



# EPAMIG

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

## Adubação de capins do gênero *Brachiaria*

Adauto Ferreira Barcelos

Josiane Aparecida de Lima

Josafát Pádua Pereira

Paulo Tácito Gontijo Guimarães

Antônio Ricardo Evangelista

Clenderson Corradi de Mattos Gonçalves



GOVERNO  
DE MINAS

Adubação de capins do  
gênero *Brachiaria*

## **GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Antonio Augusto Junho Anastasia  
Governador

### **Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Elmiro Alves do Nascimento  
Secretário

### **Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG**

#### **Conselho de Administração**

Elmiro Alves do Nascimento  
Antônio Lima Bandeira  
Pedro Antônio Arraes Pereira  
Adauto Ferreira Barcelos  
Osmar Aleixo Rodrigues Filho  
Décio Bruxel  
Sandra Gesteira Coelho  
Elifas Nunes de Alcântara  
Vicente José Gamarano  
Joanito Campos Júnior  
Helton Mattana Saturnino

#### **Conselho Fiscal**

Carmo Robilota Zeitune  
Heli de Oliveira Penido  
José Clementino dos Santos  
Evandro de Oliveira Neiva  
Márcia Dias da Cruz  
Celso Costa Moreira

#### **Presidência**

Antônio Lima Bandeira

#### **Vice-Presidência**

Mendherson de Souza Lima

#### **Diretoria de Operações Técnicas**

Plínio César Soares

#### **Diretoria de Administração e Finanças**

Aline Silva Barbosa de Castro



**EPAMIG**

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

## Adubação de capins do gênero *Brachiaria*

Adauto Ferreira Barcelos

Josiane Aparecida de Lima

Josafát Pádua Pereira

Paulo Tácito Gontijo Guimarães

Antônio Ricardo Evangelista

Clenderson Corradi de Mattos Gonçalves

Belo Horizonte  
2011

© 2011 Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)

ISBN 978-85-99764-24-4

Todos os direitos reservados.

## PRODUÇÃO

### Departamento de Publicações

**Editora:** Vânia Lúcia Alves Lacerda

**Revisão linguística e gráfica:** Marlene A. Ribeiro Gomide e Rosely A. R. Battista Pereira

**Normalização:** Fátima Rocha Gomes

**Programação visual e diagramação:** Ângela Batista Pereira Carvalho

**Capa:** Ângela Batista Pereira Carvalho

**Foto da capa:** Adauto Ferreira Barcelos

### Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG

Av. José Cândido da Silveira, 1647 - União

CEP 31170-495 - Belo Horizonte - MG

Tel.: (31) 3489-5000

site: [www.epamig.br](http://www.epamig.br)

Adubação de capins do gênero *Brachiaria*/Adauto Ferreira Barcelos... [et al.]. – Belo Horizonte: EPAMIG, 2011.  
84 p.: il.; 17cm

Somente em versão eletrônica.

ISBN 978-85-99764-24-4

1. *Brachiaria*. 2. Adubação. 3. Pastagem. I. Barcelos, A.F. II. Lima, J.A. de. III. Evangelista, A.R. IV. Guimarães, P.T.G. V. Pereira, J.P. VI. Gonçalves, C.C. de. M. VII. EPAMIG.

CDD 633.2

## AGRADECIMENTO

À EPAMIG, à chefe do Departamento de Publicações, Vânia Lúcia Alves Lacerda, às revisoras Marlene A. Ribeiro Gomide e Rosely A. R. Battista Pereira e à Fátima Rocha Gomes pela normalização deste trabalho. Em especial, ao colega Josafát Pádua Pereira que produziu o primeiro rascunho deste livro.

## AUTORES

### Adauto Ferreira Barcelos

Doutor em Zootecnia pela Ufla (2000). Pesquisador da EPAMIG Sul de Minas, Lavras, MG. Consultor Científico da Revista Brasileira de Zootecnia (Brazilian Journal of Animal Science), Ciência e Agrotecnologia, Revista do Instituto Cândido Tostes, Acta Scientiarum - Animal Sciences da Universidade Estadual de Maringá. Também faz parte do Comitê Editorial do Boletim de Indústria Animal. Experiência na área de Zootecnia-Nutrição e Produção de Ruminantes, com ênfase em Avaliação de Alimentos para Ruminantes, com abordagem para os seguintes temas: alimentos alternativos para ruminantes, aproveitamento de resíduo agrícola para ruminantes, produção de bovinos de corte.

### Josiane Aparecida de Lima

Doutora em Zootecnia pela UFV (1997), área de concentração Forragicultura e Pastagem. Pesquisadora Científica do Centro de Pesquisa em Nutrição Animal e Pastagem do Instituto de Zootecnia da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (Apta). Atua principalmente com os seguintes temas: silagem, fenação, manejo e avaliação de pastagem.

### Josafát Pádua Pereira

Engenheiro Agrônomo e mestre em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas (1980), área de concentração Pastagens. Pesquisador da EPAMIG Sul de Minas, Lavras, MG, de 1973 a 1988.

### Paulo Tácito Gontijo Guimarães

Doutor em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade de São Paulo (1984). Pesquisador da EPAMIG Sul de Minas, Revisor dos periódicos da Ciência e Agrotecnologia, da Revista Pesquisa Agropecuária Tropical (PAT), da Coffee Science, da Bioscience Journal (UFU) e da Revista Ceres. Experiência na área de Agronomia, com ênfase em Ciência do Solo.

### Antônio Ricardo Evangelista

Doutor em Zootecnia pela UFV (1986). Professor titular do Departamento de Zootecnia da Ufla de 1978 a 2010. Experiência na área de Zootecnia, com ênfase em avaliação, produção e conservação de forragens. Atua principalmente com os seguintes temas: silagem, feno, manejo de pastagem, avaliação de volumosos, manejo de capineiras e persistência de leguminosas em pastagens consorciadas.

### Clenderson Corradi de Mattos Gonçalves

Doutor em Zootecnia pela Ufla (2007). Pesquisador da EPAMIG Sul de Minas, em Lavras, MG. Experiência na área de Zootecnia, com ênfase em nutrição, alimentação e produção animal. Atua principalmente com os seguintes temas: produção de bovinos de leite, pastejo rotacionado, suplementação de bovinos a pasto e nutrição de bovinos de leite e corte.

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	8
INTRODUÇÃO .....	9
PRINCIPAIS DEFICIÊNCIAS MINERAIS DOS SOLOS UTILIZADOS COM PASTAGENS.....	11
RESPOSTA DAS BRAQUIÁRIAS À APLICAÇÃO DE CALCÁRIO .....	16
RESPOSTA DAS BRAQUIÁRIAS AO FÓSFORO .....	23
RESPOSTA DAS BRAQUIÁRIAS AO NITROGÊNIO .....	42
RESPOSTA DAS BRAQUIÁRIAS AO POTÁSSIO .....	55
RESPOSTA DAS BRAQUIÁRIAS AO ENXOFRE .....	62
RESPOSTA DAS BRAQUIÁRIAS AOS MICRONUTRIENTES .....	67
ALTERNATIVAS PARA RECUPERAÇÃO DAS PASTAGENS DE BRAQUIÁRIAS..	71
CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA ADUBAÇÃO MÍNIMA EM PASTAGENS DE BRAQUIÁRIAS .....	77
REFERÊNCIAS.....	79



## APRESENTAÇÃO

A produção de carne bovina brasileira tem experimentado crescimento constante, e a estimativa para a próxima década é de que este fator salte de 9,2 para 11,4 milhões de toneladas. O Brasil sobressai nos setores mundiais de carne, principalmente pelo baixo custo de produção, em razão da exploração predominante em pastagens, fato que torna o País competitivo no mercado internacional, destacando-se como grande exportador.

Diante disso, a manutenção das pastagens tem peso significativo. Tanto na formação quanto no manejo, o conhecimento dos fatores nutricionais limitantes ao crescimento das gramíneas forrageiras é de suma importância. No Brasil, estima-se que a área coberta com pastagens cultivadas seja de 100 milhões de hectares, sendo que somente um pequeno percentual destas recebe algum tipo de fertilização. No caso da braquiária, apesar de sua reconhecida rusticidade, os resultados experimentais, com utilização de fertilizantes, têm demonstrado expressivo aumento na produção de biomassa. Contudo, a utilização dessa espécie forrageira, na maior parte das propriedades, vem sendo de maneira extrativista, sem a preocupação de repor os nutrientes do solo. Dessa forma, as pastagens entram em processo de degradação, com risco marcante na perda de produtividade, o que, sem dúvida, reflete na produção animal.

Neste contexto e considerando a importância da adubação das pastagens para a sustentabilidade do empreendimento pecuário brasileiro, esta publicação evidencia, não só para a comunidade científica, mas também para o setor produtivo, a resposta da braquiária à calagem e à fertilização, demonstrando, assim, que a fertilização do solo é uma estratégia necessária e fundamental para a perenidade das pastagens e, consequentemente, para o sucesso do empreendimento pecuário.

Antônio Lima Bandeira  
Presidente da EPAMIG

## INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira tem o seu maior suporte nas Regiões Centro-Oeste e Sudeste. A primeira, composta principalmente pelo Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, tem a maioria de suas pastagens em solos anteriormente cobertos por vegetação de Cerrado (SANZONOWICZ, 1985); a segunda, que abrange os estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo, representa 27% da área de pastagens do Brasil, onde são explorados 30% do rebanho nacional (IBGE, 1982), com variados tipos de solos.

Desde os primórdios da exploração pecuária, os solos reservados para pastagem eram os de baixa fertilidade natural, impróprios para a agricultura. Aqueles de melhor fertilidade só foram utilizados com pastagens após sua exploração inicial com culturas, estando, portanto, já desgastados e empobrecidos pelo uso intensivo e extrativo, sem cuidado com a sua conservação.

Dessa maneira, a capacidade de suporte das pastagens foi sempre baixa, razão pela qual é comum os pecuaristas procurarem os técnicos com a pergunta: “Qual o melhor capim para pastagem?” Imagina-se que sejam as forrageiras, pois produzem o ano inteiro, sem adubação e sem que se tenha qualquer preocupação com um manejo adequado do solo e das pastagens. Nesse sentido, os pecuaristas, com frequência, partem na busca desenfreada dessa forrageira milagrosa, fazendo com que as pastagens apresentem determinados ciclos na história.

De início, um pouco acidental, aparece o capim-gordura, teoricamente introduzido no País por meio dos colchões dos escravos, uma das versões existentes sobre o seu surgimento. Após sua introdução, o capim-gordura naturalizou-se e espalhou-se de tal maneira, que chega a ser considerado nativo, já que nasce espontaneamente, com predominância na Região Sudeste.

Na busca incessante de novas forrageiras, muitas foram introduzidas por alguns pecuaristas pioneiros. Assim também foi o ciclo do capim-pangola (*Digitaria decumbens*), introduzido sem nenhum suporte da pesquisa, tornando-se verdadeira febre nacional. Este extinguiu-se pela incidência de doenças e pragas, que lhe causaram sérios prejuízos.

Introdução semelhante ocorreu nos últimos 35 anos com os capins do gênero *Brachiaria*, comumente aportuguesado para braquiária. Estes capins foram considerados a salvação da pecuária nacional, já que as pastagens do capim-gordura ou do capim-jaraguá encontravam-se desgastadas e degradadas, principalmente, por causa da baixa fertilidade dos solos e dos usos intensivo e extrativista a que vinham sendo submetidas durante anos.

Considerada rústica, capaz de vegetar em solos pobres e ácidos, a braquiária foi introduzida com tamanha rapidez que se tornou de grande importância, principalmente no desbravamento dos Cerrados. Isto aumentou consideravelmente a área com pastagens cultivadas e ampliou sobremaneira a fronteira para exploração, em especial da pecuária de corte. Houve um sensível aumento na capacidade de suporte das pastagens, em comparação à exploração da vegetação do Cerrado como pastagem, o que permitiu um crescimento reconhecido do rebanho nacional, não só no número de cabeças, mas também no melhoramento dos seus índices zootécnicos. Barcelos et al. (1982) desenvolveram uma análise de investimento, com base na evolução do rebanho para pecuária de corte, para dois sistemas de produção em região de Cerrado do Mato Grosso do Sul, por um período de dez anos. Os sistemas de produção analisados foram o tradicional, com pastagens naturais e de capim-jaraguá para cria, e o melhorado, com formação de pastagens de *Brachiaria decumbens*, após três anos de cultivo de arroz e adubação de manutenção com aplicação de 40 kg de  $P_2O_5$ /ha, nos sétimo e décimo anos. Assim, observaram que as pastagens naturais suportaram 0,3 unidade animal (UA)/ha, as de jaraguá 0,8 UA/ha e as de braquiária 1,3 UA/ha. Os índices zootécnicos foram sensivelmente aumentados no sistema melhorado, e, conseqüentemente, na receita.

Mais uma vez a expansão pecuária, pela introdução de plantas forrageiras, veio sem controle, sem planejamento e, principalmente, sem suporte da pesquisa. Dois problemas surgiram rapidamente: o das cigarrinhas, que já existia no País, mas cresceu progressivamente com o aumento da área cultivada com braquiária, e, com menor expressão, o da fotossensibilização. Assim, a capacidade de vegetar em solos pobres ficou comprometida seriamente, com os problemas advindos do avanço da área cultivada com braquiária. Passou a existir, a partir de então, a preocupação de como acabar com este tipo de pastagem. Ademais, tem-se observado que as braquiárias vêm-se degradando sensível e continuamente, principalmente pela baixa fertilidade dos solos. Observa-se que, nos moldes como ainda são semeadas, há um maior volume de produção no primeiro ano de estabelecimento, decaindo nos anos seguintes, com conseqüente redução da capacidade de suporte.

Recentemente, vêm sendo introduzidas novas forrageiras, em especial o *Andropogon gayanus*, com aparente melhoria no sistema de introdução, já que tem sido lançado pelos órgãos de pesquisa e sem tanta euforia por parte dos pecuaristas. O exemplo das braquiárias, citado anteriormente, serviu para conter o impulso de alguns pecuaristas, embora continuem sendo muito plantadas. Espera-se que a pesquisa consiga determinar rapidamente os parâmetros necessários para que as novas introduções tenham maior sucesso.

## PRINCIPAIS DEFICIÊNCIAS MINERAIS DOS SOLOS UTILIZADOS COM PASTAGENS

Na maioria dos solos do País utilizados com pastagens, a deficiência mineral mais acentuada e generalizada é a de fósforo (P), mesmo naqueles com mediana fertilidade. Por essa razão, são inúmeros os trabalhos em que se estudam respostas das principais gramíneas e leguminosas à aplicação de diferentes doses e fontes de P, como foi desenvolvido por Azevedo e Souza (1982), em Altamira, PA (Quadro 1). Observa-se uma resposta acentuada de todas as gramíneas à adubação com P, exceto da *Brachiaria* sp. Florida.

