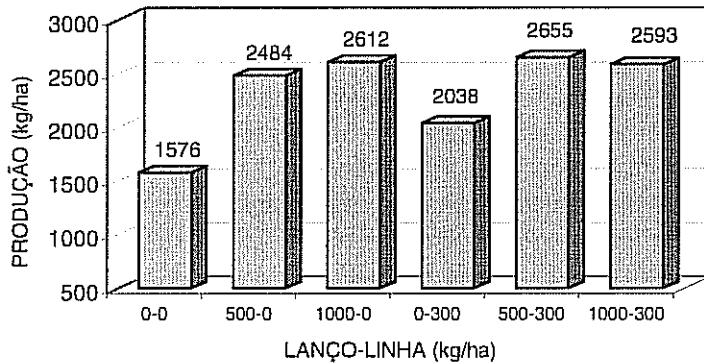


FIG. 28 Efeito da aplicação combinada e isolada de termofosfato Yoorin BZ.

12.5 Fosfato Natural de Patos e Formulações Comerciais

Sabe-se que a intensificação da produção de alimentos em áreas de cerrados é uma necessidade urgente e que, para tanto, a terra deve ser utilizada exaustivamente. A correção desses solos com adubações fosfatadas, seja de manutenção ou de correção, é viável tecnicamente, mas requer altos investimentos iniciais, o que, muitas vezes, torna onerosa a realização das atividades agrícolas.

Em ensaios, foram aplicados de 0 a 600 kg de P_2O_5 /ha, tanto de fórmula comercial como de fosfato natural, sendo ambas as aplicações feitas em sulcos. Nitrogênio e potássio foram aplicados até atingir a equivalência da fórmula comercial, como uréia e cloreto de potássio. Ainda, no sulco, foram aplicados 20 kg e 30 kg/ha de $ZnSO_4$ e FTE (BR12), respectivamente.

A produção de palha, de modo geral, foi melhor com a aplicação da fórmula comercial (Figura 29). O capim desenvolveu-se uniformemente, não mostrando diferença significativa na avaliação dos efeitos das diferentes doses de nutrientes (Figura 30). O acamamento foi maior e crescente à medida que se aumentava a quantidade de fósforo solúvel aplicado com a fórmula comercial

(Figura 30). Sob condições de campo, a cultura, por apresentar maior crescimento, torna-se mais sensível ao acamamento, principalmente a partir da fase final de maturação até a colheita.

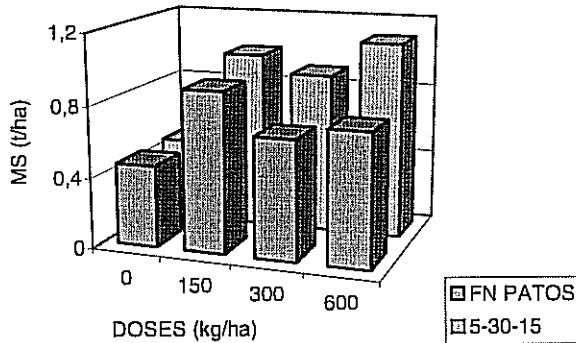


FIG. 29 Efeito do Fosfato Natural de Patos na produção de matéria seca do arroz (cultivar Guarani).

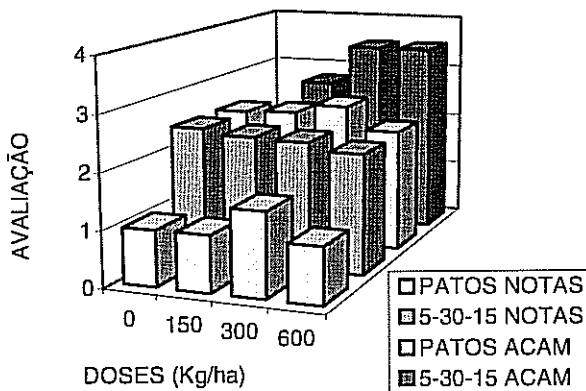


FIG. 30 Notas de desenvolvimento da *Brachiaria brizantha* (cultivar Marandu) e avaliação do acamamento do arroz (cultivar Guarani). Onde: para o arroz, quanto maior a nota, maior o acamamento; e para o capim, quanto maior a nota, melhor o tratamento.

