

09025
CNPGL
1990

S

JUNHO, 1990

FL-09025

ISSN 0101-0581

MANEJO DA FERTILIDADE DO SOLO PARA FORMAÇÃO DE PASTAGENS TROPICAIS

CURSO DE PECUÁRIA LEITEIRA

Manejo da fertilidade do solo
1990

FL-09025

MA

Quisa Agropecuária - EMBRAPA

QUISA DE GADO DE LEITE.CNPGL



35261-1

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente
Fernando Collor de Mello

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA

Ministro
Antônio Cabrera Mano Filho

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Presidente
Murilo Xavier Flores

Diretoria
Eduardo Paulo de Moraes Sarmiento
Décio Luiz Gazzoni
Fuad Gattaz Sobrinho

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE GADO DE LEITE

Chefe
Aírdem Gonçalves de Assis

Chefe Adjunto Técnico
Oriel Fajardo de Campos

Chefe Adjunto Administrativo
Aloísio Teixeira Gomes

JUNHO, 1990

**MANEJO DA
FERTILIDADE DO SOLO
PARA FORMAÇÃO DE
PASTAGENS TROPICAIS**

Curso de Pecuária Leiteira

*Odilon Ferreira Saraiva
Engenheiro-Agrônomo, Ph.D.*



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite – CNPGL
Coronel Pacheco, MG

COMITÉ DE PUBLICAÇÕES

Agostinho Beato da Cruz Filho
Alberto Duque Portugal
Carlos Alberto dos Santos
Homero Abílio Moreira
João César de Rezende
Luiz Januário Magalhães Aroeira
Marcus Cordeiro Durães
Maria Salete Martins
Mauro Ribeiro de Carvalho
Milton de Andrade Botrel
Norman Richard Brockington
Oriel Fajardo de Campos - Presidente

ARTE, COMPOSIÇÃO E DIAGRAMAÇÃO

Maria Elisa Monteiro

REVISÕES

Linguística e Datilográfica
Newton Luís de Almeida

Bibliográfica

Maria Salete Martins

Saraiva, O.F. *Manejo da fertilidade do solo para formação de pastagens tropicais - Curso de pecuária leiteira*. Coronel Pacheco, MG, 1989. 34p. (EMBRAPA-CNPGL, Documentos, 39).

1. Solo - Fertilidade - Manejo. 2. Pastagem - Região tropical - Formação. I. Título. II. Série.

CDD. 633.2

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
1. CALAGEM	7
1.1. Origem e componentes da acidez do solo	7
1.2. Calagem para plantas forrageiras	10
2. ADUBAÇÃO FOSFATADA	14
3. ADUBAÇÃO POTÁSSICA	22
4. ADUBAÇÃO NITROGENADA	23
5. ADUBAÇÃO COM MICRONUTRIENTES	24
6. RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO	25
7. REFERÊNCIAS	30

APRESENTAÇÃO

O Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNP-GL), da EMBRAPA, busca, através de cursos, publicações, vídeos e outros instrumentos de comunicação e articulação acelerar o processo de transferência de tecnologia e desenvolvimento do setor leiteiro.

Esta publicação faz parte do CURSO DE PECUÁRIA LEITEIRA, dentro do módulo "PASTAGEM", que é composto pelas seguintes publicações:

- "FATORES DE ADAPTAÇÃO DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS" - Documentos nº 33.
 - "NUTRIÇÃO MINERAL DE GRAMÍNEAS E LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS" - Documentos nº 34.
 - "BASES FISIOLÓGICAS PARA O MANEJO DE PASTAGEM" - Documentos nº 35.
 - "LEGUMINOSAS: FIXAÇÃO DE N₂ E SUA IMPORTÂNCIA COMO FORRAGEIRA" - Documentos nº 36.
 - "PRÁTICAS AGRONÔMICAS PARA O ESTABELECIMENTO DE PASTAGENS" - Documentos nº 37.
 - "AMOSTRAGEM DO SOLO PARA AVALIAÇÃO DE SUA FERTILIDADE" - Documentos nº 38.
 - "MANEJO DA FERTILIDADE DO SOLO PARA FORMAÇÃO DE PASTAGENS TROPICAIS" - Documentos nº 39.
 - "MANEJO DA FERTILIDADE DO SOLO PARA MANter A PRODUTIVIDADE DAS PASTAGENS" - Documentos nº 40.
 - "MANEJO DE PASTAGENS TROPICAIS PARA PRODUÇÃO DE LEITE" - Documentos nº 41.
 - "PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGEIRAS DE INVERNO - AVEIA E AZEVÉM" - Documentos nº 42.
 - "CAPIM-ELEFANTE" - Documentos nº 43.
 - "PLANTAS INVASORAS DE PASTAGENS" - Documentos nº 44.
 - "PRAGAS E DOENÇAS EM PASTAGENS E FORRAGEIRAS" - Documentos nº 45.
-

INTRODUÇÃO

A maioria das pastagens no Brasil está localizada em áreas economicamente inviáveis para a agricultura, ou naquelas, embora viáveis, localizadas em regiões de difícil acesso, que são utilizadas com pecuária de corte extensiva.

No caso da pecuária leiteira, dada a necessidade de as bacias leiteiras se localizarem próximos aos centros consumidores, mais e mais aumenta a competição com a agricultura horti-fruti-granjeira. Neste caso, para a pecuária de leite são destinadas as piores áreas.

É normal a constatação de que as pastagens estão localizadas nos piores solos (latossolos e podzólicos de baixa fertilidade). Com isto, em vista da necessidade de aumento da produtividade do setor leiteiro, há a necessidade de se investir no aumento da produtividade de alimentos para o gado. Isto está gerando a conscientização do produtor, no sentido de utilizar insumos (adubos e corretivos) para o cultivo de forrageiras.

Um dos problemas sérios para a implantação de pastagens é a fase de estabelecimento, que, se for mal conduzida, fatalmente haverá invasão por espécies indesejáveis e concomitante redução da capacidade de suporte da mesma, reduzindo a produtividade. Assim, deve-se dar especial atenção para garantir um bom estabelecimento, utilizando-se níveis adequados de corretivos e fertilizantes.

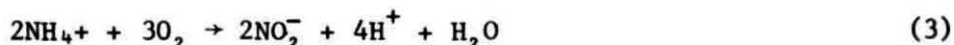
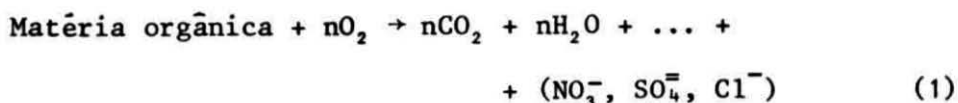
1. CALAGEM

1.1. Origem e componentes da acidez do solo

Este tópico será baseado em Quaggio (1986).

O processo de acidificação dos solos consiste na remoção e lixiviação dos cátions adsorvidos no complexo sortivo. A sua ocorrência depende da introdução de íons (co-íons), no sistema, com cargas de mesmo sinal daquelas em excesso no complexo sortivo. Esses co-íons (negativos no caso de solos eletronegativos) se interagem com os cátions da solução do solo, tornando-se eletricamente neutros, possibilitando a sua movimentação no perfil.