Tem sido detectada no solo a deficiência de diversos nutrientes, tais como: cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), potássio (K), nitrogênio (N), além de micronutrientes como o zinco (Zn), molibdênio (Mo) e até mesmo de cobre (Cu) e boro (B) (MCCLUNG; FREITAS; LOTT, 1959; CASAGRANDE; SOUZA, 1982).

QUADRO 1 - Produção de matéria seca (MS) de gramíneas em Altamira, PA

Gramínea	<sup>(1)</sup> MS (kg/ha)		<sup>(2)</sup> Acréscimo real (não adubada) (%)
	Não adubada	Adubada	
<i>Brachiaria brizantha</i>	28.058	36.106	29.0
<i>B. decumbens</i> (Ipean)	20.985	29.115	39.0
<i>B. sp.</i> Frebch Guyaba	21.580	25.126	16.0
<i>B. ruziziensis</i>	17.899	22.973	28.0
<i>Panicum maximum</i> (sempre-verde)	13.541	26.804	49.0
<i>Paspalum plicatulum</i> (pasto negro)	18.376	22.796	24.0
<i>B. dictyoneura</i>	13.856	22.089	16.0
<i>B. humidicola</i>	13.856	22.778	64.0
<i>P. maximum</i> (Búfalo)	14.530	18.673	28.0
<i>P. maximum</i> (Colonião)	13.210	15.234	21.0
<sup>(3)</sup> <i>Brachiaria</i> sp. Florida	7.154	7.868	

NOTA: A adubação foi de 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, 137 kg de superfosfato simples e 97 kg de hiperfosfato.

(1)Produção de MS acumulada em quatro avaliações. (2)Porcentagem de acréscimo em relação a não adubada. (3) Total de três avaliações.

A resposta das pastagens à aplicação de nutrientes é tanto mais acentuada quanto maior for a exigência das gramíneas e a presença ou não de leguminosas. As braquiárias são consideradas plantas adaptadas a solos de baixa e média fertilidade, como demonstraram Buller et al. (1972), ao estudarem o comportamento de diversas gramíneas, aplicando altas doses de fertilizantes (200, 100 e 50 kg/ha), em relação a baixas doses (100, 25 e 0 kg/ha) de N, P e K, respectivamente. A avaliação da produção foi feita por meio de cortes, cujos resultados estão apresentados no Quadro 2.

Conclui-se que *B. decumbens* (IRI 562) foi o melhor capim em quaisquer dos níveis de fertilidade, com uma ligeira superioridade na dose mais baixa. Contudo, deve-se considerar o pequeno período de avaliação e que, apesar de ser baixo, o nível de fertilização de 100 kg de N/ha é elevado, no que se refere à parte econômica.

QUADRO 2 - Rendimento forrageiro em matéria seca de gramíneas, em Matão, SP, para dois anos de colheita combinada - abril de 1967 a março de 1969

Gramínea	Rendimento (t/ha em 2 anos)			Total de cortes
	IRI (nº)	Nível de fertilidade		
		Alto	Baixo	
<i>Brachiaria decumbens</i>	562	16,50 a	17,88 a	10
<i>Digitaria sp.</i>	540	15,28 b	8,96 c	6
<i>Brachiaria sp.</i>	409	15,12 b	11,52 b	7
<i>Digitaria umfolozi</i>	432	12,17 c	10,76 b	8
<i>D. híbrida</i>	549	12,00 a	10,58 b	8
<i>D. híbrida</i>	551	11,77 c	11,00 b	6
<i>D. decumbens</i>	443	11,14 c	7,86 cd	6
<i>D. swazilandensis</i>	434	9,90 d	8,74 c	6
<i>D. pentzii</i>	412	8,95 e	7,27 a	5
<i>Brachiaria sp.</i>	442	8,29 e	6,13 e	6
<i>D. decumbens</i>	270	6,97 f	5,98 e	4
<i>Eriochloa polystachyo</i>	353	6,92 f	4,75 f	4
<i>D. pentzii</i>	200	6,29 f	5,44 ef	5
<i>Hemarthria altissima</i>	440	6,03 f	4,94 f	5

NOTA: Valores de rendimentos, seguidos da mesma letra na coluna, não diferem a 5% de probabilidade.

Coefficiente de variação (CV) = 24,33%; IRI - IBEC Research Institute.

Nunes, Vieira e Souza (1979), em solos anteriormente sob vegetação de Cerrado, submeteram diversas pastagens de gramíneas ao pastejo, utilizando novilhos nelorados em fase de recria. Ressalta-se que as pastagens foram formadas sem nenhuma aplicação de fertilizantes. As pastagens de *B. decumbens* cv. Ipean chegaram a proporcionar até 70 kg de peso vivo (PV)/ha, no período seco, demonstrando seu potencial para essa época do ano, mesmo sem adubação. A importância desse resultado deve-se ao fato de ter sido obtido sob pastejo e por um período razoável de quatro anos, porém faltou a comparação com pastagem adubada, para verificar o acréscimo ou não na produção de carne.

Observa-se, no entanto, que as pastagens apresentadas foram de gramínea pura. Hutton (1982) alerta:

A gramínea estolonífera e agressiva *B. decumbens*, que tem sido plantada abundantemente sem leguminosa, representa hoje para os cientistas o problema mais sério de melhoramento de pastagens. Eventualmente, mais cedo ou mais tarde, as pastagens de *B. decumbens* tornam-se deficientes em N, P, S etc. e diminuem a produtividade.

Esse fato pode explicar o que foi afirmado sobre o estado de degradação em que se encontra, atualmente, a maioria das pastagens de braquiária e sobre os inúmeros trabalhos que comprovam um efeito altamente positivo da adubação.

Serrão et al. (1971) estudaram as respostas de *B. decumbens*, *B. ruziziensis* e *Pennisetum purpureum* a diversos elementos fertilizantes em solo Latossólico representativo dos arredores de Belém e das regiões Bragatina e Guajarina, no estado do Pará, de baixa fertilidade, quando usaram os seguintes tratamentos: T = testemunha; T + Ca = T + calagem; C (completo: N, P, K, Ca, Mg, S e micronutrientes); C - N; C - P; C - K; C - Ca; C - Mg; C - S e Mn; C - Mi (micronutrientes: Cu, Zn, B e Mo). Somente o calcário, P e Mg foram aplicados no plantio. Os demais nutrientes foram aplicados em quatro parcelamentos iguais para as braquiárias e cinco para o capim-elefante. Os resultados obtidos podem ser observados no Quadro 3.

Observa-se que a *B. ruziziensis*, de modo geral, mostrou-se menos exigente que a *B. decumbens*, mas foi mais exigente em K, N e Ca, enquanto a última foi mais exigente em P. A pouca resposta obtida ao N aplicado pode ser por causa do N existente na matéria orgânica (MO) do solo. Apesar de as quantidades aplicadas de nutrientes terem sido altas, cerca de 75% da produção total de forragem das braquiárias foi obtida nos quatro primeiros cortes, indicando pouco efeito residual dos fertilizantes.

Serrão e Simão Neto (1971), na mesma unidade de solo, concluíram em experimentos de campo que *B. decumbens* e *B. ruziziensis* não produziram quantidades satisfatórias de forragem em solos com baixos teores de P e K, e que as respostas à calagem e ao N também não foram marcantes.

QUADRO 3 - Produção de matéria seca de três gramíneas - total de oito cortes

Tratamento	Matéria seca (kg/ha)		
	<i>Brachiaria decumbens</i>	<i>B. ruziziensis</i>	<i>Pennisetum purpureum</i>
T	483	2.817	4.845
T + Ca	1.456	4.085	6.320
C	20.132	21.236	36.340
C - N	16.465	15.096	23.870
C - P	2.661	6.293	13.700
C - K	9.022	7.385	11.820
C - Ca	17.735	17.389	26.420
C - Mg	18.280	20.788	29.820
C - S e Mn	16.936	20.689	26.820
C - Mi	17.920	20.784	32.240

Ferreira, Mozzer e Carvalho (1974) mostraram que braquiárias, com a mesma adubação, produzem tanta ou mais forragem que outras espécies consideradas mais exigentes. No estudo, esses mesmos autores consideraram solo anteriormente sob vegetação de Cerrado, onde foram aplicados, além do calcário, 90 e 50 kg de  $P_2O_5$ /ha no plantio e no terceiro ano, respectivamente; 60, 48 e 48 kg de  $K_2O$ /ha no plantio, nos segundo e terceiro anos, respectivamente; e 80 kg de N/ha no plantio e, anualmente, em três coberturas, sendo que, neste caso, com exceção do P (cuja dose é considerada baixa), os demais elementos foram aplicados em doses elevadas. Os resultados estão apresentados no Quadro 4.

A importância da adubação não deve refletir apenas sobre o rendimento da forragem. Espera-se que plantas bem nutridas mantenham sempre e por mais tempo uma cobertura adequada do solo, dificultando o aparecimento de plantas invasoras, e que sejam mais resistentes à seca, à geada etc. Reis e Botelho (1984) mostraram que pastagens de braquiária adubadas apresentaram maior quantidade de forragem disponível do que as não adubadas, o que lhes conferiu, sem dúvida, menor dano ou maior grau de resistência ao ataque de cigarrinhas, proporcionando-lhes maior capacidade de recuperação após o ataque da praga. A aplicação de NPK no plantio e P em cobertura aumentou a altura das plantas e, conseqüentemente, diminuiu a relação número de ninfas/kg de matéria seca (MS) disponível.

QUADRO 4 - Produção de matéria seca (MS) de gramíneas em solos de Cerrado

Gramínea	MS (kg/ha)
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	23.441
<i>Panicum maximum</i> (Guiné)	23.211
<i>B. decumbens</i>	22.780
<i>B. humidicola</i>	22.017
<i>Cynodon dactylon</i> (híbrido nº 14)	21.677
<i>P. maximum</i> (Sul Africano)	21.587
<i>P. maximum</i> (Tanganica)	21.555
<i>Setaria sphacelata</i> (Nandi)	20.174
<i>S. sphacelata</i> (Kazungula)	18.146

FONTE: Dados básicos: Ferreira, Mozzer e Carvalho (1974).



## RESPOSTA DAS BRAQUIÁRIAS À APLICAÇÃO DE CALCÁRIO

As braquiárias são consideradas plantas tolerantes à toxidez de alumínio (Al), conforme foi demonstrado por Arruda (1982) e por trabalhos realizados em Carimágua, Colômbia, em casa de vegetação, cujos resultados estão apresentados no Gráfico 1.

Observa-se que os teores crescentes de Al não afetaram o rendimento de *B. decumbens*. No entanto, o efeito do calcário, mesmo em dosagens pequenas, elevou o rendimento de MS, o que mostra a importância do Ca e Mg como nutrientes aplicados normalmente por meio da calagem.

Toledo e Molares (1982) afirmam que a saturação de Al pode ser reduzida facilmente a valores abaixo de 20%, aceitáveis para a maioria das plantas tropicais, com aplicação de metade do equivalente em calagem (Gráfico 2). Observa-se que o calcário

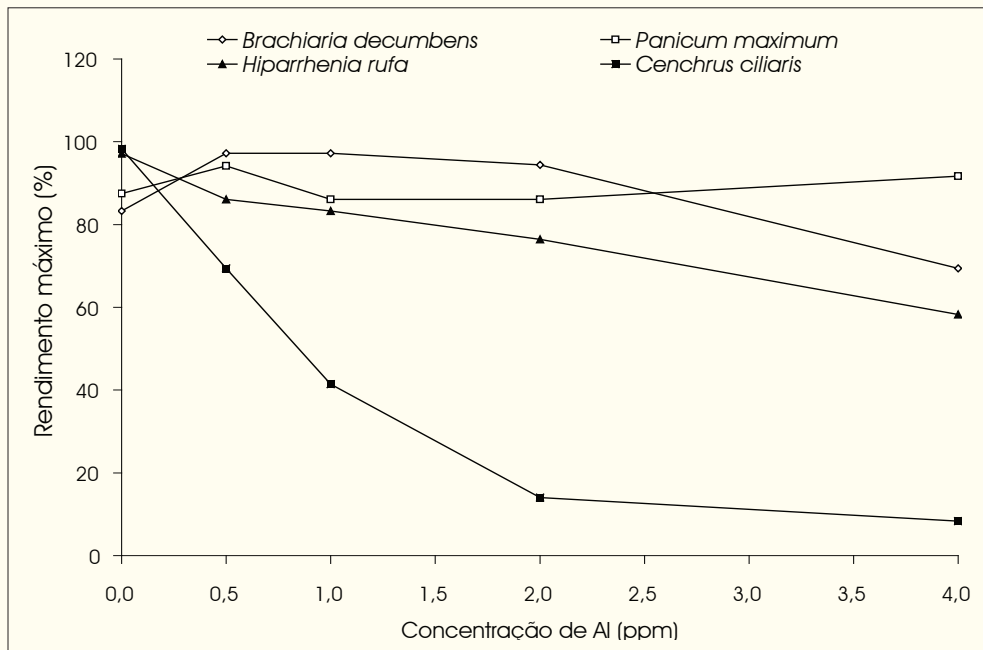


Gráfico 1 - Efeito da concentração de Al sobre os rendimentos de matéria seca de quatro gramíneas tropicais

FONTE: Programa... (1977).