12.6 Misturas de Termofosfato e Gesso

Os fosfatos naturais possuem baixa solubilidade em água e, por isso, são exigidos em maior quantidade para suprir as necessidades em fósforo das culturas de ciclo relativamente curto. Pelo fato de os termofosfatos serem fabricados com o aquecimento das apatitas, a solubilidade deles é maior que a dos fosfatos naturais, e seu consumo tem aumentado em áreas que requerem correções de fertilidade para a elevação da produtividade das grandes culturas.

O consumo do gesso vem aumentando gradativamente. Embora não seja um corretivo de acidez, o gesso vem sendo aplicado em combinação com corretivos e alguns fertilizantes, com o objetivo de transferir cátions trocáveis da superfície do solo para camadas mais profundas e melhorar a fertilidade dos sub-horizontes de áreas agricultáveis.

Por ser sulfato, o gesso pode ser facilmente lixiviado para as camadas subsuperficiais do solo, e levar consigo potássio, cálcio, magnésio e alguns micronutrientes. Em solos pobres, como os de cerrado, esta propriedade do gesso tem sido aproveitada para melhorar o desenvolvimento radicular das culturas, o qual, com o quimiotactismo positivo das raízes das plantas (crescimento das raízes em direção aos nutrientes minerais), favorece o aproveitamento de água e nutrientes em maior volume de terra.

Nos ensaios, os tratamentos que receberam termofosfato e gesso produziram duas vezes mais que o tratamento testemunha. Tais resultados refletem a baixa fertilidade do solo no que se refere aos níveis de fósforo e cálcio. O maior rendimento foi obtido com a aplicação de gesso, o qual, além de fornecer cálcio e enxofre às culturas, permitiu melhor desenvolvimento do sistema radicular e, indiretamente, da parte aérea. A melhor dosagem de termofosfato foi a de 500 kg/ha (20% de solubilidade), que prontamente coloca à disposição da cultura 100 kg de P_2O_5 /ha (Figura 31). À medida que se aumenta a quantidade de fertilizante, aumenta o acamamento do arroz (Figura 32). Doses maiores de fertilizantes propiciaram maior crescimento da cultura do arroz e maior produção. O capim *Brachiaria brizantha* apresentou melhor aspecto nos tratamentos testemunha (Figura 33). Nestes tratamentos, os capins, em curto espaço de tempo, apresentam melhores crescimentos e melhor ocupação da área devido a ausência de competitividade com a cultura.

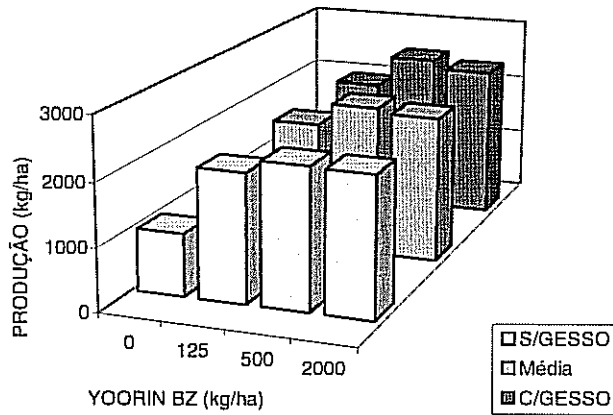


FIG. 31 Efeito da aplicação de doses crescentes de Yoorin BZ na presença e na ausência de gesso na produção de arroz (cultivar Guarani) consorciado com *Brachiaria brizantha* (cultivar Marandu).

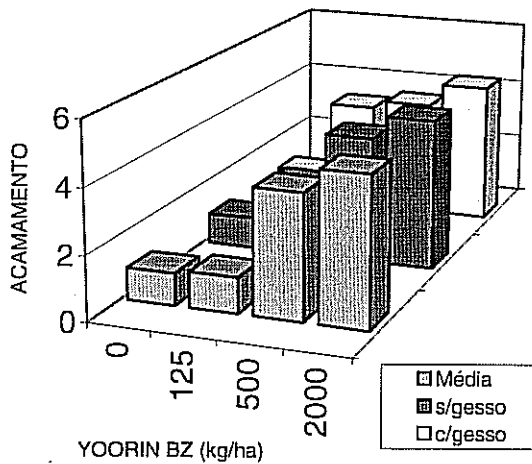


FIG. 32 Acamamento do arroz (cultivar Guarani) sob efeito da aplicação de doses crescentes do termofosfato Yoorin BZ, na presença e na ausência do gesso.