A adição dos co-íons ao solo é realizada principalmente através da mineralização da matéria orgânica, dissociação do gás carbônico e da nitrificação (Equações 1 a 4).



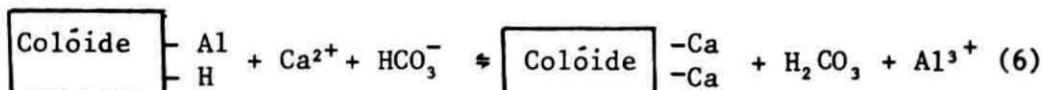
As componentes da acidez do solo são representadas pela acidez ativa e acidez potencial. A acidez ativa é a porção dos íons H^+ presentes na solução do solo e é determinada por meio da sua atividade, através do índice de pH. A acidez potencial, por sua vez, é representada pelos íons H^+ e Al^{3+} não dissociados da fase sólida do solo. A parte da acidez potencial representada pelos íons Al^{3+} , ligados à fase sólida, através de forças eletrostáticas, é trocável; portanto, denominada de acidez trocável. A outra parte da acidez potencial é representada pelos íons H^+ , não trocáveis, ligados à fase sólida através de ligações covalentes, que só são desfeitas por reações de neutralização.

O calcário adicionado ao solo reage como mostrado na equação 5.

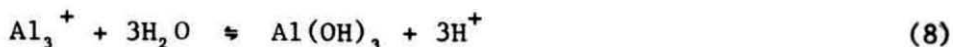


No entanto, para a solubilização do CaCO_3 e/ou MgCO_3 , é necessária a presença de água e gás carbônico. A velocidade desta reação, por sua vez, é dependente da granulometria do calcário, acidez do solo e reações secundárias de hidrólise, principalmente a do alumínio, que ocorrem com a elevação do pH.

Os íons Ca^{2+} , provenientes da dissolução do calcário (Equação 5), deslocarão os íons Al^{3+} , ligados à fase sólida do solo, colocando-os em solução, e passarão a ocupar as posições de troca catiônica, antes ocupadas pelo Al^{3+} . Os íons bicarbonato (HCO_3^-) serão responsáveis pela dissociação dos íons H^+ , formando com eles ácido carbônico (H_2CO_3), que imediatamente se dissociará em água e gás carbônico (Equações 6 e 7).



Com a elevação do pH da solução do solo (Equação 5), os íons Al^{3+} (Equação 6) se hidrolizarão (hidrólise de alumínio), segundo a equação 8. Os íons H^+ liberados serão neutralizados



pelas oxidrilas (Equação 9) provenientes da solubilização



do calcário (Equação 5).

Assim, a neutralização do solo se completa, aparecendo como produtos finais a água e o $\text{Al}(\text{OH})_3$ amorfo, que pode cristalizar-se e dar origem à gibbsita, tornando-se parte da fração argila do solo, ou novamente liberar íons Al^{3+} para a solução do solo, à medida que houver acidificação do meio.

1.2. Calagem para plantas forrageiras

A concentração de H^+ , na solução do solo, não afeta diretamente o desenvolvimento vegetal, exceto em casos extremos (Foth 1978). A valores de pH inferiores a 5,2, o Al^{3+} (trocável) aumenta muito, quando presente no meio (Wutke 1975), tornando-se tóxico.

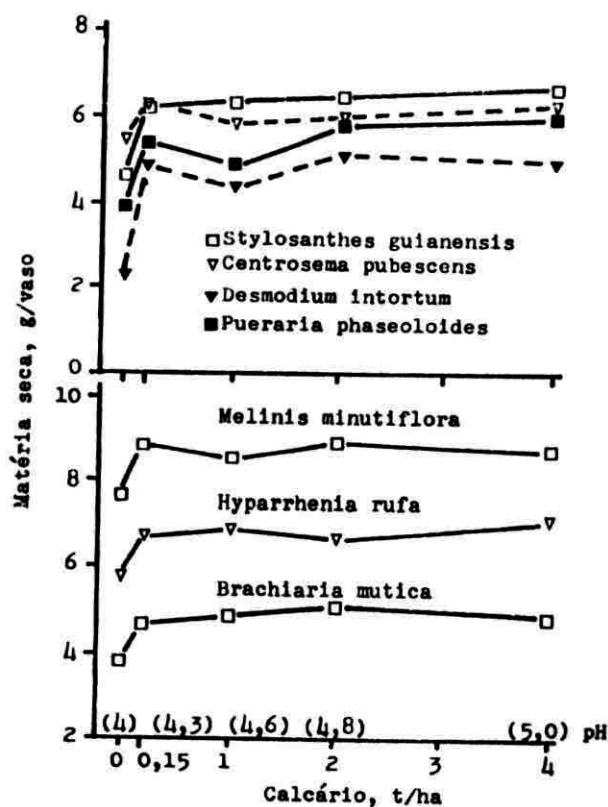
A prática de calagem, além de fornecer Ca e Mg como nutrientes, eleva o pH do solo e, como consequência, aumenta a disponibilidade de P e Mo, neutraliza o Al, o Mn e o Fe que, em excesso, tornam-se tóxicos para as plantas e para o *Rhizobium* nas leguminosas. Por outro lado, o excesso de calagem induz a imobilização de certos micronutrientes (Zn, B, Cu), causando sua deficiência (Werner 1984), como também dificulta a absorção de K, além de desestruturar certos solos, através da dispersão da fase sólida (Rocha *et al.* 1971).

As gramíneas tropicais geralmente apresentam pequena ou nenhuma resposta à calagem (Loterio *et al.* 1971; Spain *et al.* 1975; CIAT 1977), assim como as leguminosas tropicais adaptadas às condições de solos ácidos (CIAT 1977; Andrew 1978; CIAT 1982; Sánchez & Salinas 1982). Segundo Neptune (1975), as gramíneas que necessitam de calagem são as espécies oriundas da região semi-árida; aquelas nativas dos trópicos e subtropicos úmidos, onde os solos são muito lixiviados, toleram bem a acidez.

As forrageiras tolerantes à acidez do solo têm mostrado resposta somente a níveis muito baixos de calagem (150 a 1000 kg/ha), insuficientes para alterar o pH e o Al-trocável do solo (Jones & Freitas 1970; Spain *et al.* 1975; Sánchez 1976), desta forma, funcionando mais como fonte de Ca e Mg, do que como corretivo da acidez do solo (Figura 1). Siqueira & Carvalho (1984) enfatizaram ainda que, em pastagens de gramíneas consorciadas com leguminosas, as necessidades de calcário são maiores, devido ao que os fatores de acidez do solo podem influenciar no desenvolvimento das plantas, no crescimento do *Rhizobium* no solo e na rizosfera e na formação e eficiência dos nódulos. Entretanto, quando as forrageiras são tolerantes à acidez, o uso de

uma fosfatagem corretiva adiciona cálcio o suficiente até para se dispensar a calagem (Guimarães *et al.* 1980).