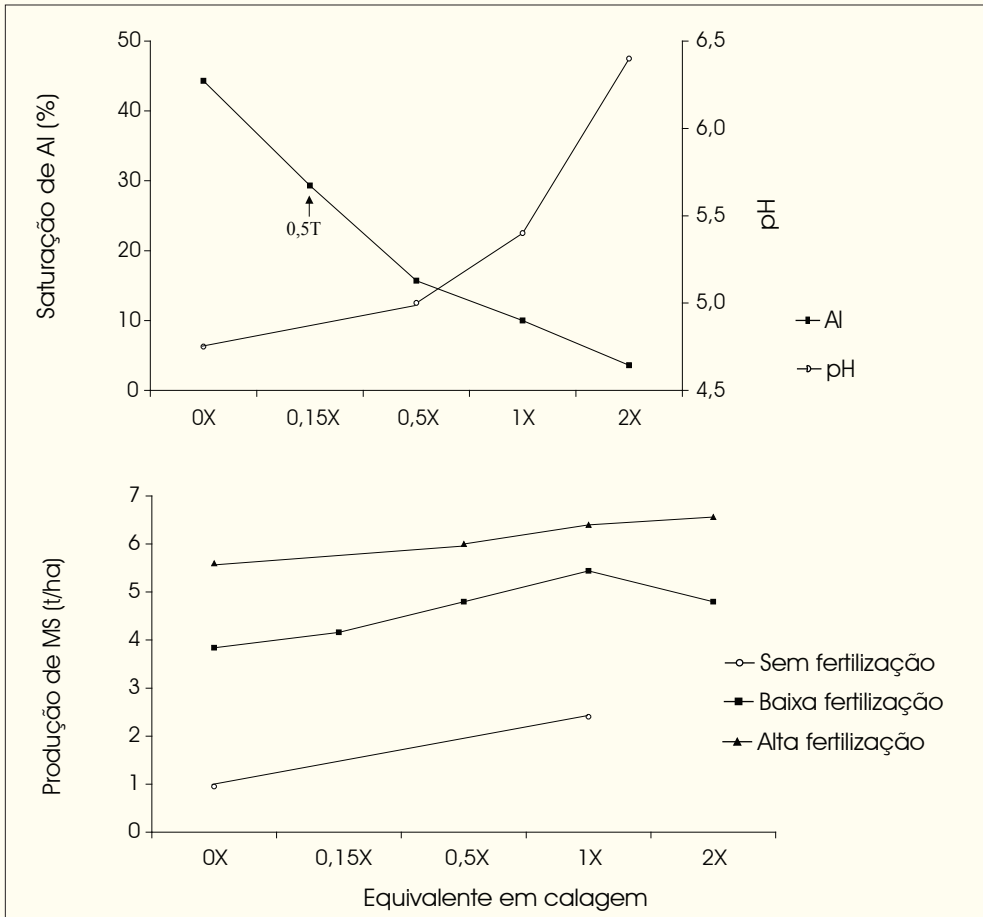


Gráfico 2 - Efeito da calagem sobre a saturação de Al, valor de pH e produção de matéria seca (MS) de *Brachiaria decumbens*

aumentou a produção de MS em todos os níveis de fertilidade, até uma vez o nível equivalente em calagem, provavelmente, pelo efeito da neutralização do Al trocável. Salientam, contudo, que o efeito isolado do calcário é menor que o dos fertilizantes, o que levanta dúvida se esse efeito é realmente da neutralização do Al ou se do Ca e Mg como nutrientes. Alertam, ainda, que para o caso de *B. decumbens*, em particular, é provável que o nível crítico de saturação à calagem seja mais em razão das necessidades das plantas em Ca e Mg como nutrientes, pois os solos dos Cerrados são deficientes nesses nutrientes (LOPES, 1975).

Em Latossolo Vermelho (LV), com vegetação natural de Campo Limpo e baixos teores de Al, Ca e Mg, Pereira (1986) encontrou resposta altamente significativa à aplicação de 2,5 t de calcário/ha, em pastagens de *B. decumbens*, consorciadas ou não com *Galactia striata* (Gráfico 3), e concluiu que o efeito positivo do calcário foi como fonte de Ca e Mg e não como corretivo da acidez ou da saturação de Al.

Em Carimágua, Colômbia, em solo ácido, aplicaram-se as doses de 0; 0,5; 2 e 6 t de calcário/ha, para atingir valores de saturação de Al na camada superficial do solo de 90%, 80%, 50% e 10%, respectivamente. Os resultados podem ser observados no Gráfico 4.

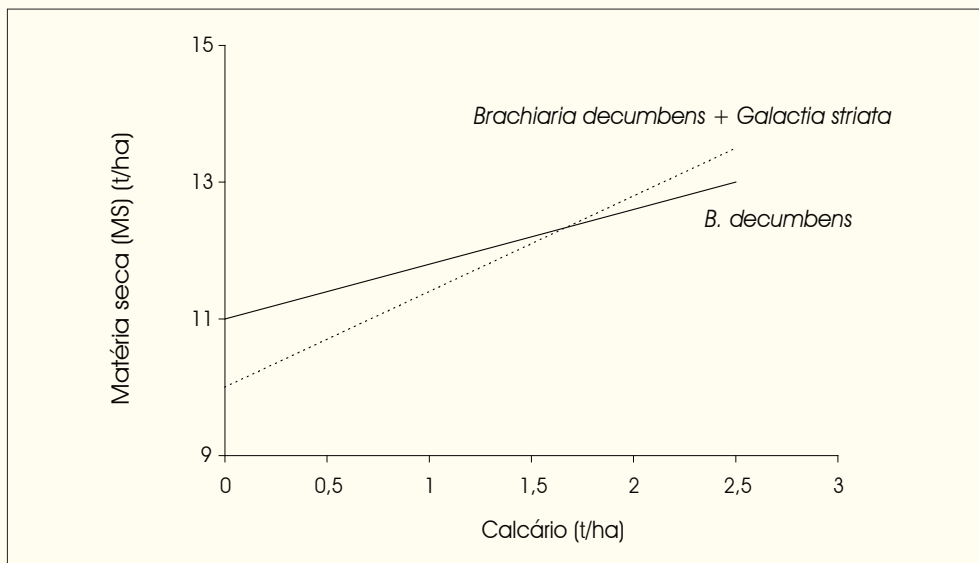


Gráfico 3 - Efeito da calagem no rendimento de *B. decumbens* e de *B. decumbens* consorciada com *G. striata* em Latossolo Vermelho (LV), vegetação de Campo Limpo - produção acumulada de três anos

Os rendimentos máximos de MS em t/ha/corte aparecem entre parênteses e correspondem à média de quatro e cinco cortes durante uma estação de crescimento.

Observa-se um alto nível de tolerância ao Al em *B. decumbens*, *B. humidicola*, *B. mutica* e *B. radicans*, sendo que esta última e *B. humidicola* tiveram rendimento máximo sem aplicação de calcário, sugerindo ser menos exigentes em Ca e Mg, como nutrientes.

Várias gramíneas foram colocadas em competição sob três níveis de aplicação de calcário, em Latossolo Roxo (LR) subsolo (Quadro 5). A *B. humidicola* GC 136 e

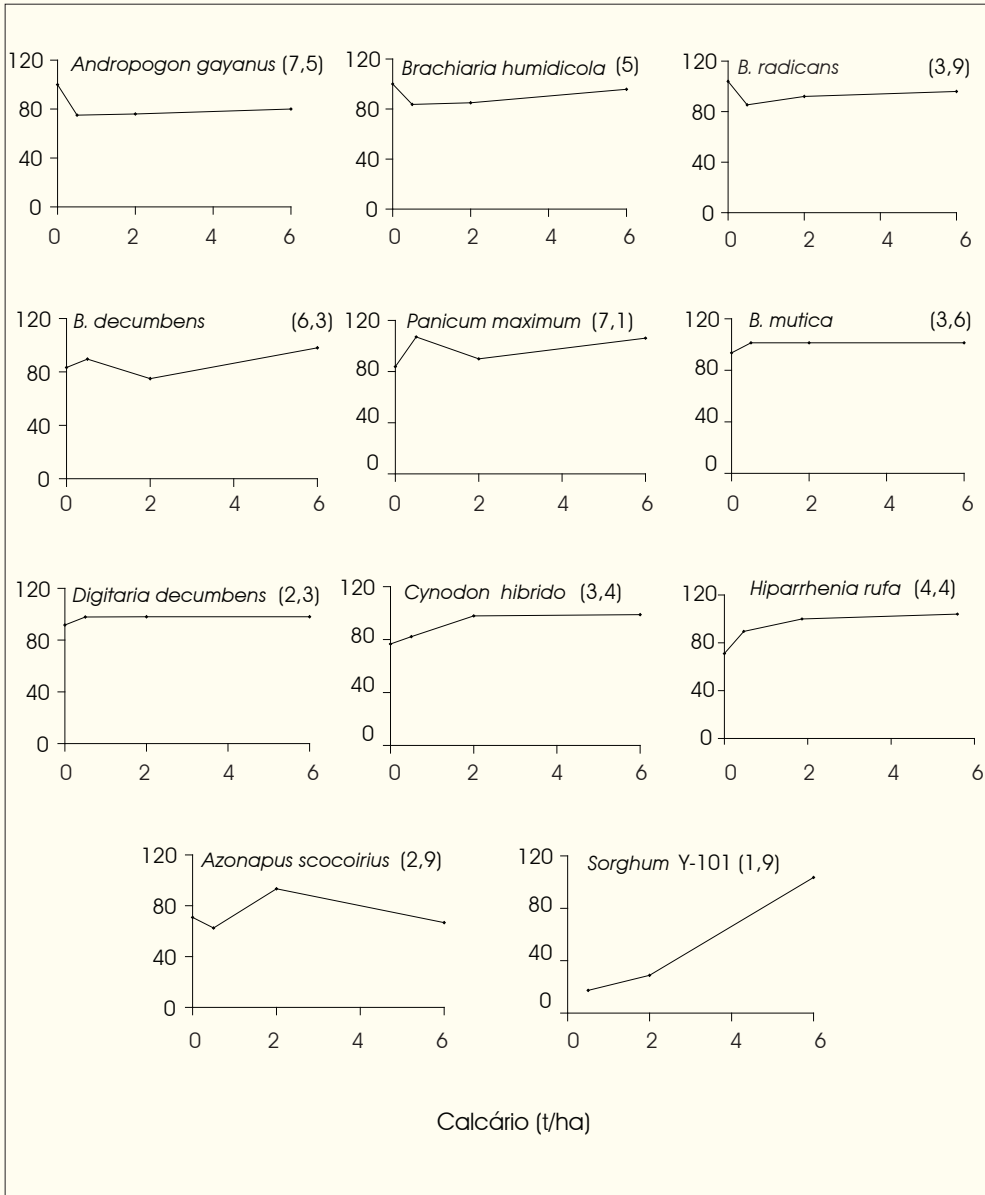


Gráfico 4 - Resposta diferencial de 11 espécies de gramíneas à calagem em Oxissolo de Carimágua, Colômbia

FONTE: Programa... (1977).

*B. decumbens* GC 023 foram as espécies mais tolerantes à acidez, com produção máxima na ausência de calcário (63% de saturação de Al). Com exceção de *B. ruziziensis* que se mostrou um pouco mais exigente, as demais braquiárias responderam ao nível de 250 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, mas não a 2 mil cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, sugerindo que esta pequena resposta ao calcário foi em função do Ca como nutriente e não à correção da saturação de Al.

QUADRO 5 - Médias de produção de matéria seca (MS) da parte aérea de 14 gramíneas forrageiras, em função de três níveis de calcário aplicados em Latossolo Roxo (subsolo) e respectivas produções relativas (PR)

Gramínea	Matéria seca (65 °C)			<sup>(1)</sup> Produções relativas (PR)	
	Dose de CaCO <sub>3</sub> (mg/kg)				
	0	250	2000	0	250
	63% saturação de Al	55% saturação de Al	7% saturação de Al	250	2000
	g/vaso			%	
<i>Brachiaria híbrida</i> UF 910	5,34	5,88	5,30	94	111
<i>B. decumbens</i> GC 139	5,48	6,19	6,10	89	101
<i>B. decumbens</i> GC 023	5,85	5,13	5,26	114	98
<i>B. humidicola</i> GC 136	7,24	7,05	6,80	101	104
<i>B. ruziziensis</i> GC 022	7,24	7,83	8,39	92	93
<i>B. brizantha</i> GC 142	3,92	5,13	5,41	76	95
<i>Paspalum guenoarum</i> GC 134	1,31	1,60	3,47	82	46
<i>Setaria anceps</i> GC 133	4,47	4,85	5,04	86	87
<i>S. anceps</i> PI 225586	3,76	4,39	5,04	86	87
<i>Andropogon gayanus</i> GC 125	1,83	1,66	2,16	110	77
<i>Panicum maximum</i> K 187 B	6,74	8,17	8,94	82	91
<i>P. maximum</i> GC 015	8,18	8,11	8,96	101	91
<i>Hyparrhenia rufa</i> GC 130	0,49	1,88	1,79	26	105
<i>Melinis minutiflora</i> comercial	3,63	5,21	6,37	70	82

FONTE: Embrapa (1982).

$$(1) R = \frac{X \text{ de MS obtida com nível mais baixo de CaCO}_3}{X \text{ de MS obtida com nível mais alto de CaCO}_3} \cdot 100$$

Ainda em Latossolo Roxo (LR), Nunes, Vieira e Souza (1979) concluíram que pequenas aplicações de calcário são suficientes para que as braquiárias atinjam rendimentos máximos (Quadro 6).

Siqueira et al. (1980), ao trabalharem em casa de vegetação com um Latossolo Vermelho distrófico argissólico (LVda), com saturação de Al inicial de 84% incubado com  $\text{CaCO}_3$ , para valores de saturação de Al de 84%, 50%, 25% e 0%, por meio da aplicação de 0; 0,8; 1,3 e 4 t  $\text{CaCO}_3$ /ha, respectivamente, concluíram que, tanto para *B. decumbens* como para *B. humidicola*, foram suficientes 80 kg de  $\text{CaCO}_3$ /ha, para se obterem rendimentos máximos. Vale salientar que, nesta quantidade, chega-se apenas a 50% de saturação de Al, valor bastante alto para a maioria das plantas, confirmando a importância do Ca como nutriente e também a tolerância das braquiárias à toxidez de Al.

Normalmente, a recomendação da dose de calagem é feita com base no teor de Al trocável e nos teores de Ca e Mg; isso pode superestimar as doses de calcário, em razão do grau de tolerância das braquiárias à toxidez de Al. A resposta dessas gramíneas à calagem está relacionada com o requerimento de Ca e não com o corretivo (FERTILIDAD..., 1980). A partir desses resultados, estabeleceu-se um ensaio de campo em um Oxissolo de Carimágua, Colômbia, para determinar os requerimentos de Ca de várias gramíneas, usando 0, 50, 100, 200 e 400 kg de Ca/ha, tendo como fonte o calcário. Os resultados mostraram que, para 80% do rendimento máximo, foram necessárias aplicações de apenas 50 kg de Ca/ha, para *B. humidicola* CIAT-679, e 100 kg/ha, para *B. decumbens* CIAT-606 e *B. brizantha* CIAT-665.

QUADRO 6 - Médias de produção de matéria seca em Latossolo Roxo (LR) subsolo de seis gramíneas em três diferentes níveis de calcário

Espécie	Doses de $\text{CaCO}_3$ kg/ha		
	0	500	1000
	g/vaso		
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	3,92	5,13	5,41
<i>Panicum maximum</i> cv. Comum	8,18	8,11	8,96
<i>P. maximum</i> K 187-B	6,74	8,17	8,94
<i>B. decumbens</i> cv. Australiana	5,48	6,19	6,10
<i>B. ruziensis</i>	7,24	7,83	8,39
<i>Andropogon gayanus</i>	1,83	1,66	2,16

FONTE: Embrapa (1984).