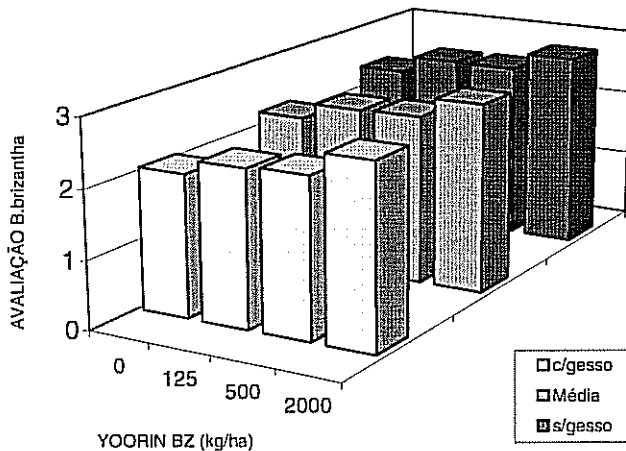


FIG. 33 Avaliação da pastagem reformada com *Brachiaria brizantha* (cultivar Marandu) sob efeito da aplicação de doses crescentes do termofosfato Yoorin BZ, na presença e na ausência do gesso.

13 COMENTÁRIOS TÉCNICOS

A utilização do sistema integrado agricultura/pecuária é, hoje, uma necessidade. Ao associar os aspectos técnico-científicos com a prática de campo pode-se concluir que, em condições de moeda estável, o lucro obtido por unidade de produto é muito pequeno. Para a sobrevivência do meio rural, o caminho a percorrer é aquele que leva à produtividade e à eficiência. Assim, as atividades devem ser diversificadas para garantir o sustento pessoal e a manutenção da propriedade. Uma atividade lucrativa vai ter de interagir com outra menos rentável de modo que o saldo final seja suficiente para manter ou elevar o padrão de vida do proprietário e dos auxiliares que sobrevivem das atividades desenvolvidas.

Com a prática da utilização dos fosfatos ficou comprovado que é possível aumentar a produtividade das culturas e obter eficiência melhorando a fertilidade dos solos e, ainda, deixando uma pastagem formada para a exploração pecuária.

Para se obterem produtividades altas por um período de tempo maior, as pastagens devem ser bem formadas e ter acompanhamento periódico em relação à fertilidade do solo. O uso dos fertilizantes fosfatados precisa ser incentivado para melhorar a fertilidade, manter

a população de plantas forrageiras gramíneas e/ou leguminosas, produzir massa verde e aumentar a longevidade da pastagem. Em pastagens degradadas, o material verde geralmente está abaixo de 5 t/ha e, uma vez recuperado, pode produzir quantidades superiores a 20 t/ha.

Embora não deva ser aplicado isoladamente, o termofosfato mostrou ser eficiente na produção de grãos, em condições de solos deficientes em fósforo. Não obstante o fato de o fósforo ser o nutriente mais importante nas condições de pasto degradado para a produção de grãos e forragens, aplicações de fertilizantes fosfatados, em excesso, aumentam a concentração deste elemento na solução de solo, causando o desbalanceamento de outros. Como a produção é dada de acordo com o elemento que se encontra abaixo do nível crítico, é preciso que as adubações sejam mais completas possíveis.

Mais importante que formar uma pastagem é racionalizar o seu uso. Pastagens com excesso de animais perdem rapidamente seu potencial de produção, principalmente quando as forrageiras não conseguem brotar e florescer devido ao excesso de pastejo. Na época da seca, as pastagens devem ser muito bem monitoradas para evitar o enfraquecimento das forrageiras.

A produção de massa verde irá depender da formação das pastagens e da capacidade do solo em reter umidade. Quando as pastagens estão bem formadas, há produção abundante de matéria orgânica que cobre a superfície do solo, mantendo a sua umidade por maior período de tempo, produzindo forragem em coloração e composição tecnicamente aceitáveis para consumo animal, mesmo no período da seca.