FIGURA 1 - Resposta de forrageiras tropicais à calagem em um Oxisol da Colômbia (Sanchez 1976).



Com base em uma revisão de literatura, realizada por Carvalho *et al.* (1984), pode-se agrupar algumas forrageiras em função de sua tolerância relativa à acidez do solo. Dentro da família das gramíneas, o grupo *Brachiaria*, *Andropogon* e capim-gordura são mais tolerantes do que os capins colônia, jaraguá e elefante. Já as leguminosas *Stylosanthes*, *Centrosema*, *Galactia* e siratro são mais tolerantes do que *Leucena* e *Desmodium*, e estas, mais do que a soja perene.

Werner (1984) sugere a divisão, entre as gramíneas e leguminosas forrageiras mais usadas no Brasil Central, em dois grupos, quanto à necessidade de calagem, baseado na saturação de bases, como dado a seguir.

Grupo 1: Forrageiras que necessitam de saturação de bases a 60% (elevada remoção de nutrientes)

- a) Leguminosas: alfafa, *Leucena* e soja perene.
- b) Gramíneas: rodes (*Chloris gayana*), jaraguá e napier (usados para capineiras); pangola, coast-cross, estrela-africana e green-panic (usados na fenação).

Grupo 2: Forrageiras que necessitam de saturação de bases a 40% (menor remoção de nutrientes)

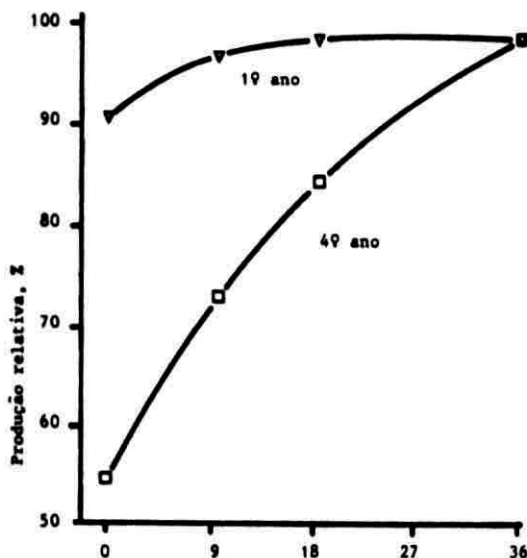
- a) Leguminosas: *Centrosema*, *Desmodium*, *Galactia*, kudzu, *Calopogonium*, Siratro e *Stylosanthes*.
- b) Gramíneas: napier, pangola, coast-cross, estrela-africana, green-panic (usados para pastejo); *Brachiaria*, *Setaria*, e capim-gordura.

OBS.: Para as forrageiras Siratro, *Stylosanthes*, *Brachiaria*, *Setaria* e capim-gordura, se a saturação de bases já estiver acima de 30%, não deve ser elevada a 40%, a não ser que se destine ao corte ou à produção de feno. Para as outras forrageiras deste grupo, quando se planeja um sistema de manejo intensivo, em que serão usadas altas fertilizações com adubos nitrogenados, deve-se prevenir a acidificação, adotando-se calagem, para

60% de saturação em bases.

Em vista de as fertilizações pesadas com fontes de nitrogênio resultarem em elevação da acidez ao longo do perfil do solo, a mesma pode causar problemas, mesmo para as gramíneas tolerantes à acidez. Abruña *et al.* (1964) observaram que os capins elefante, colômbio e pangola praticamente não responderam à calagem no primeiro ano, mesmo estando o pH do solo original igual a 4,0. Após quatro anos de intensa fertilização nitrogenada (896 kg de N/ha), as gramíneas responderam à calagem (Figura 2). Conseguiram alta produtividade de forragem quando a camada superficial do solo apresentava 50% de saturação de bases e pH em torno de 4,8. A manutenção desta condição dependeu da aplicação de 1,3 t de calcário por tonelada de fertilizante com efeito residual acidificante.

FIGURA 2 - Efeito residual do calcário na produção relativa de capim-elefante, submetido a pesada fertilização nitrogenada (Abruña *et al.* 1964).



2. ADUBAÇÃO FOSFATADA

Reconhecidamente, a maioria dos solos no Brasil é muito pobre em fósforo, isto devido principalmente ao material de origem.

Normalmente, às pastagens são destinados os piores solos, isto é, aqueles de baixa fertilidade natural e, por consequência, ácidos. Esses solos compreendem, na sua maioria, latossolos e podzólicos distróficos, com elevada capacidade de adsorção de fosfato. Em função disto, o aproveitamento de fosfatos de rocha, para a produção de forragem, vem despertando considerável interesse, devido ao baixo custo unitário do fósforo e efeito residual mais prolongado.

Os fosfatos naturais apresentam baixa reatividade na fase inicial de reação, com eficiência inferior à das fontes de fósforo mais solúveis, que, no entanto, aumenta com o tempo, apresentando resultados compatíveis aos das fontes mais solúveis (Werner 1968; Leite & Couto 1982).

Em vista disto, tem-se recomendado que seja adotada a estratégia de se aplicar parte do fósforo na forma de fosfato solúvel, a fim de atender as necessidades de estabelecimento das forrageiras. O fosfato natural atenderá as necessidades a mais longo prazo.

Como exemplo (Figura 3), em decorrência da lenta solubilidade inicial do fosfato de Araxá, as produções obtidas até o terceiro ano, com o mesmo, foram inferiores às observadas com o superfosfato simples. A partir daí, com a redução do efeito residual da fonte solúvel, as produções passaram a ser semelhantes. Ferreira & Carvalho (1978), em trabalho conduzido em um LV fase cerrado, estudaram o estabelecimento e a produção do *Stylosanthes guianensis* em consórcio com capim-gordura, utilizando três níveis de P_2O_5 na forma de fosfato de Araxá. A maior produção acumulada foi obtida quando foram aplicados 500 kg de fosfato de Araxá e 250 kg de superfosfato simples.

Entre as forrageiras existem diferenças quanto a baixos

níveis de fósforo disponível no solo. As espécies ou variedades mais tolerantes têm rendimentos mais altos em baixos níveis de fósforo aplicado do que as mais sensíveis (Salinas & Sanchez 1976). Com o intuito de identificar materiais forrageiros adaptados a baixos níveis de fósforo no solo (EMBRAPA 1981), compararam-se as produções de matéria seca de 34 ecótipos de 13 espécies cultivadas em vasos, com solo contendo 3 e 14 ppm de P-disponível (Mehlich I), como mostrado na Tabela 1. Houve grande variação de tolerância entre espécies, e entre ecótipos dentro de espécies. De forma geral, *Galactia*, *Centrosema*, *Macroptilium*, *Stylosanthes* e *Calopogonium* foram os gêneros mais tolerantes aos baixos níveis de fósforo no solo.

FIGURA 3 - Produção relativa de matéria seca de *Brachiaria decumbens*, durante dez anos de avaliação, em resposta à aplicação de doses e fontes de fósforo (Sanzonowicz & Goedert 1985).