Nesse sentido, é necessário adotar um critério para determinar que as doses de calcário não sejam superestimadas. O critério de elevação do nível de saturação por bases (V%) firma-se na elevação do nível de bases trocáveis ( $S = Ca^{+2} + Mg^{+2} + K^{+}$ ), em relação à capacidade de troca catiônica (CTC) do solo ( $S + H + Al^{3+}$ ), a um valor adequado para cada cultura. A fórmula para o cálculo da necessidade de calagem é a seguinte: em que:

$$NC = \frac{(V_2 - V_1)T \cdot f}{100}$$

NC = toneladas de calcário/ha;

$V_2$  = saturação por bases que se pretende alcançar no solo;

$V_1$  = saturação por bases atual no solo;

$f$  = fator de calagem = 100/PRNT;

$T$  = capacidade de troca de cátions expressa em meq/100 cm<sup>3</sup> de terra.

Por esse critério, Premazzi (1991) estudou três espécies de leguminosas e duas forrageiras tropicais, submetendo-as a diferentes níveis de saturação por bases. Os resultados indicaram que as máximas produções de MS foram obtidas no nível de 43% de saturação por bases, para *B. brizantha*, e 47%, para o capim-colonião.

As observações de Premazzi (1991) confirmam as recomendações de Werner (1984) que sugeriu a divisão em dois grupos, das leguminosas e das gramíneas forrageiras mais utilizadas no Brasil Central. Quanto à necessidade de calagem na saturação por bases, situam-se as braquiárias no grupo de menor exigência, pois esta espécie necessita de elevação da saturação apenas em 40%.

Apesar de poucos trabalhos de calagem referirem-se ao Mg como nutriente, em ensaio de pastejo, a *B. humidicola* produziu 23% mais forragem, quando se aplicaram 10 kg/ha do elemento (FERTILIDAD..., 1982).

Monteiro (1994) relatou que a omissão de Mg, em estudo conduzido em casa de vegetação, do tipo subtração, com a *B. brizantha*, resultou em redução na produção de MS, superando apenas os tratamentos com omissão de N, P e testemunha. Sintomas visuais de deficiência de Mg ocorreram a partir da terceira semana após o transplante. As plantas apresentaram as lâminas foliares com clorose internerval, além de mostrarem-se prostradas nas últimas semanas.

## RESPOSTA DAS BRAQUIÁRIAS AO FÓSFORO

Diante da deficiência generalizada em P disponível dos solos brasileiros utilizados com pastagem, a maior parte dos trabalhos de adubação de forrageira trata desse assunto, envolvendo doses, fontes e épocas de aplicação desse elemento.

Enquanto o N é o elemento-chave na manutenção da produtividade e persistência de uma pastagem de gramínea, o P tem sua importância realçada no estabelecimento da pastagem. Além de desempenhar papel importante na respiração vegetal, o P influi no armazenamento, transporte e utilização de energia no processo fotossintético, agindo, também, na síntese das proteínas e no metabolismo de enzimas e, para os capins, é o elemento mais importante depois do N (WERNER, 1984). O P tem grande influência no crescimento das raízes e no perfilhamento das plantas.

Sendo o P um dos elementos minerais mais limitantes nas regiões tropicais, há constante preocupação dos pesquisadores em avaliar a tolerância das espécies a baixos níveis desse elemento, quantificar o potencial de resposta a doses e fontes e determinar os níveis críticos externos das espécies forrageiras. Martinez e Haag (1980), ao estudarem sete gramíneas tropicais, concluíram que as mais eficientes na absorção e na utilização do P foram: *B. humidicola*, *Hypparrhenia rufa*, *P. purpureum*, *P. maximum*, *D. decumbens*, *B. decumbens* e *Melinis minutiflora*. Fonseca et al. (1992), ao estudarem os capins *B. decumbens*, *Andropogon gayanus* e *H. rufa*, encontraram níveis críticos no estabelecimento de 0,20%, 0,26% e 0,29% e na rebrotação, de 0,17%, 0,20% e 0,22%, respectivamente. Observaram, também, que a *B. decumbens* foi bem superior às outras duas espécies quanto à eficiência na absorção e na utilização de P. Esta característica da *B. decumbens* é de relevante importância, pois, conforme Salinas e Sanchez (1976), espécies ou variedades mais tolerantes a baixos níveis de P disponível produzem rendimentos mais altos do que espécies ou variedades mais sensíveis.

As braquiárias são consideradas plantas capazes de vegetar em solos com baixos teores de P disponível, isto é, são mais eficientes na utilização do P disponível do solo, não requerendo mais do que 45 kg de  $P_2O_5$ /ha. Já para a *B. humidicola* determinou-se um nível crítico externo de 10 kg de  $P_2O_5$ /ha, e para *A. gayanus*, *B. decumbens* e *B. brizantha*, o nível crítico chega a 20 kg de  $P_2O_5$ /ha. Entretanto, os requerimentos internos são baixos. Logo, pastagens de gramíneas puras poderão não satisfazer as necessidades de P dos animais, precisando, de uma suplementação mineral com esse nutriente, pois aplicações de fertilizantes fosfatados, em qualquer nível, não aumentam o teor do elemento no tecido vegetal (FERTILIDAD..., 1982).

Em razão da deficiência generalizada em P disponível dos solos brasileiros utilizados para pastagens, respostas à adubação fosfatada têm sido obtidas,



particularmente na implantação das pastagens. O fato é que, mesmo as braquiárias, espécies citadas como menos exigentes em P, necessitam de um mínimo de adubação com este elemento para um adequado estabelecimento de suas pastagens. Pereira (1986) e Malavolta e Paulino (1991) citam muitos trabalhos que comprovam estas respostas. Ainda, vários outros trabalhos mostram que as braquiárias não requerem aplicações de altos níveis de P no solo. Corrêa (1991) estudou níveis críticos de P para o estabelecimento de *B. decumbens* e *B. brizantha* e do capim-colônião. Em condições de campo, as diferenças de exigência entre as espécies foram bem evidentes. A *B. decumbens* destacou-se como a menos exigente em P para seu estabelecimento, vindo a seguir em ordem crescente de exigência, o capim-colônião e a *B. brizantha*.

Em solo de Cerrado (AGRONOMIC..., 1974), um experimento de *B. decumbens* com P, usando 86, 345 e 1.380 kg de  $P_2O_5$ /ha na forma de superfosfato simples, mostrou que, apesar do nível mais alto deste elemento ter proporcionado maiores produções nos dois primeiros cortes, o nível intermediário passou a apresentar resultados semelhantes após o terceiro corte (Gráfico 5).

Hammond et al. (apud FENSTER; LEÓN, 1982), em estudo semelhante em Oxissolo de Carimágua, na Colômbia, com *B. decumbens*, usando as doses de 25, 50, 100 e 400 kg de  $P_2O_5$ /ha, concluíram que a dose de 100 kg/ha proporcionou rendimentos semelhantes ao nível máximo (Gráfico 5B), apesar de os resultados referirem-se apenas aos três primeiros cortes, que é um período muito curto de avaliação. Esses autores observaram ainda respostas diferentes de mesmas espécies ao P, por efeito de solos diferentes. No solo de Carimágua foram necessárias aplicações de apenas 350 mg/dm<sup>3</sup> de P, para atingir 0,2 mg/dm<sup>3</sup> de P na solução, enquanto, para o solo do Cerrado, a mesma concentração só foi obtida com aplicação de 750 mg/dm<sup>3</sup> de P ao solo. Esses mesmos autores concluíram ser esta a razão por que os requerimentos de P para as forrageiras da mesma espécie variam tão acentuadamente de um solo para outro.

Fenster e León (1982) relatam outro ensaio em Carimágua, com quatro espécies de gramíneas, em que a resposta mais acentuada da *B. decumbens* foi obtida em 50 kg de  $P_2O_5$ /ha, com exceção do capim-jaraguá, que respondeu linearmente às adições de P, até 100 kg de  $P_2O_5$ /ha, (Gráfico 6).

Na Amazônia, Serrão e Simão Neto (1971), ao estudarem doses de  $P_2O_5$  (0, 50, 100, 150, 200 e 250 kg/ha), para produção de *B. decumbens*, em Latossolo Amarelo (LA), encontraram, em quatro cortes, respostas mais acentuadas na dose de 150 kg de  $P_2O_5$ /ha, que obteve 93% da produção máxima com a dose máxima de  $P_2O_5$ , mas 75% da produção máxima foi obtida com aplicação de apenas 100 kg de  $P_2O_5$ /ha. Novamente, o período de avaliação foi muito curto.

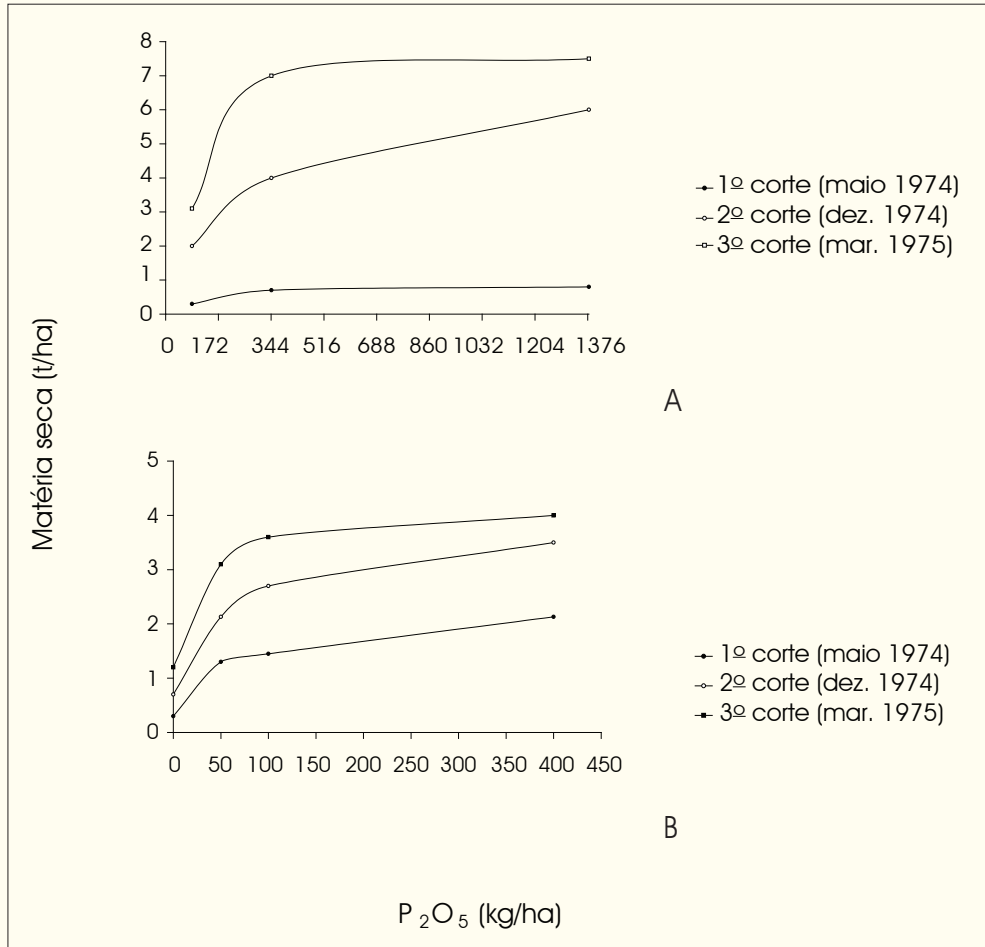


Gráfico 5 - Efeito de diferentes níveis de P na produção de matéria seca de *B. decumbens*, em duas localidades

FONTE: Agronomic... (1974).

NOTA: Gráfico 5A - Centro do Cerrado. Gráfico 5B - Carimágua, Colômbia.

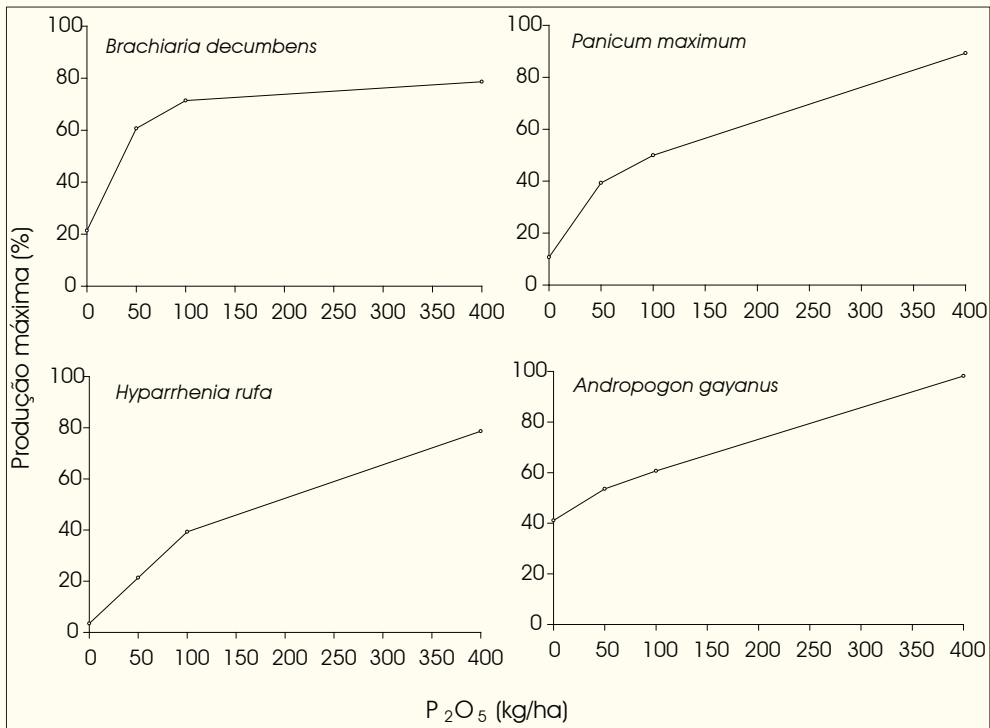


Gráfico 6 - Resposta relativa da produção de quatro gramíneas cultivadas em Oxissolo de Carimáguá, na Colômbia, sob diferentes níveis de P

NOTA: Média de três cortes, um ano após o estabelecimento.

Nunes, Vieira e Souza (1979), em Latossolo Roxo álico (LRa), estudaram o efeito de três doses de P sobre o rendimento de seis gramíneas e observaram respostas acentuadas em todas, com exceção do *Andropogon*, que teve a dose mais alta de P, ou seja, cerca de 900 kg de  $P_2O_5$ /ha (Quadro 7).