A produção de grãos cresce linearmente com a utilização de doses crescentes de termofosfato, principalmente quando é aplicado a lanço; em sulco, as melhores produções são obtidas com doses mais baixas (0,5 t a 1 t/ha).

14 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA FILHO, M.P. Utilização de fosfatos naturais em solos de cerrado. Piracicaba: POTAFOS, 1984. 4p. (POTAFOS. Informações Agronômicas, 28).
- BUTLER, G.W.; JONES, D.I.H. Mineral biochemistry of herbage. In: BUTLER, G.W. (Ed.) Chemistry and biochemistry of herbage. London: Academic Press, 1973. v.2. p.127-158.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS. Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás: 5a. aproximação. Goiânia: UFG/EMGOPA, 1988. 101p. (Informativo Técnico, 1).
- CRUZ, D.N. Recuperação/renovação de pastagens degradadas no Estado de Goiás. Goiânia: Faculdade Anhangüera - Departamento de Ciência Econômica, 1995. 51p. (Monografia de Graduação).
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1982/1985. Planaltina, 1987. 532p.
- MALAVOLTA, E. Fósforo e adubação fosfatada no cerrado. Goiânia: SOTAVE, 1984. 27p.
- MALAVOLTA, E.; LIEM, T.H.; PRIMAVESI, A.C.P.A. Exigências nutricionais das plantas forrageiras. In: MATTOS, H.B.; WERNER, J.C.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. (Eds.). Calagem e adubação de pastagens. Piracicaba: POTAFÓS, 1986. p.31-76.
- MENESES, H.A. de. Teores de fósforo, potássio, cálcio + magnésio, alumínio e pH em solos do Estado de Goiás. Goiânia: EMATER-GO, 1981. 11p.
- OLIVEIRA, I.P. de; KLUTHCOUSKI, J.; DUTRA, L.G.; GUIMARÃES, C.M.; PORTES, T. de A. Sistema Barreirão: efeitos da aplicação de P, Ca e Zn na produção de arroz e na recuperação de pastagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia, GO. Resumos. Goiânia: SBCS, 1993. v.2. p.63-64.

OLIVEIRA, I.P. de; KLUTHCOUSKI, J; YOKOYAMA, L.P.; DUTRA, L.G.; PORTES, T. de A.; SILVA, A.E. da; PINHEIRO, B. da S.; FERREIRA, E.; CASTRO, E. da M. de; GUIMARÃES, C.M.; GOMIDE, J. de C.; BALBINO, L.C. Sistema Barreirão: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1996. 97p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 64).

VILELA, L.; SPAIN, J.M.; SOARES, W.V.; GOMIDE, C.C.C. Efeito de gramíneas e níveis de fertilidade na estabilidade de pastagens consorciadas. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1991 a 1995. Planaltina, 1997. p.242-244.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, Baltimore, v.37, p.29-38, 1934.

YOKOYAMA, L.P.; KLUTHCOUSKI, J.; GOMIDE, J. de C.; SANTANA, E.P.; OLIVEIRA, E.T. de; CÁNOVAS, A.D.; OLIVEIRA, I.P. de; GUIMARÃES, C.M. Plantio de arroz em consórcio com pastagem sistema Barreirão: análise econômica. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1992. 11p. (EMBRAPA-CNPAP. Comunicado Técnico, 25).

LEIA TAMBÉM

“Sistema Barreirão: análise de custo/benefício e necessidade de máquinas e implementos agrícolas” (Documentos, 56)

“Programa de recuperação de pastagens degradadas no Cerrado brasileiro: sistema agropastoril auto-sustentável” (Documentos, 59)

“Validação e transferência de tecnologia no Cerrado: novo enfoque” (Documentos, 61)

“Sistema Barreirão: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais” (Documentos, 64)

“Impactos socioeconômicos da tecnologia “Sistema Barreirão” (Boletim de Pesquisa, 9)

Solicite seu exemplar à:

Embrapa Arroz e Feijão
Área de Negócio Tecnológico
Caixa Postal 179
75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO

14863

**GOVERNO
FEDERAL**

Embrapa

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão
Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Rod. Goiânia Nova Veneza km 12 Sto. Antônio de Goiás GO
Caixa Postal 179 75375-000 Sto. Antônio de Goiás GO
Telefone (062) 833 2110 Fax (062) 833 2100
E-mail cnpaf@cnpaf.embrapa.br*