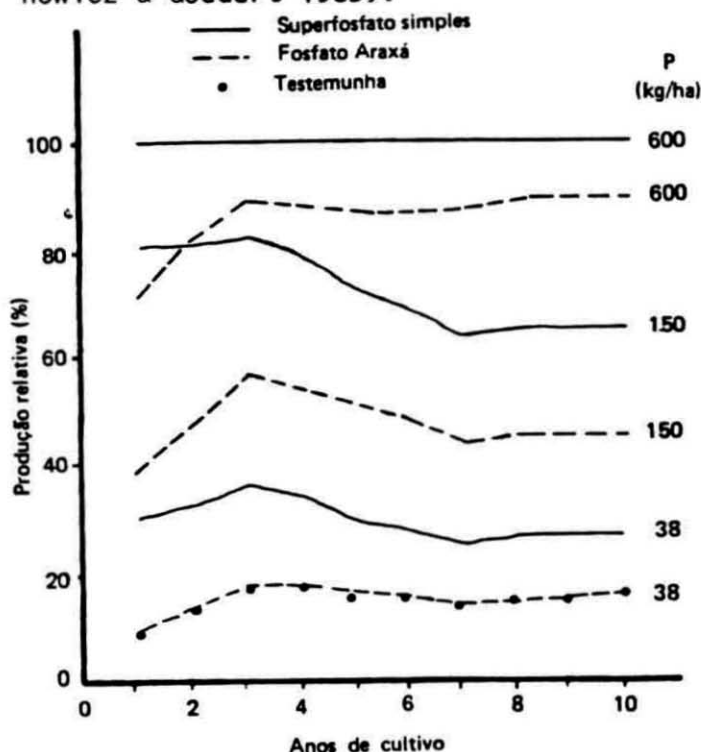


TABELA 1 - Produções relativas de introduções ou espécies de forrageiras cultivadas em latossolo vermelho-escuro, com níveis 3 e 14 ppm de P (Mehlich) (EMBRAPA 1981).

Espécies e ecótipos	Produção relativa ⁽¹⁾	Espécies e ecótipos	Produção relativa ⁽¹⁾
<i>Glycine wightii</i>	(%)	<i>Centrosema pubescens</i>	(%)
IRI-1288	43	258	70
SP-1	40	CIP 88	68
PI-277534	39	FAO 14397	67
IRI-3118	37	CSIRO-33061	59
Tinaroo-CNPGL	36	IRI-1292	58
IRI-3085	35	IS-297	58
IRI-1394	29	CIAT-1787	55
IS-303	25	IRI-3002	49
		IRI-1282	48
<i>Galactia striata</i>		<i>Macroptilium atropurpureum</i>	
CNPGL-063/75	66	CNPGL 167/75	65
Nº 283	60	CPI-33824	67
IRI-2961	55	M. Lathyroides Niger	57
<i>Stylosanthes guianensis</i>		<i>Calopogonium mucunoides</i>	
IRI-1022	54	IRI-3080	50
CIAT-16	52	TROPIPASTO	50
CIAT-63	50		
<i>Stylosanthes capitata</i>		<i>Desmodium canadensis</i>	
IRI-3166	36	PI-214108	35
<i>Stylosanthes scabra</i>		<i>D. ovalifolium</i>	
CNPGL-027/75	57	CIAT-350	39
<i>Phaseolus phaseoloides</i>		<i>Pueraria</i> sp	
AGROCERES	52	CONDEPE-MT	50

(1) $\text{Produção relativa} = \frac{\text{Produção média do tratamento com 3 ppm de fósforo}}{\text{Produção média do tratamento com 14 ppm de fósforo}}$

As produções médias foram obtidas de três vasos por tratamento.

Martinez & Haag (1980) testaram níveis de fósforo, em solução nutritiva, em sete gramíneas tropicais. Concluíram que *Brachiaria humidicola* e *Hyparrhenia rufa* foram as espécies mais eficientes na absorção e utilização de fósforo. Seguiram-se em ordem decrescente *Pennisetum purpureum*, *Panicum maximum*, *Digitaria decumbens*, *Brachiaria decumbens* e *Melinis minutiflora*. No entanto, como se observa na Figura 4 (Serrão *et al.* 1979), o capim-jaraguá (*H. rufa*) foi a menos eficiente na utilização de fósforo aplicado, comparado aos capins colômbio (*P. maximum*) e *B. humidicola*.

Estudando níveis de fósforo para o estabelecimento de capim-elefante, em solo LV textura argilosa, Saraiva (1988 - não publicado) constatou que foram necessários 113 kg de P_2O_5 /ha para 90% da produção máxima (90 dias de crescimento - 11,5 t de M.S./ha). Este se associou com 6,7 ppm de P no solo (Figura 5). Os requerimentos de adubação fosfatada são mostrados na Tabela 2. Em outro trabalho com capim-bufel, Faria & Albuquerque (1988) estimaram as doses de fósforo a serem aplicadas para corrigir o solo, para se obter rendimento máximo deste capim (Tabela 3). Neste caso, onde usaram o superfosfato simples, os métodos de análise de P no solo (Mehlich I e Bray I) se equivaleram.

A respeito dos métodos de análise de solo, a recomendação de doses de fósforo a serem aplicadas para a formação de pastagens com base na análise de solo (método Mehlich I) apresenta limitações, principalmente em áreas já adubadas anteriormente. Este método superestima o teor de P-disponível, quando o solo é adubado com fosfato natural (Figura 6) e apresenta um intervalo muito estreito entre os valores de P-disponível, o que impossibilita a separação de classes de disponibilidade de fósforo (EMBRAPA 1982). Através do método Bray I, a extração de P foi maior e pareceu ser o método mais adequado para prever a disponibilidade deste nutriente, além de não apresentar problemas quando se usaram fontes de fósforo pouco solúveis.

FIGURA 4 - Produção de gramíneas e leguminosas, com e sem adubação fosfatada, num latossolo amarelo, textura muito argilosa, sob pastagem degradada de Paragominas, PA. (Serrão *et al.* 1979).