Em Ji-Paraná, RO, Gonçalves, Medeiros e Oliveira (1982) conseguiram acréscimos substanciais no rendimento de forragem de *Brachiaria* sp. Florida e *B. decumbens*, com aplicação de apenas 50 kg de  $P_2O_5$ /ha. As demais braquiárias tiveram acréscimos inferiores a 15% sob a mesma dose. De maneira geral, obtiveram ótimos rendimentos de forragem sob dose baixa de P (50 kg de  $P_2O_5$ /ha). A adição de P ao solo aumentou significativamente o teor do elemento no tecido vegetal, contrariando a afirmativa dos pesquisadores do International Center for Tropical Agriculture (Ciat) (FERTILIDAD..., 1982) de que aplicações de fertilizantes fosfatados, em qualquer nível, não aumentam os teores do

QUADRO 7 - Estimativa da produção de matéria seca (MS) de seis gramíneas em três níveis de P, em Latossolo Roxo álico - soma das médias de quatro cortes

Espécie	Produção de MS			Produção relativa (PR)		
	0	80	916	0	80	916
	kg/ha			kg/ha		
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	8.493	11.013	20.240	42	54	100
<i>Panicum maximum</i> cv. Comum	9.293	10.013	19.080	49	52	100
<i>P. maximum</i> K 187-B	10.400	12.213	20.813	50	59	100
<i>B. decumbens</i> cv. Australia	10.027	13.640	19.733	51	69	100
<i>B. ruziziensis</i>	8.133	13.307	17.733	46	75	100
<i>Andropogon gayanus</i> cv. Planaltina	9.747	12.893	15.667	62	82	100

FONTE: Embrapa (1984).

(1) Quantidade de  $P_2O_5$  aplicado/ha.

elemento no tecido vegetal. Esses autores chegaram à mesma conclusão de que os teores de P no tecido continuaram abaixo das necessidades dos animais que, conforme o National Research Council (1996) é de 0,80% na MS. A aplicação de P ao solo promoveu aumento de Ca no tecido só da *B. humidicola*. A proteína bruta (PB) teve ligeiro aumento na *B. decumbens* e *Brachiaria* sp., porém não significativo.

Por outro lado, Faquin et al. (1997b), ao estudarem a influência de fontes de P na absorção e acúmulo de P pela *B. brizantha* cv. Marandu, comentaram que no tratamento sem aplicação de P, a limitação ao crescimento da forrageira pela deficiência desse elemento do solo foi tão drástica que só possibilitou obter material suficiente para análise química no quinto e sexto cortes.

Aragão et al. (1986) trabalharam em dois locais de Sergipe, Carirá e Arauá, com solos do tipo Argissolo Vermelho eutrófico típico (PVe), sendo um com média e alta saturação por bases, baixa saturação com Al, baixa acidez e baixo teor de P, e o outro com baixa saturação por bases, fortemente ácido e baixa fertilidade natural. Observaram que, no primeiro local, *B. decumbens* respondeu melhor à aplicação do P, do que *B. humidicola*, e ambas responderam acentuadamente menos do que *P. maximum* cv. Gongyloides. Em Arauá, *B. brizantha* comportou-se melhor que as demais braquiárias sem adubação, enquanto *B. decumbens* cv. 910-13 respondeu acentuadamente melhor à aplicação de P (66,8%), mostrando ser mais exigente que as demais braquiárias. Diante desses resultados, observam-se apenas tendências e efeitos do P no estabelecimento da pastagem, pois o número de cortes para avaliação é muito pequeno. Esses mesmos autores, em 1979, no município de Arauá, encontraram resposta mais acentuada na

produção de *B. decumbens* e capim-sempre-verde no nível 100 kg de  $P_2O_5$ /ha (Gráfico 7).

A partir do segundo ano, foram aplicadas as doses de 0, 30, 60, 90 e 240 kg de  $P_2O_5$ /ha em cobertura, mas apesar de Aragão et al. (1986) não apresentarem os resultados, supõe-se que não tenha havido resposta imediata à adubação de manutenção, a não ser que o solo tivesse alto poder de fixação do P no plantio, já que foi utilizado somente o superfosfato simples como fonte do P. Se fosse esse o caso, a resposta só seria esperada nos níveis mais baixos de P.

*B. decumbens* cv. Basilisk, em Latossolo Roxo (LR), textura argilosa, fase Cerrado, foi submetida a diversas doses de P, usando como fonte o superfosfato triplo, e o hiperfosfato apenas na dose de 320 kg de  $P_2O_5$ /ha. Após dez cortes, a maior resposta deu-se na dose de 160 kg de  $P_2O_5$ /ha, mas, após 17 cortes, esta resposta voltou a acontecer na dose de 320 kg de  $P_2O_5$ /ha, aplicados no plantio, ou 160 kg de  $P_2O_5$ /ha divididos em quatro parcelas iguais, uma no plantio e as demais em cobertura anual. Observou-se, assim, o efeito da fixação do P ao solo (Quadro 8).

Os resultados sugerem que, além da quantidade de P aplicada ao solo, é de especial importância a forma e a fonte como esta aplicação é feita. A associação de P solúvel com fosfatos de rocha pouco solúveis pode ser a maneira mais adequada de

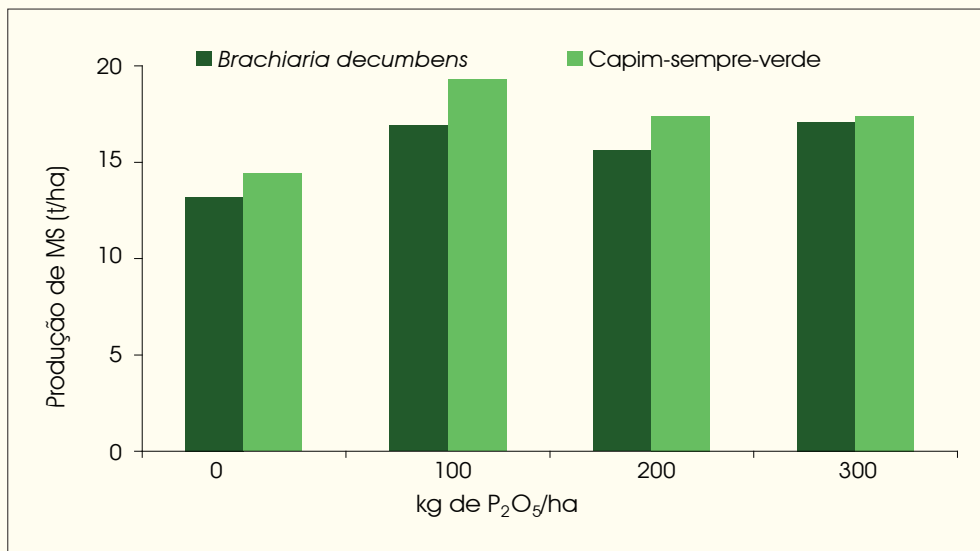


Gráfico 7 - Produção de matéria seca (MS) em t/ha de *Brachiaria* e capim-sempre-verde, resultante da aplicação de níveis crescentes de P, no município de Arauá, Sergipe  
FONTE: Aragão et al. (1986).

suprir as plantas perenes, por causa da solubilização lenta do fosfato natural com o correr do tempo, tornando-se disponível para estas, logicamente, desde que o custo/benefício seja considerado.

Assim, a utilização de fosfatos naturais pode-se constituir ótimo recurso para aumentar a quantidade de P disponível nos solos. Todavia, o emprego desses fosfatos é restrito, em razão de sua baixa solubilidade, que se torna mais limitante com a elevação do pH pela calagem. Apesar da tolerância das gramíneas forrageiras às condições de acidez do solo, notadamente as espécies do gênero *Brachiaria* (SOARES FILHO, 1994), muitas vezes faz-se necessária a aplicação de calcário

QUADRO 8 - Médias acumuladas de produção de matéria seca (MS) de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e teores de P no solo em função de  $P_2O_5$  aplicados no estabelecimento e em manutenção

Tratamento (n <sup>o</sup> )	Nível de $P_2O_5$				Total	MS (65 °C)		<sup>(2)</sup> P no solo (1983) (0-10 cm) (mg/dm <sup>3</sup> )
	Ano					Total (17 cortes) (t/ha)	<sup>(1)</sup> PR (%)	
	1979	1980	1981	1982				
	kg/ha							
1	0	0	0	0	0	39,58	46	1,3
2	40	0	0	0	40	47,94	56	1,4
3	80	0	0	0	80	50,96	59	1,7
4	160	0	0	0	160	61,93	72	1,9
5	320	0	0	0	320	71,90	83	4,7
6	640	0	0	0	640	78,17	91	7,6
7	1.280	0	0	0	1.280	86,05	100	39,2
8	<sup>(3)</sup> 320H	0	0	0	<sup>(3)</sup> 312H	72,71	84	4,5
9	0	40	40	40	120	61,56	71	1,3
10	40	40	40	40	160	67,28	78	2,3
11	80	40	40	40	200	67,65	78	2,0
12	160	40	40	40	280	73,57	85	2,8
13	320	40	40	40	440	81,14	94	5,0
14	640	40	40	40	760	82,81	96	11,1
15	1.280	40	40	40	1.400	86,72	101	39,6
16	<sup>(3)</sup> 320H	40	10	40	440	80,30	92	10,9

(1) Produção relativa, considerando a produção do tratamento 7 como sendo 100%. (2) Extraído com HCl 0,05 N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 N. (3)H= hiperfosforado. Os demais níveis foram aplicados na forma de superfosfato triplo.

para suprimento de Ca e Mg. O efeito da calagem sobre a solubilidade dos fosfatos naturais e consequente produção vegetal tem, ao longo dos anos, gerado inúmeros estudos, cujos resultados são controversos, variando com as condições estudadas (FAQUIN et al., 1997a).

A eficiência da adubação fosfatada e, conseqüentemente, de qualquer fonte de P, está relacionada, em especial, com o tipo de solo, com a espécie forrageira e com as características da fonte de P utilizada. A quantidade relativa de cada forma de P varia de solo para solo, em função da textura e mineralogia. Assim, nos solos argilosos e com alto teor de óxidos de Fe e Al, grande parte de P (mais de 80%) está na forma insolúvel ou não disponível para as plantas e apenas 1% encontra-se na solução do solo. Dessa forma, se a fonte aplicada de P é de alta solubilidade, grande parte deste será adsorvida ou precipitada, não sendo utilizada pelas plantas. Se, ao contrário, a solubilidade for muito baixa, a velocidade de liberação do P poderá estar abaixo das necessidades imediatas das plantas (SANZONOWICZ; GOEDERT, 1986).

Solos argilosos e ácidos favorecem a solubilidade dos fosfatos naturais, conforme pode ser observado no Gráfico 8. A eficiência do fosfato natural foi inicialmente prejudicada pelas doses mais altas de calcário, mas este efeito desapareceu com o passar dos anos. Considerando um período de três a quatro anos de efeito do calcário como corretivo de acidez e o longo período de avaliação do estudo, apesar de Sanzonowicz e Goedert (1986) não apresentarem resultados de análise do solo no final do período do trabalho, pode ser que tenha havido acidificação do solo e, conseqüentemente, favorecido a solubilização do fosfato de rocha. No entanto, observa-se também uma pequena capacidade de fixação de P no solo, já que durante todo o período de avaliação maiores rendimentos sempre foram obtidos com aplicação da fonte solúvel.

Em solo de baixada Gley Pouco Húmico, em trabalho realizado pela Embrapa (1977), comparando o efeito do superfosfato simples e do fosfato de Araxá sobre o rendimento de MS de capim-angola, evidenciou-se a solubilização do fosfato natural com o passar do tempo. Como o solo em estudo deve ser ácido e com alta saturação de Al (69%), e como não foi mencionada aplicação de calcário, chega-se à conclusão de efeito benéfico da acidez sobre a solubilidade do fosfato natural e do alto poder de fixação do P disponível pelo solo, já que logo após o segundo ano, o fosfato natural proporcionou maiores rendimentos de forragem (Gráfico 9).

O efeito de várias fontes e doses de P na produção de *B. decumbens*, em Latossolo Vermelho-Escuro (LE), foi testado por Sanzonowicz e Goedert (1986), que observaram a seguinte ordem de eficiência dos fosfatos: superfosfato simples + termofosfato magnésiano (yoorin) > fosfato natural de Gafsa em Marrocos (hiperfosfato) > fosfato

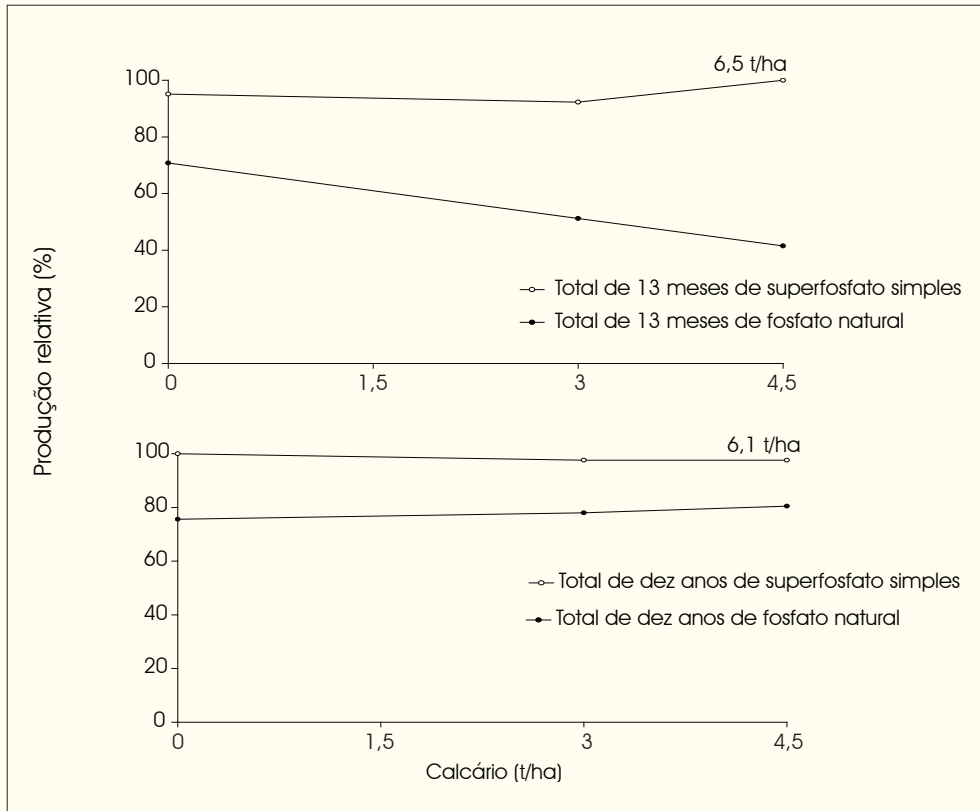


Gráfico 8 - Efeito da acidez do solo na solubilidade do fosfato natural e do superfosfato simples com o cultivo de *Brachiaria decumbens* em um Latossolo Vermelho-Escuro (LE) do DF, em dois períodos após a aplicação do calcário

FONTE: Sanzonowicz e Goedert (1986).