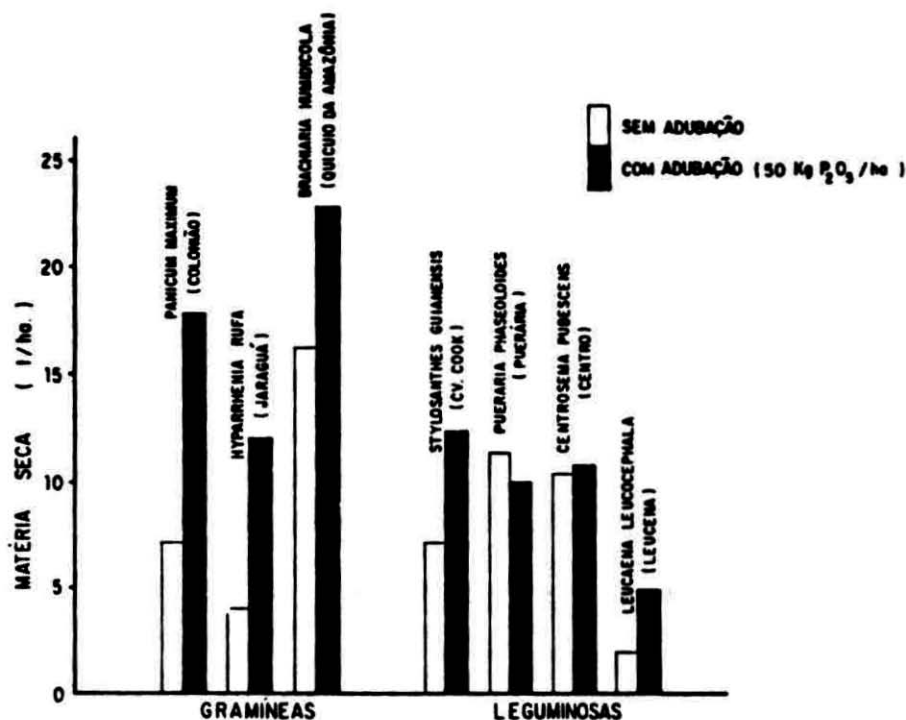


FIGURA 5 - Produção de capim-elefante, durante o estabelecimento, em função de níveis de fósforo (a) e sua relação com teores de P no solo (b), para determinação do nível crítico externo (NC) em função da dose estimada de fósforo (DE), para 90% da produção máxima (Saraiva 1988 - não publicado).

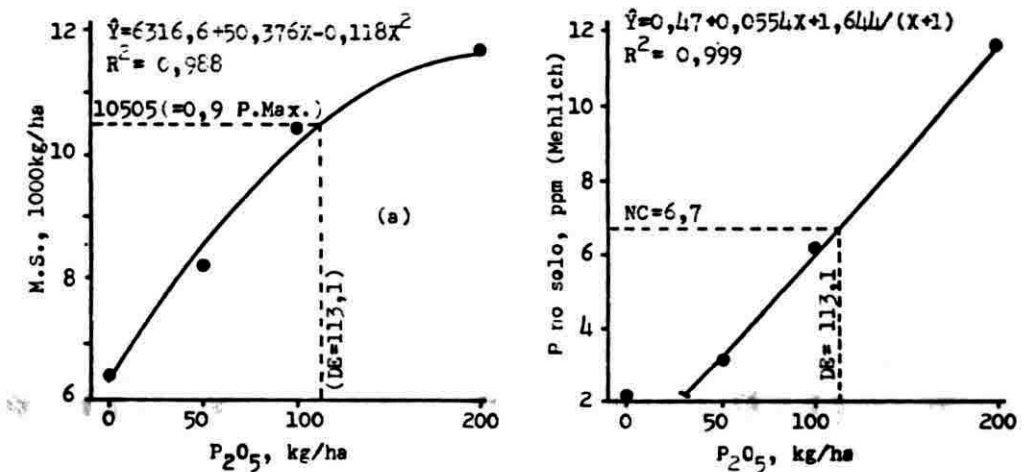


TABELA 2 - Requerimentos de doses de fósforo a serem aplicados para o capim-elefante, para o estabelecimento (Saraiva 1988 - não publicado).

NÍVEL DE P (ppm) NO SOLO-MEHLICH	CLASSE	DOSE DE P_2O_5 (kg/ha)
----- para obter rendimento máximo -----		
3,6	Baixo	180
3,6 - 6,8	Médio	115
6,8 - 11,6	Alto	45
11,6	Muito Alto	0
----- para obter 90% do rendimento máximo -----		
3,6	Baixo	80
3,6 - 6,8	Médio	30
6,8	Alto	0

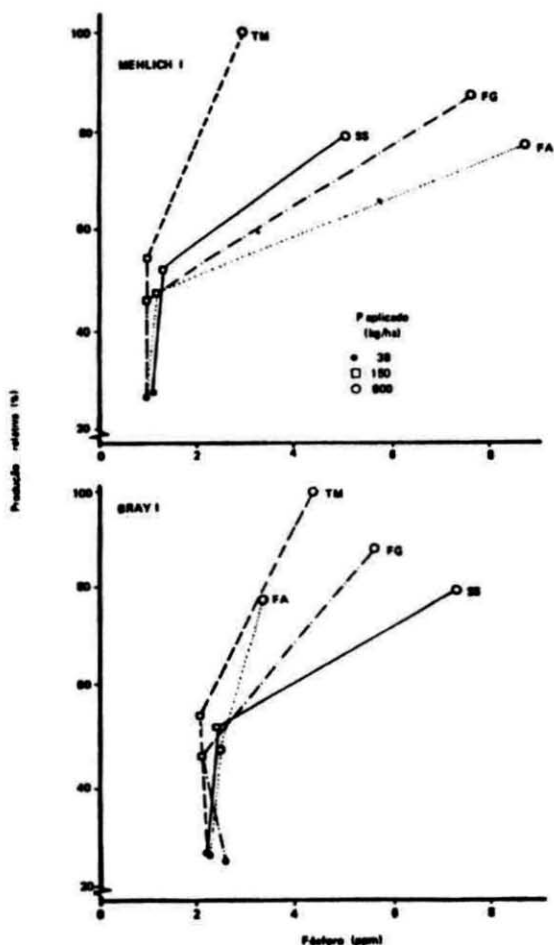
TABELA 3 - Doses estimadas de fósforo a serem aplicadas para corrigir o solo, a fim de se obter rendimento máximo de capim-bufel (Faria & Albuquerque 1988).

TEORES DE P (ppm) NO SOLO - MEHLICH	CLASSES DOS NÍVEIS	DOSES DE P_2O_5 (kg/ha) PARA CORREÇÃO DO SOLO	
0 a 3,5	Muito baixo	191 ^a	200 ^b
3,6 a 6,5	Baixo	156	150
6,6 a 10,5	Médio	119	120
10,6 a 20	Alto	49	50
> 20	Muito Alto	0	0

^aValores exatos obtidos pelos cálculos realizados.

^bValores arredondados.

FIGURA 6 - Valores de P "extraível" num LE cultivado com *Brachiaria decumbens* na presença de termofosfato magnésiano (TM), superfosfato simples (SS), fosfato natural de Gafsa (FG) e de Araxá (FA), aplicados a lanço e incorporados ao solo 10 anos atrás (EMBRAPA 1982).



3. ADUBAÇÃO POTÁSSICA

O potássio tem ação fundamental no metabolismo vegetal, pelo papel que exerce na fotossíntese, como regulador da abertura e fechamento dos estômatos. Desta forma, influi acentuadamente no processo de transformação da energia luminosa em energia química.

Em vista de sua grande importância, assim como para os demais nutrientes, as informações sobre adubação potássica para plantas forrageiras são muito escassas. Isto, talvez devido à falta de resposta à aplicação desse nutriente, em diversas situações.

A disponibilidade de potássio dos nossos solos, em condições naturais, é muito variável. A mesma se relaciona com a presença de materiais primários facilmente intemperizáveis (mpfi), ricos desse elemento. Nos solos pobres em mpfi, a quase totalidade do potássio do solo se encontra na forma trocável; desta forma, limitando as quantidades de K que podem ser aplicadas numa pastagem, sem que haja perdas por lixiviação. No caso de pastagens consorciadas, a manutenção de níveis adequados, tanto para o estabelecimento, quanto para a manutenção, é decisiva, para evitar o desaparecimento das leguminosas.

As leguminosas tropicais são mais exigentes em potássio do que as gramíneas tropicais. Em cultivo exclusivo de leguminosas, seja em casa-de-vegetação ou pequenas parcelas, em ensaios de pequena duração, não se tem observado resposta ao potássio, mesmo em solos com teores relativamente baixos desse elemento (Jones & Freitas 1970; Werner & Mattos 1972). Ocorre o contrário, se as leguminosas estiverem consorciadas (Werner & Monteiro 1974; Werner *et al.* 1983).

Dada a maior habilidade de as gramíneas absorverem potássio, em relação às leguminosas, a sua aplicação aumenta sensivelmente a proporção de leguminosas na consorciação (Jones 1966; Robson & Loneragan 1978). Neste sentido, Hall (1971) observou que *Setaria sphacelata* respondeu mais à aplicação de potássio do que *Desmodium intortum*, quando cultivados separada-

mente. Quando em consorciação, o crescimento da leguminosa foi deprimido pela gramínea, em condições de baixo suprimento do elemento, o que não ocorreu com suprimento normal.

Para o estabelecimento de pastagens exclusivas de gramíneas, no Estado de São Paulo, Werner (1984) recomenda aplicar de 80 a 100 kg de KCl/ha, quando o resultado da análise de K no solo for inferior a 0,12 meq/100 cm³; não aplicar, se superior. Para pastagens consorciadas, se os teores de K forem inferiores a 0,12 meq/100 cm³, aplicar 100 kg de KCl/ha. Para teores de K entre 0,12 e 0,40 meq, aplicar de 50 a 60 kg de KCl/ha. Se os teores forem superiores a 0,40 meq, não é necessária a adubação potássica.

Quando as forrageiras são cultivadas para utilização intensiva, como é o caso de capineiras e gramíneas para produção de feno, a importância da adubação potássica aumenta, devido à remoção elevada de potássio. No entanto, para o estabelecimento, Werner (1984) faz a mesma recomendação de adubação potássica, como já descrito anteriormente, para o caso de pastagens exclusivas de gramíneas.

4. ADUBAÇÃO NITROGENADA

O nitrogênio, como nutriente essencial para as plantas, é de grande importância, por ser um dos constituintes das proteínas. O crescimento das plantas forrageiras é frequentemente limitado por deficiência de nitrogênio no solo. Segundo Simpson & Stobbs (1981), a disponibilidade de nitrogênio em solos de pastagens naturais das regiões úmidas é geralmente inadequada, devido ao alto requerimento de muitas gramíneas forrageiras, durante a estação de crescimento.

A adubação nitrogenada de pastagens é muito pouco usada, mesmo para manutenção. Embora os trabalhos com adubação nitrogenada mostrem resposta acentuada a esse nutriente (Caro-Costas *et al.* 1960; Carvalho & Saraiva 1987), inexistem aqueles que tratam do estabelecimento.

A fonte natural de N no solo é a matéria orgânica. Com a sua mineralização, há liberação de N que é prontamente assimilável. Quando é realizado o preparo do solo, correção da acidez e adubação (exceto N), para o trabalho de formação de pastagens, o revolvimento e aumento da riqueza em nutrientes da camada arável do solo intensifica o processo de mineralização da matéria orgânica. Isto resulta em aumento da disponibilidade de N, fazendo com que, em muitos casos, não haja respostas às adubações nitrogenadas, durante a fase de estabelecimento. Este efeito foi observado por Carvalho & Saraiva (1987), durante a fase de estabelecimento do capim-gordura, quando submetido a níveis de até 100 kg de N/ha. Em outro trabalho (Saraiva 1988 - não publicado), em que se estudaram níveis de N e P para o estabelecimento do capim-elefante em solo LV argiloso, não se observou respostas dos níveis de N (0 a 200 kg/ha), mas somente aos níveis de P. O mesmo foi também observado, com o mesmo capim submetido a níveis de N (0 a 200 kg/ha) e P, em outro trabalho realizado na UEPAE/Manaus, sobre um latossolo amarelo argiloso (EMBRAPA 1980). Embora os boletins de recomendação de adubos e corretivos indiquem a adubação nitrogenada, parece que a mesma, para o estabelecimento, não deve ser realizada, economizando-se recursos para as adubações de manutenção.

5. ADUBAÇÃO COM MICRONUTRIENTES

Outros elementos podem limitar o estabelecimento das forrageiras. As deficiências de enxofre e micronutrientes, se não corrigidas, poderão comprometer o estabelecimento das pastagens, principalmente as consorciadas.

As recomendações de aplicações de enxofre, no Brasil Central, são de 20 a 40 kg de S/ha. Neste caso, o uso de superfosfato simples (12% de S) no plantio, ou sulfato de amônio (24% de S) após o estabelecimento, adicionam o enxofre necessário.

A importância dos micronutrientes, para as pastagens consorciadas, está no fato de alguns deles serem decisivos para a fixação de nitrogênio pelo *Rhizobium*, em associação simbiótica

com as leguminosas.

Os micronutrientes de deficiência mais comuns são Zn, Mo e B. Em solos de cerrado, o Zn apresenta deficiência mais generalizada. Para a formação de pastagens consorciadas em solo de cerrado, Leite & Couto (1982) recomendam a aplicação de Zn (2 kg/ha) e Mo (200 g/ha). No caso de pastagens puras de gramíneas, somente a aplicação de Zn.

AGROCERES (1973) recomenda a aplicação de B, Cu, Mo e Zn. Para maior facilidade de aplicação, os mesmos devem ser misturados ao adubo fosfatado. Recomenda que, em cada tonelada de superfosfato simples, devem ser misturados 14 kg de cada um dos sais borato de sódio, sulfato de cobre e sulfato de zinco e 1 kg de molibdato de sódio. Desta forma, a quantidade de micronutrientes a ser aplicada vai depender do nível de aplicação do adubo fosfatado.

Para as condições do Estado de São Paulo, Werner (1984) faz as recomendações contidas na Tabela 4.

6. RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO

São pouquíssimos os trabalhos que tratam deste assunto. De maneira geral, os boletins de recomendação de adubação o fazem de maneira muito generalizada, o que induz à falta de segurança, pois as espécies forrageiras possuem requerimentos de nutrientes diferentes. Nas Tabelas 5 e 6 são relacionadas algumas recomendações de adubação fosfatada e potássica, respectivamente. Observa-se que tanto os níveis de nutrientes no solo, quanto o que se recomenda são bastante variáveis, dentro de um mesmo grupo de forrageiras, não se levando em conta a espécie forrageira.

TABELA 4 - Condições, doses e épocas para a aplicação de micronutrientes (Werner 1984).