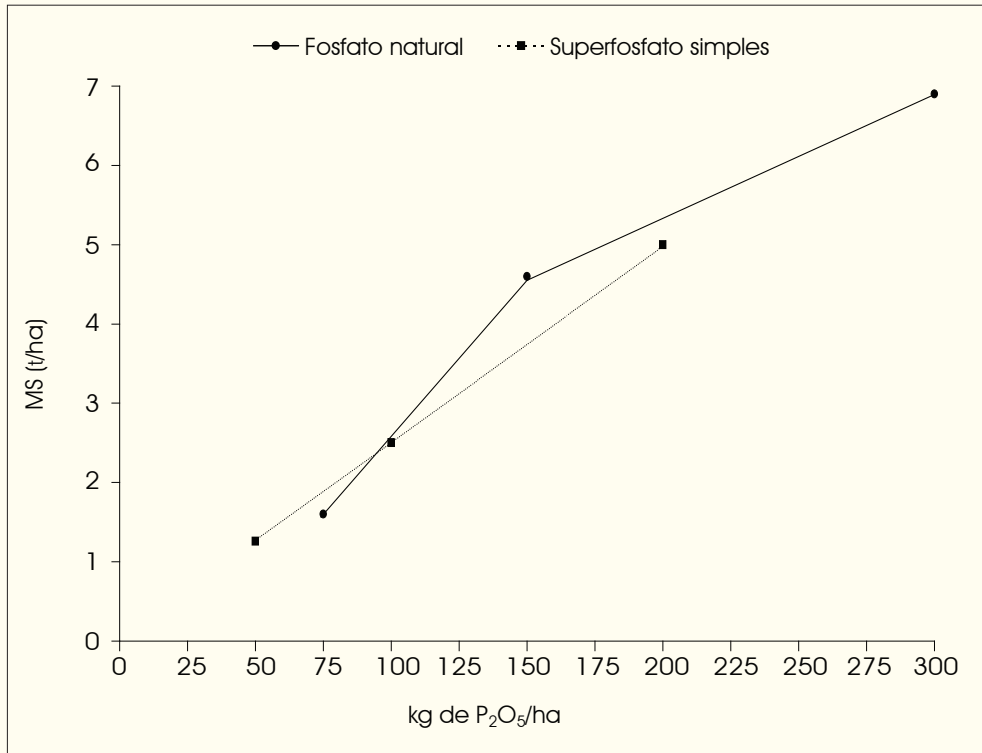


Gráfico 9 - Efeito de níveis e fontes de fósforo, na produção de matéria seca (MS) do capim-angola (*Brachiaria purpurascens*) em solo de baixada Gley Pouco Húmico - primeiro corte no segundo ano de cultivo

FONTE: Embrapa (1977).

natural (Quadro 9). Observaram também menor produtividade da pastagem com aplicação de fosfato natural em todos os níveis, quando comparada com superfosfato simples, mesmo com o passar do tempo (Gráfico 10).

Passos et al. (1997), ao avaliarem os efeitos das fontes de P, calcário e gesso sobre a produção de MS e o perfilhamento da *B. brizantha* cv. Marandu, em um Latossolo Variação Una, da região de Campo das Vertentes, MG, observaram que na ausência de P, independentemente do tratamento de correção utilizado, a produção total de MS da parte aérea e do sistema radicular foi muito baixa (Quadro 10).

Os resultados obtidos por Passos et al. (1997) são semelhantes aos obtidos por Morikawa (1993), trabalhando com a mesma espécie forrageira (*B. brizantha*) e solo, onde

QUADRO 9 - Produção total de matéria seca (MS) de *Brachiaria decumbens* cultivada durante dez anos (23 cortes), em resposta a doses e fontes de P aplicado em Latossolo Vermelho-Escuro (LE)

Fonte de P	kg de P/ha	Produção		<sup>(3)</sup> IEA (%)
		t/ha	<sup>(2)</sup> %	
Testemunha	0	17,7	17	-
Fosfato natural de Araxá	38	17,8	17	01
Fosfato natural de Araxá	150	47,6	46	61
Fosfato natural de Araxá	600	92,4	90	88
Fosfato natural da Carolina do Norte	150	61,3	60	89
Fosfato natural de Gafsa (hiperfosfato)	38	24,7	24	66
Fosfato natural de Gafsa (hiperfosfato)	150	63,3	62	93
Fosfato natural de Gafsa (hiperfosfato)	600	99,9	97	97
Termofosfato magnesiano (yoorin)	38	25,6	25	75
Termofosfato magnesiano (yoorin)	150	64,8	63	97
Termofosfato magnesiano (yoorin)	600	109,4	106	108
Superfosfato simples	38	28,3	28	100
Superfosfato simples	150	66,5	65	100
Superfosfato simples	600	102,8	100	100
<sup>(1)</sup> Superfosfato simples (5 x 38)	190	79,1	77	-

(1) Dose aplicada anualmente em cobertura entre out. 74 a out. 78 (5 anos). (2) Produção obtida com aplicação de 600 kg de P/ha, na forma de superfosfato simples. (3) Índice de Eficiência Agronômica (IEA), ou seja:

$$IEA = \frac{\text{Produção da fonte na dose a} - \text{produção da testemunha}}{\text{Produção do superfosfato na dose a} - \text{produção da testemunha}} \cdot 100$$

a omissão de P reduziu em 98% a produção total de MS da parte aérea. Por meio desses resultados, pode-se observar a limitação severa de P nesse solo e que a adubação com este nutriente é condição necessária para o estabelecimento e a produção de *B. brizantha*.

Quanto ao perfilhamento, na ausência de P, no primeiro corte, *B. brizantha* não perfilhou (Quadro 11).

Morikawa (1993) observou que os elementos minerais, cuja omissão mais limitava o perfilhamento de *B. brizantha*, foram, em ordem decrescente, P, N e S. Neste sentido, Carvalho et al. (1990) consideram que um adequado suprimento de P no solo é essencial para o rápido e eficiente estabelecimento das pastagens, diante do importante papel que este nutriente desempenha no desenvolvimento do sistema radicular e no perfilhamento das gramíneas.

Ainda, com relação ao estudo realizado por Passos et al. (1997), considera-se que, com exceção da testemunha (-P), os demais tratamentos que receberam

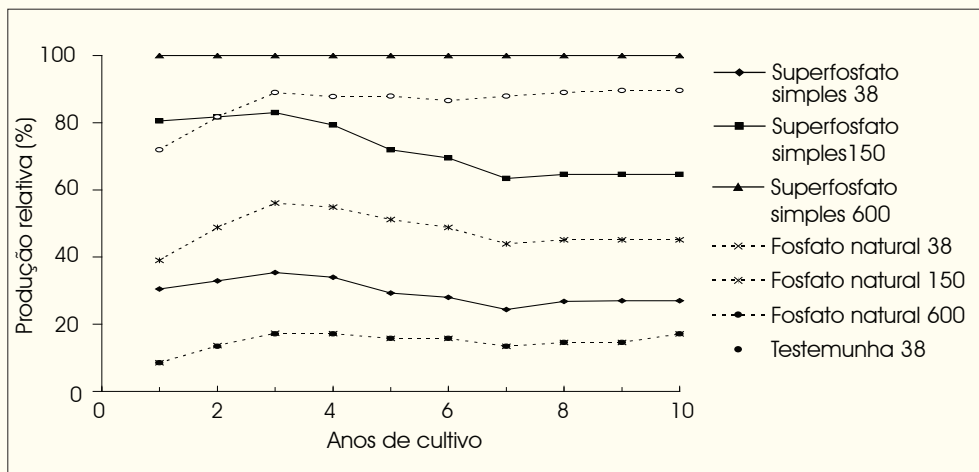


Gráfico 10 - Produção relativa acumulada de matéria seca (MS) de *Brachiaria decumbens*, durante dez anos de avaliação, em resposta à aplicação de doses e fontes de P  
 FONTE: Sanzonowicz e Goedert (1986).

QUADRO 10 - Produção total de matéria seca (MS) (soma de seis cortes) e do sistema radicular (soma dos segmentos de 0-15 cm e 15-30 cm) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Fonte de P	MS total da parte aérea (g/ vaso)			MS total das raízes (g/vaso)		
	Sem calagem	Com calagem	Calagem+ gesso	Sem calagem	Com calagem	Calagem+ gesso
Sem fonte de P	2,12 cA	3,64 cA	5,10 dA	0,77 dA	0,97 dA	1,60 cA
Fosfato natural parcialmente acidulado	86,53 aA	91,42 aA	91,94 cA	65,79 aA	63,45 aA	67,86 bA
Fosfato natural	46,51 bC	53,32 bB	93,85 cA	32,43 bB	38,22 bB	67,10 bA
Superfosfato triplo	87,76 aC	93,59 aB	102,82 bA	61,92 bA	71,73 aA	73,80 bA
Termofosfato magnésiano (yoorin)	73,73 bB	47,26 bB	121,49 aA	22,48 cB	22,48 cB	86,25 aA

FONTE: Passos et al. (1997).

NOTA: Médias na coluna/linha, seguidas de mesma letra, minúscula/maiuscula, não diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey.

QUADRO 11 - Número de perfilhos por vaso de *Brachiaria brizantha* após o primeiro e o sexto cortes

Fonte de P	Perfilhos/vaso (primeiro corte)			Perfilhos (sexto corte)		
	Sem calagem	Com calagem	Calagem+ gesso	Sem calagem	Com calagem	Calagem+ gesso
Sem fonte de P	0 bA	0 bA	0 bA	4 bA	6 cA	11 bA
Fosfato natural parcialmente acidulado	15 aAB	10 aB	17 aA	66 aB	74 aAB	73 aA
Fosfato natural	19 aA	10 aB	13 aB	52 aA	60 abA	67 aA
Superfosfato triplo	17 aA	12 aA	13 aA	51 aB	62 abAB	73 aA
Termofosfato magnésiano (Yoorin)	18 aA	13 aA	19 aA	48 aB	51 bB	77 aA

FONTE: Passos et al. (1997).

NOTA: Médias, na coluna/linha, seguidas pela mesma letra, minúscula/maiúscula, não diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

P, independentemente do tratamento de correção utilizado, não diferem quanto ao perfilhamento no primeiro corte, enquanto no sexto corte, o número de perfilhos tendeu a aumentar, em relação ao registrado no primeiro. Esses autores concluem que na ausência de aplicação de gesso, mesmo com a calagem, o fosfato natural e o termofosfato magnésiano (yoorin) proporcionaram produções de MS menores que as do fosfato natural parcialmente solubilizado e superfosfato triplo. O termofosfato magnésiano (yoorin), na presença de calagem e gessagem, proporcionou as maiores produções de MS, enquanto o número de perfilhos foi pouco influenciado pelas fontes de P, em ambos os cortes realizados.

Sanzonowicz e Goedert (1986) compararam a produtividade de *B. humidicola* com aplicação de 87 kg de P/ha nas formas de fosfato natural e superfosfato simples. Inicialmente, observaram maior eficiência do superfosfato simples, sendo que a diferença desapareceu após o quinto ano, mas a superioridade do superfosfato simples foi pequena desde o início, mostrando que, economicamente, a aplicação do fosfato natural foi mais viável (Gráfico 11).

Sanzonowicz e Goedert (1986), após discutirem vários trabalhos de fosfatagem, concluíram que o estabelecimento da pastagem é mais lento, quando a fonte de P é um fosfato natural, e que esse problema pode ser corrigido pela aplicação de doses muito elevadas de P na forma natural ou pela mistura deste com fontes solúveis.

Pereira (1986), em Latossolo Vermelho argiloso (LVa), com média saturação de Al, baixos teores de Ca, Mg, P e K, sob vegetação natural de Campo

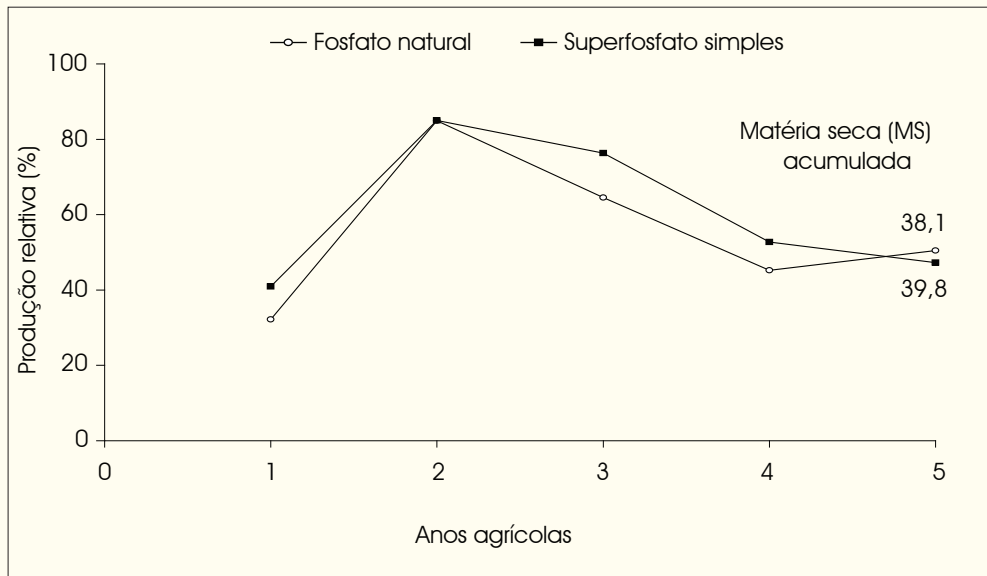


Gráfico 11 - Produção relativa anual de matéria seca (MS) de *Brachiaria humidicola* na dose de 87 kg de P/ha, aplicados nas formas de superfosfato simples e fosfato natural  
 FONTE: Sanzonowicz e Goedert (1986).

Limpo, testou diversas relações de substituição do P solúvel pelo fosfato natural, no rendimento de *B. decumbens* e *B. humidicola* consorciados ou não com *G. striata*. Em todos os trabalhos foram aplicados 200 kg de  $P_2O_5$  solúvel/ha, antes do plantio, e incorporado ao solo como fosfatagem corretiva, além de 50 kg de  $K_2O$ /ha, no plantio e após o segundo ano, e 20 kg de N/ha, anualmente, dosagem considerada baixa. Metade da parcela recebeu, anualmente, 40 kg de  $P_2O_5$ /ha de manutenção e a outra metade não.

Os resultados obtidos no consórcio de *B. humidicola* com *G. striata* e aplicação de 2,5 t de calcário dolomítico/ha podem ser observados no Gráfico 12, produção acumulada de três anos.

Até o terceiro ano após o estabelecimento, não houve vantagem significativa na aplicação do P de manutenção anual, mostrando que o fosfato natural foi liberando gradativamente o P na solução do solo, além de possivelmente afetar a disponibilidade de outros elementos existentes na composição da rocha.

No Gráfico 13, podem-se observar os resultados obtidos com pastagens de *B. decumbens* consorciada com *G. striata*, sem aplicação de calcário.

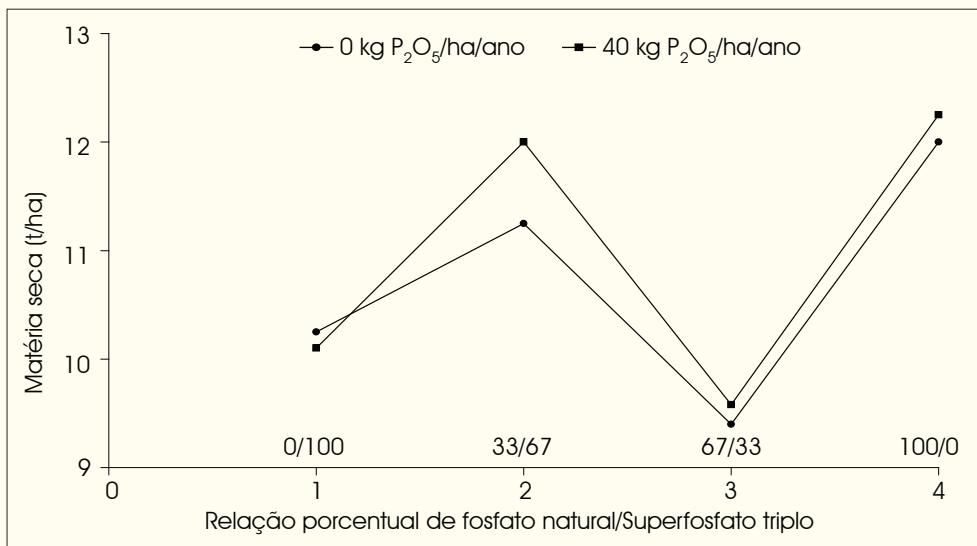


Gráfico 12 - Efeito da substituição do fosfato solúvel pelo fosfato natural e do P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de manutenção anual, em Latossolo Vermelho (LV), no rendimento de *Brachiaria humidicola* consorciada com *Galactia striata* - produção acumulada de três anos

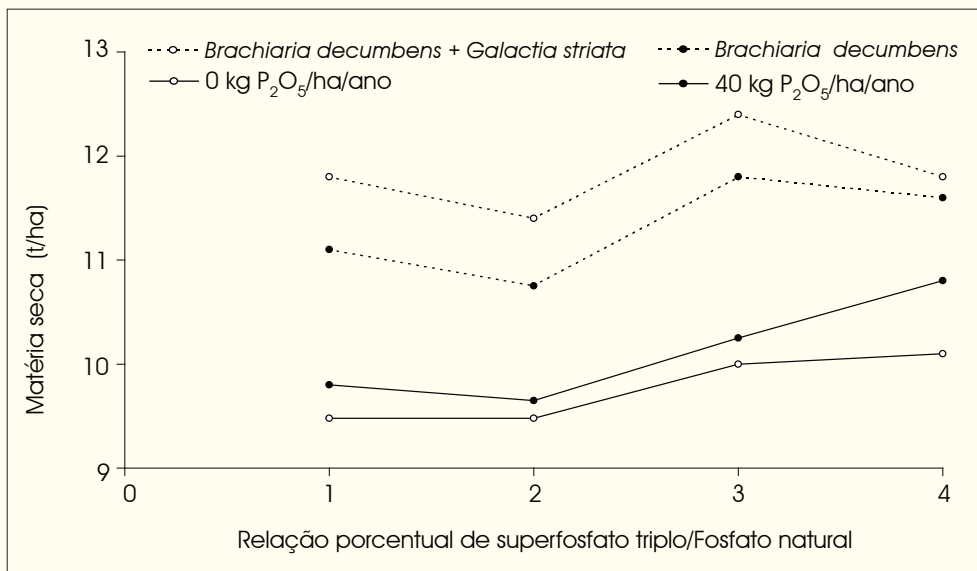


Gráfico 13 - Efeito do P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de manutenção anual

Neste estudo, observou-se que a *B. decumbens* em cultivo singular foi beneficiada pela aplicação somente do fosfato natural e tendeu a produzir menos forragem com aplicação do P anual. O benefício existente da aplicação de apenas fosfato de rocha como fonte de P deve-se à presença de Ca e Mg na composição do fosfato, já que não foi aplicado calcário.

A pastagem consorciada produziu maior quantidade de forragem, possivelmente por causa da fixação e da liberação de N pela leguminosa, e foi beneficiada também pela aplicação do P anual. Nesse caso, contudo, uma pequena dose de P na forma solúvel (33%) foi mais eficaz, pelo menos até o terceiro ano. O efeito da leguminosa no rendimento de MS total foi altamente significativo (apesar da diminuição progressiva desta na pastagem), em função, provavelmente, do efeito maléfico dos cortes mecânicos e/ou pela não aplicação de micronutrientes no solo, o que demonstra que no caso da pastagem não consorciada, a baixa produtividade tenha sido em função do N que se tornou limitante ao crescimento das plantas.

Quando se usou o fosfato natural de Patos de Minas como fonte natural de P e Ca, houve modificações no comportamento das pastagens. Observa-se novamente um efeito acentuado do calcário (2,5 t/ha) na produtividade das pastagens de braquiária, e tendência a um menor rendimento de forragem pela aplicação do P anual. Em consequência da menor solubilidade do fosfato natural de Patos de Minas em relação ao fosfato natural de Araxá, uma associação de metade de P na forma solúvel e metade na forma pouco solúvel foi altamente positiva (Gráfico 14).

Para a pastagem consorciada, o efeito positivo do calcário foi ainda mais pronunciado e a aplicação do P anual no tratamento metade solúvel e metade pouco solúvel promoveu ligeiro aumento no rendimento da pastagem, e foi o melhor tratamento. A aplicação de 25% de P solúvel, sem P de reposição anual, produziu quantidade de forragem semelhante ao melhor tratamento (Gráfico 15).

O mais viável economicamente seria formar uma pastagem consorciada, com aplicação de calcário, e mais uma fosfatagem corretiva com 200 kg de  $P_2O_5$ /ha, sendo 25% do P na forma solúvel e 75% na forma pouco solúvel e, até o terceiro ano, não colocar P de reposição. A tendência apresentada pelas curvas e pelos resultados dos trabalhos anteriores, que mostram a solubilidade dos fosfatos naturais com o passar do tempo, supõe que a necessidade de repor o P não irá acontecer pelo menos por mais três anos consecutivos. É bom lembrar que foram colocados, inicialmente, 200 kg de  $P_2O_5$  solúvel/ha, mais o fosfato natural de Araxá e o fosfato natural de Patos de Minas, respectivamente. Como o primeiro possui 36% e o segundo 24% de  $P_2O_5$  total, foram colocados efetivamente 1.600 e 1.263 kg de  $P_2O_5$ /ha, respectivamente, com potencial para ter solubilidade durante os anos.

Conclui-se, portanto, pelos resultados apresentados, que a utilização ou não de fosfatos naturais não depende somente do tipo de solo e da quantidade de P a ser

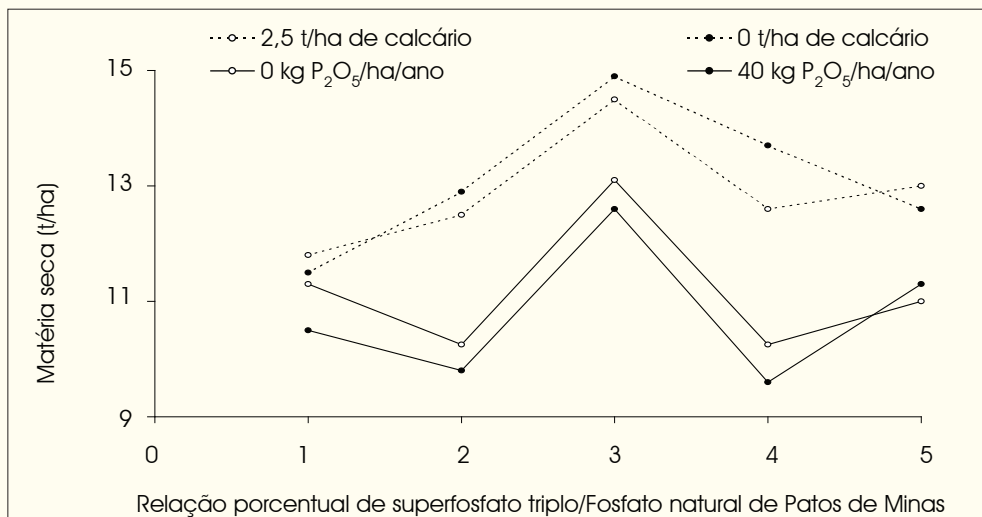


Gráfico 14 - Efeito do calcário,  $P_2O_5$  de manutenção anual e relação de substituição do fosfato solúvel pelo fosfato natural de Patos de Minas no rendimento de *Brachiaria decumbens*

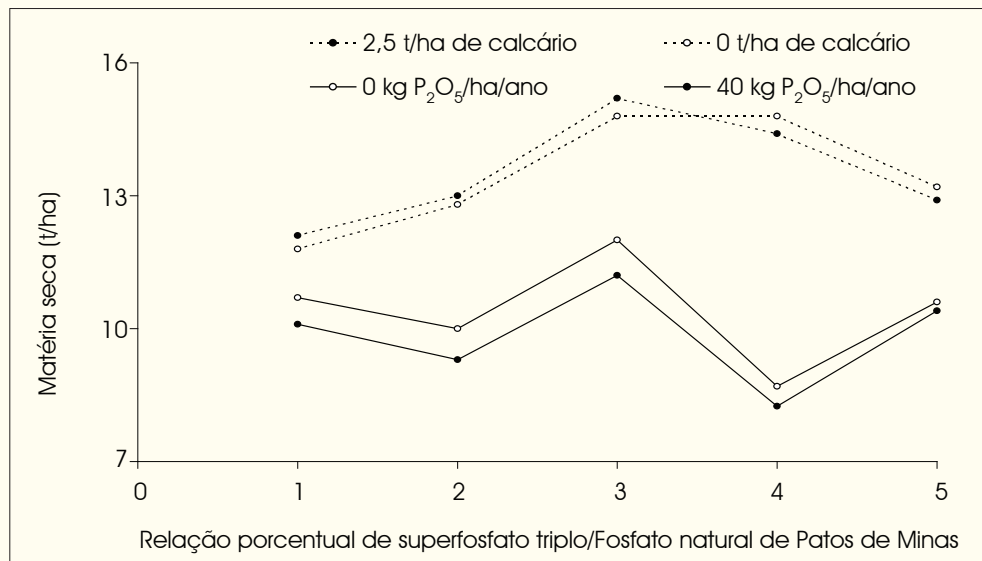


Gráfico 15 - Efeito da calagem, do  $P_2O_5$  de manutenção anual e da relação  $P_2O_5$  solúvel/ $P_2O_5$  pouco solúvel no rendimento de matéria seca (MS) de *Brachiaria decumbens* consorciada com *Galactia striata*



aplicada, como afirmam Sanzonowicz e Goedert (1986), mas do tipo de fosfato natural. De maneira geral, em virtude do mais baixo custo dos fosfatos naturais, aliado ao menor custo da mão de obra pela aplicação de uma só vez do fosfato no solo, todo o P necessário como corretivo (indicado pela análise e, principalmente, pelas características físicas do solo e pela forrageira a ser cultivada) pode ser de uma fonte pouco solúvel. Se, no entanto, forem colocadas pequenas doses iniciais de P, imediatamente será necessária a aplicação em cobertura anual de outras doses de P solúvel, o que não acontece, quando são usadas altas doses iniciais e, principalmente, se a fonte for um fosfato natural.

Sugere-se que os trabalhos dessa natureza sejam avaliados por períodos mais prolongados, para verificar a real eficiência da solubilização dos fosfatos naturais com o passar dos tempos, nos diversos tipos de solos utilizados com pastagens no País. Pereira (1986), em Latossolo Vermelho (LV) sob vegetação de Campo Limpo, encontrou efeito altamente positivo da incorporação mais profunda de calcário no rendimento de *B. decumbens*, capim-gordura e capim-jaraguá, em razão, principalmente, da maior camada corrigida do solo, além de colocar Ca e Mg mais profundamente, aumentando sensivelmente a área de exploração pelas raízes das forrageiras. Supõe-se também que a incorporação mais profunda de P possa aumentar a eficiência das plantas na sua utilização pelo maior desenvolvimento do sistema radicular, o que poderia diminuir a quantidade inicial necessária a ser aplicada do nutriente.

Como a maioria dos métodos de análise utilizada nos laboratórios de análise de solo do País superestima o teor de P disponível no solo, principalmente quando se aplicam fosfatos naturais, o momento de aplicar P de manutenção deve ser definido principalmente pela observação criteriosa do comportamento produtivo das pastagens, caso os demais nutrientes não sejam limitantes.

As raízes da maioria das plantas formam associações mutualísticas com fungos da família Endogonaceae, chamadas micorrizas vesicular-arbusculares (MVA). O principal benefício dessa associação para as plantas é o aumento na absorção de nutrientes, especialmente P.

Estudos já desenvolvidos e em andamento no Laboratório de Micorrizas, do Departamento de Ciência do Solo da Ufla, permitem concluir que as braquiárias apresentam elevada taxa de colonização por fungos MVA. Em levantamento da população micorrízica no painel de forrageiras da Fazenda Experimental de Santa Rita (FESR), da EPAMIG Centro-Oeste, em Prudente de Morais, MG, em solo sob vegetação de Cerrado, foram encontradas taxas de colonização de raízes de 65%, 45%, 47% e 69%, respectivamente, para *B. brizantha* cv. marandu, *B. brizantha*, *B. humidicola* e *B. ruziziensis*. Foram encontrados esporos dos seguintes fungos MVA: *Acaulospora scrobiculata*, *A. morowae*, *A. apendiculata* e *Glomus* sp. O teor ideal nas parcelas variou de 0,3 a 1,2 meq/100cc de solo, o P disponível (Mehlich 1) de 2 a 5 mg/dm<sup>3</sup> e o pH de

4,8 a 5,5. Uma possível explicação para o bom crescimento das braquiárias, nos solos de baixa fertilidade, pode ser dada pela sua afinidade com os fungos MVA, que aumentam a absorção de nutrientes, pois exploram maior volume de solo.