Condições	Época	Doses
Quando o pH original do solo estiver acima de 6,0 ou quando foi realizada calagem para elevar a saturação em bases a 60%	No plantio, misturado à adubação fosfatada	<ul style="list-style-type: none"> — 200g/ha de molibdato de sódio ou amônio — 10kg/ha de sulfato de zinco — 6kg/ha de sulfato de cobre — 5kg/ha de bórax
Quando não foi feita calagem e o pH original do solo estiver abaixo de 6,0, ou quando foi efetuada calagem para elevação da saturação em bases a 40%	No plantio, misturado à adubação fosfatada	<ul style="list-style-type: none"> — 300 g/ha de molibdato de sódio ou amônio — 6kg/ha de sulfato de zinco — 4kg/ha de sulfato de cobre
Pastos que não receberam adubações com micronutrientes no plantio	No início das chuvas, quando os pastos consorciados estão baixos ou em qualquer época da estação chuvosa, aplicar junto com a adubação fosfatada de manutenção	<ul style="list-style-type: none"> — 300g/ha de molibdato de sódio ou amônio — 10kg/ha de sulfato de zinco — 6kg/ha de sulfato de cobre — 5kg/ha de bórax
Pastos que receberam adubação com micronutrientes no plantio	No início das chuvas, ou em qualquer época da estação chuvosa, adicionado à adubação fosfatada de manutenção	<ul style="list-style-type: none"> — 200g/ha de molibdato de sódio ou amônio — 5kg/ha de sulfato de zinco — 4kg/ha de sulfato de cobre — 3kg/ha de bórax

TABELA 5 - Recomendações de adubação fosfatada (kg de P_2O_5 /ha), para o estabelecimento.

TEXTURA DO SOLO	NÍVEIS DE P NO SOLO (Mehlich)	GRAMÍNEAS	GRAM. + LEGUMINOSA	CAPINEIRA	FONTE
Argilosa	0 - 5	60	60	60	COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (1978)
	6 - 10	40	40	40	
	> 10	20	20	20	
Média e Arenosa	0 - 10	60	60	60	
	10 - 20	40	40	40	
	> 20	20	20	20	
	0 - 10	60	80	40	COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (1977)
	10 - 20	40	60	20	
	> 20	20	40	0	
Pastagens tolerantes a baixa fertilidade				Sanzonowicz (1985)	
	0 - 1	80 - 200	-	-	
	1 - 3	40 - 80	-	-	
	3 - 5	20 - 40	-	-	
	> 5	0	-	-	

..... Continua

		Pastagens exigentes			
Mais de 20% de argila	Solo Virgem				
	(traços)	240	-	-	
	1 - 3	150	-	-	
	3 - 5	80	-	-	
	5 - 10	50	-	-	
	> 10	0	-	-	
Menos de 20% de argila	Solo virgem				
	(traços)	150	-	-	
	1 - 5	90	-	-	
	5 - 9	50	-	-	
	9 - 18	30	-	-	
	> 18	0	-	-	
	0 - 10	80 - 100	80 - 100	-	Werner (1984)
	10 - 20	40 - 50	40 - 50	-	
	20 - 30	20	20	-	
	> 30	0	0	-	
	0 - 3	120	-	120	Kuhn Neto (1977)
	3 - 10	100	-	100	
	10 - 30	60	-	60	
	> 30	0	-	0	
Campo de feno					
	0 - 10	-	-	150	
	10 - 30	-	-	130	
	> 30	-	-	80	

TABELA 6 - Recomendações de adubação potássica (kg de K_2O/ha), para o estabelecimento.

NÍVEL DE K NO SOLO (Mehlich)	GRAMÍNEA	GRAMÍNEA + LEGUMINOSA	CAPINEIRA	FONTE
0 - 30	60	60	60	COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (1978)
31 - 60	40	40	40	
> 60	20	20	20	
0 - 30	40	40	40	COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (1977)
30 - 60	20	20	20	
> 60	0	0	0	
0 - 25	40 - 60	-	-	Sanzonowicz (1985)
25 - 40	20 - 40	-	-	
> 40	0	-	-	
0 - 60	60	-	80	
60 - 120	30	-	40	
> 120	20	-	20	
Gramínea para feno				
0 - 60	200	-	-	
60 - 120	120	-	-	
> 120	30	-	-	

7. REFERÊNCIAS

- ABRUÑA, F.; VICENTE-CHANDLER, J.; PEARSON, R. Effect of liming on yield and composition of heavily fertilized grasses and soil properties under humid tropical conditions. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 28: 657-61, 1964.
- AGROCERES. *Pastagens consorciadas; recomendação para adubação*. São Paulo, Agrocere-Yates, 1973. p. 23-26.
- ANDREW, C.S. Mineral characterization of tropical forage legumes. In: ANDREW, C.S. & KAMPRATH, E.J. ed. *Mineral nutrition in tropical and subtropical soils*. Melbourne, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 1978. p. 93-112.
- ANDREW, C.S. & ROBINS, M.F. The effect of phosphorus on the growth, chemical composition, and critical phosphorus percentages of some tropical pasture grasses. *Aust. J. Agric. Res.*, 22: 693-706, 1971.
- CARO-COSTAS, R.; VICENTE-CHANDLER, J. & FIGARELLA, J. The yield and composition of five grasses growing in the humid mountains of Puerto Rico as affected by nitrogen fertilization season and harvest procedure. *J. Agric. Univ. P.R.*, 44 (3): 107-20, 1960.
- CARVALHO, M.M. de & SARAIVA, O.F. Resposta do capim-gordura (*Melinis minutiflora*, Beauv.) a aplicações de nitrogênio, em regime de cortes. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, 16(5): 442-54, 1987.
- CARVALHO, M.M. de; CRUZ FILHO, A.B. da & BOTREL, M. de A. *Formação de pastagens*. In: CURSO DE PECUÁRIA LEITEIRA PARA TÉCNICOS DA NESTLÉ. 3. São Paulo, Nestlé, 1984. p. 8-18.
- CIAT. *Annual report 1977*. Cali, CIAT, 1978. 405p.
- CIAT. *Annual report*. Cali, CIAT, 1977.

- CIAT. Tropical pasture program. *Annual report 1981*. Cali, CIAT, 1982.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. *Recomendação do uso de fertilizantes para o Estado do Espírito Santo*; 1ª aproximação. Vitória, Grupo Executivo de Produção Vegetal, 1977. 48p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*; 3ª aproximação. Belo Horizonte, EPAMIG, 1978. 80p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. *Relatório técnico anual 1979*. Campo Grande, EMBRAPA, 1981. 160p.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisas Agropecuárias do Cerrado. *Relatório técnico anual 1980-1981*. Brasília, EMBRAPA, 1982. 163p.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido. Projeto de melhoramento de pastagens da amazônia legal. Projeto EMBRAPA/BASA/POLAMAZÔNIA - *Relatório técnico 1976/1979*. Belém, EMBRAPA, 1980. 294p.
- FARIA, L.M.B. & ALBUQUERQUE, S.G. Disponibilidade e correção do nível de fósforo em solo do submédio São Francisco em relação ao rendimento do capim-búfel. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 23(6): 555-61, 1988.
- FERREIRA, J.G. & CARVALHO, M.M. de. Efeito de níveis de fosfato de Araxá e supersimples sobre o estabelecimento e produção de *Stylosanthes guianensis*; projeto bovinos. Belo Horizonte, EPAMIG, 1978. p. 58-61 (Relatório 74/76).
- FOTH, H.D. *Fundamentals of soil science*. 6.ed. New York, John Wiley, 1978.
- GUIMARÃES, P.T.G.; FERREIRA, J.G.; CARVALHO, J.G. & LOPES, A.S. Adubação de pastagens. *Inf. Agropec.*, Belo Horizonte, 6(70): 34-52, 1980.

- HALL, R.L. The influence of potassium supply on competition between Nandi *Setaria* and Green leaf desmodium. *Aust. J. Exp. Agr. Anim. Husb.*, Melbourne, 11: 413-19, 1971.
- JONES, R.J. Nutrient requeriment of improved pasture on podzolic soils developed in phyllite at North Deep Creeck. *Trop. Gras. Soc. Aust. Proc.*, Melbourne, 6: 23-27, 1966.
- JONES, M.B. & FREITAS, L.M.M. Respostas de quatro leguminosas tropicais a fósforo, potássio e calcário num latossolo vermelho-amarelo de campo cerrado. *Pesq. Agropec. Bras.*, 5: 91-99, 1970.
- KUHN NETO, J. *Aspectos da adubação de pastagens*. Campinas, CATI, 1977. 24p. (Boletim técnico, 106).
- LEITE, G.G. & COUTO, W. Adubação para estabelecimento e manutenção de pastagens nos cerrados. In: ENCONTRO SOBRE FORMAÇÃO E MANEJO DE PASTAGENS EM ÁREAS DE CERRADOS, 1, Uberlândia, 1982. *Anais...* Uberlândia, 1982. p. 47-74.
- LOTERO, J.; MONSALVE, S.A.; RAMIREZ, A. & VILLAMIZAR, F. Respuesta de gramíneas y leguminosas forrajeras al encalamiento. *Suelos Ecuatoriales*, 3: 210-39, 1971.
- MARTINEZ, H.G.P. & HAAG, H.P. Níveis críticos de fósforo em *Brachiaria decumbens* (Stapf) Prain, *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickerdt, *Digitaria decumbens* Stent, *Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf, *Melinis minutiflora* Pal de Beauv., *Panicum maximum* Jacq. e *Pennisetum purpureum* Schum. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, Piracicaba, 37: 913-77, 1980.
- NEPTUNE, A.M.L. Aplicação de calcário em culturas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 2, Piracicaba, 1975. *Anais...* Piracicaba, ESALQ, 1975. p.49-86.
- QUAGGIO, J.A. Reação do solo e seu controle. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 1, Piracicaba, 1986. *Anais...* Campinas, Fundação Cargil, 1986. p. 53-89.

- ROBSON, A.D. & LONERAGAN, S.F. Responses of pasture plants to soil chemical factors other than nitrogen and phosphorus with particular emphasis on legume symbiosis. In: WILSON, J.R. Ed. *Plant relations in pastures*. Melbourne, CSIRO, 1978. p. 128-42.
- ROCHA, G.L.; WERNER, J.C.; MATTOS, H.B. & PEDREIRA, J.V.S. As leguminosas e as pastagens tropicais. In: SEMINÁRIO SOBRE METODOLOGIA E PLANEJAMENTO DE PESQUISA COM LEGUMINOSAS TROPICAIS. Rio de Janeiro, 1971. *Anais...* Rio de Janeiro, IPEACS, 1971. p.
- SALINAS, J.G. & SÁNCHEZ, P.A. Soil-plant relationships effecting varietal and species differences in tolerance to low available soil phosphorus. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 28 (2): 156-68, 1976.
- SÁNCHEZ, P.A. *Properties and management of soils in the tropics*. New York, John Wiley, 1976. 618p.
- SÁNCHEZ, P.A. & SALINAS, J.G. Low-input technology for managing Oxisols and Ultisols in tropical America. *Adv. Agron.*, New York, 34: 279-406, 1982.
- SANZONOWICZ, C. Recomendação prática de adubação e calagem na região Centro Oeste do Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1, Nova Odessa, 1985. *Anais...* Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 309-34.
- SANZONOWICZ, C. & GOEDERT, W.J. Uso de fosfatos naturais em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 7, Piracicaba, 1984. *Anais...* Piracicaba, FEALQ, 1985.
- SARAIVA, O.F. Adubação fosfatada para o estabelecimento de capim-elefante. Coronel Pacheco, CNP-Gado de Leite, EMBRAPA, 1988. 10p. (não publicado).
- SERRÃO, E.A.S.; FALESI, I.C.; VEIGA, J.B. & TEIXEIRA NETO, J.F. Productivity of cultivated pastures on low fertility soil of the Amazon of Brazil. In: SÁNCHEZ, P.A. & TERGAS, L.E. ed. *Pasture production in acid soils of the tropics*. Cali, CIAT, 1979. p. 195-225.

- SIMPSON, J.R. & STOBBS, T.H. Nitrogen supply and animal production from pastures. In: MORLEY, F.H.W. Ed. *Grazing animals*. Amsterdam, Elsevier Scientific, 1981. p. 261-87.
- SIQUEIRA, C. & CARVALHO, M.M. de *Adubação de pastagens*. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM FERTILIDADE DO SOLO. Belo Horizonte, 1984. 24p.
- SPAIN, J.M.; FRANCIS, C.A.; HOWELER, R.H. & CALVO, F. Differential species and varietal tolerance to soil acidity in tropical crops and pastures. In: BORNEMISZA, E. & ALVARADO, A. *Soil management in tropical America*. Cali, CIAT, 1975. p. 308-29.
- WERNER, J.C. *Adubação de pastagens*. Nova Odessa, Instituto de Zootecnia, 1984. 49p. (Boletim técnico, 18).
- WERNER, J.C.; KALIL, E.B.; GOMES, E.P.; PEDREIRA, J.V.S.; ROCHA, G.L. & SARTINI, H.J. Competição de adubos fosfatados. *Bol. Ind. Animal*, São Paulo, 25: 139-49, 1968.
- WERNER, J.C. & MATTOS, H.B. Estudo de nutrição da centrosema. *Bol. Ind. Animal*, São Paulo, 29(2): 375-91, 1972.
- WERNER, J.C. & MONTEIRO, F.A. Efeitos da adubação fosfatada e potássica na produção de um pasto consorciado de capim-gordura e centrosema. *Bol. Ind. Animal*, São Paulo, 31(2): 301-12, 1974.
- WERNER, J.C.; MONTEIRO, F.A. & MEIRELLES, N.M.F. Efeito das adubações com fósforo, potássio e molibdênio mais cobre na consorciação de capim-gordura com centrosema. *Zootecnia*, Nova Odessa, 21(2): 109-34, 1983.
- WUTKE, A.C.P. Acidez. In: MONIZ, A.C. *Elementos de pedologia*. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975. cap. 12, p. 149-68.
-

EMBRAPA
Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite
Rodovia MG 133 - Km 42
36155 - Coronel Pacheco - MG
Telefones: (032)212-8850 ou
10,23,24 ou 25
(101, Cel. Pacheco - MG)

TIRAGEM: 2.500 EXEMPLARES