No cultivo de *B. decumbens* em dois Latossolos sob vegetação de Cerrado (Roxo e Variação Una), desinfestados com brometo de metila, e dois níveis de P (5% e 12,5% de adsorção máxima de P), na presença e ausência de fungo MVA (*Glomus macrocarpum*), foram encontrados, após quatro cultivos, aumentos de 24% a 141% e 25% a 125% para produção de MS e P absorvido, respectivamente. Esses dados evidenciam o alto potencial dos fungos MVA na produção e longevidade da braquiária em condições brasileiras (Gráfico 16).

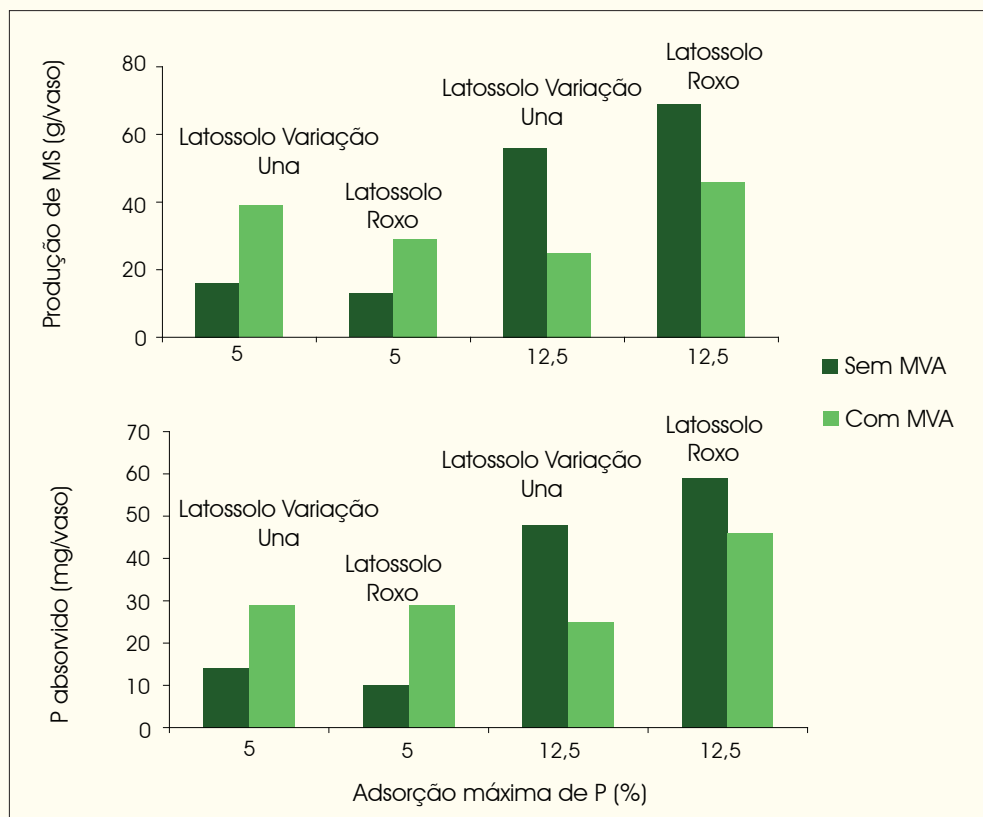


Gráfico 16 - Efeito dos fungos micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) e de diferentes doses de P no rendimento de matéria seca (MS) e na absorção de P de *Brachiaria decumbens* em Latossolo Variação Una e Latossolo Roxo (LR), em casa de vegetação - produção acumulada de quatro cortes

## RESPOSTA DAS BRAQUIÁRIAS AO NITROGÊNIO

O N é o principal nutriente para a manutenção da produtividade das gramíneas forrageiras, sendo o mais importante constituinte das proteínas que participam ativamente na síntese dos compostos orgânicos, que formam a estrutura vegetal. É, portanto, responsável por características do porte da planta, tais como: tamanho das folhas e do colmo, aparecimento e desenvolvimento dos perfilhos, etc. Se há deficiência de N no solo, o crescimento é lento, as plantas ficam com porte pequeno, com poucos perfilhos e o teor de proteína torna-se deficiente para atendimento das exigências do animal (WERNER, 1984).

O papel do N, como elemento essencial ao crescimento das gramíneas forrageiras, é amplamente comprovado. Sanzonowicz (1985) relata que em pastagens já estabelecidas há cinco anos ou mais, e que receberam a adubação de formação, foi observado que o principal nutriente que limitava as pastagens de *B. ruziziensis* e *B. decumbens* era o N.

*P. maximum*, *A. gayanus* e *B. decumbens* 606 foram avaliadas sob diversos níveis de N. Observa-se que, no primeiro ano, a *B. decumbens* respondeu linearmente a aplicações de até 400 kg de N/ha na forma de ureia e até 200 kg de N/ha, quando a ureia foi revestida de S. A partir do segundo ano, porém, maiores respostas foram dadas sob aplicação de 200 kg de N/ha (Gráfico 17). O rendimento começou a diminuir de forma significativa, indiferentemente da dose de N aplicada (Gráfico 18). É importante salientar que, além da aplicação de 60 kg de  $K_2O$ /ha no plantio, anualmente foram aplicados 50 kg de  $K_2O$ /ha, e, mesmo assim, não foi suficiente para manter altas produtividades (FERTILIDAD..., 1980). Dessa forma, deve-se atentar para os níveis dos demais nutrientes sempre que se aplicarem altas doses de N, principalmente quando não houver resposta do elemento pelas plantas.

Monteiro (1994) ao cultivar *B. brizantha* cv. Marandu em solução nutritiva, teve como tratamentos a solução nutritiva completa, as omissões individuais de N, P, K, Ca, Mg e S e o tratamento testemunha. As omissões de N e P foram as mais restritivas à produção de MS e ao número de perfilhos, bem como às omissões onde primeiro apareceram os sintomas visuais de deficiência.

Em Carimágua, Colômbia, também obteve-se resposta positiva à fertilização nitrogenada de três gramíneas (Gráfico 19). Faltou, no entanto, verificar a resposta real dos níveis de N aplicado em relação à produção de uma testemunha sem aplicação de N. Deve-se atentar para o baixo rendimento do capim-gordura em relação aos demais capins, possivelmente em decorrência da sensibilidade notória dessa forrageira aos cortes mecânicos e ao maior período de descanso que requer para obter uma boa rebrotação, já que os resultados apresentados referem-se apenas a um período de crescimento.

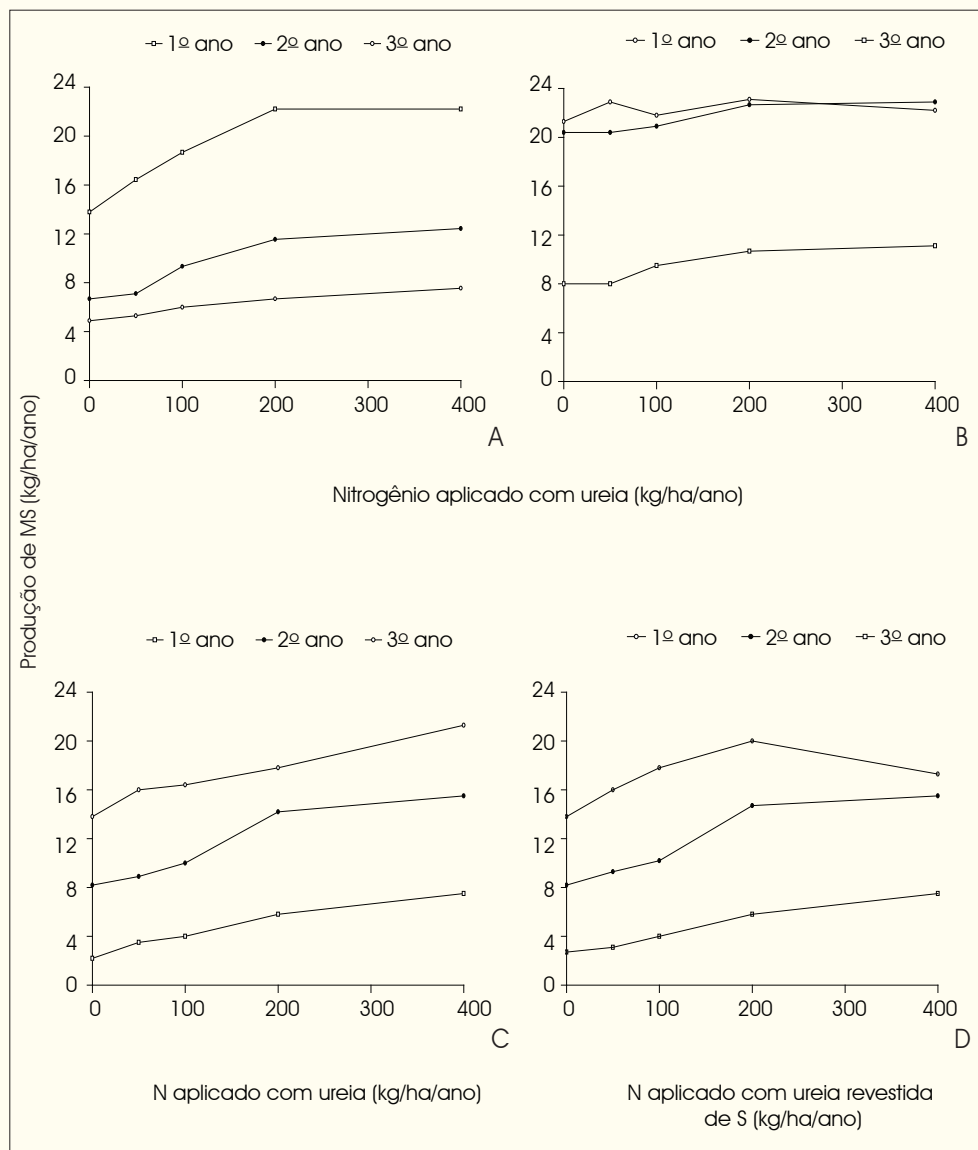


Gráfico 17 - Produção de matéria seca (MS) em função das doses de N e das fontes de N durante três anos - Ciat-Quilichao

FONTE: Fertilidad... (1980).

NOTA: A - *Panicum maximum* 604; B - *Andropogon gayanus* 621; C e D - *Brachiaria decumbens* 606.

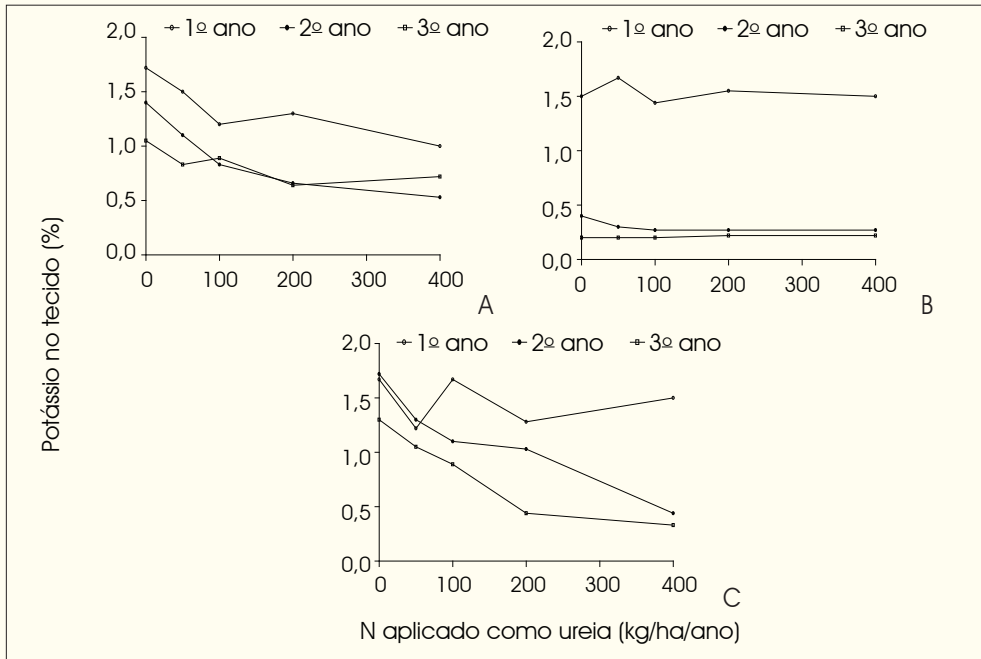


Gráfico 18 - Teor de K no tecido em função dos tratamentos com N, durante três anos, em regime de corte - Ciat-Quilichao

FONTE: Fertilidad... (1980).

NOTA: A - *Panicum maximum* 604; B - *Andropogon gayanus* 621; C - *Brachiaria decumbens* 606.

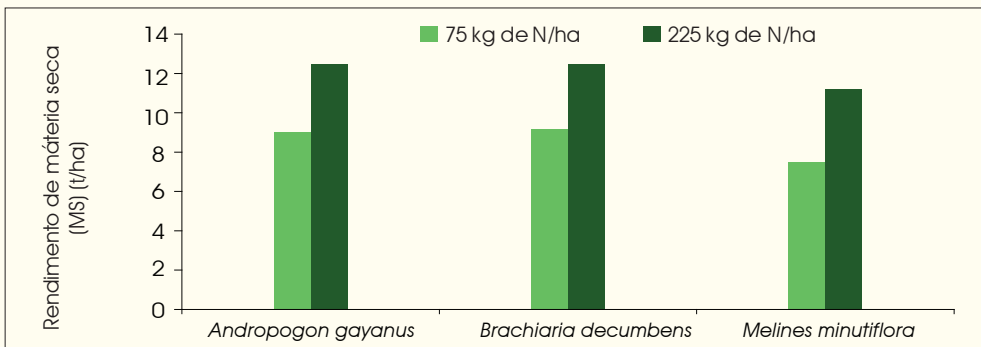


Gráfico 19 - Resposta de três gramíneas tropicais e fertilização com N, sob condições de campo, em Oxissolo de Carimágua, Colômbia - soma de quatro cortes durante a estação chuvosa

FONTE: Fertilidade ... (1980).

Em solo de Cerrado, quatro espécies de braquiária foram submetidas a cinco doses de N (0, 5, 10, 25 e 50 kg de N/ha), aplicadas após cada corte, e observou-se resposta diferente entre as espécies, *B. ruziziensis* e *B. decumbens* cv. Australiana, que obtiveram as maiores produções de MS em todas as doses de N, exceto na ausência de adubação nitrogenada, em que a *B. decumbens* cv. Ipean foi a mais produtiva. A *B. decumbens* cv. Australiana foi a que apresentou respostas mais acentuadas com diferenças superiores a 1.000 kg de MS/ha, para cada variação da dose de N, sendo, portanto, a única que se beneficiou significativamente da alta dose aplicada de N (300 kg/ha).

Toledo e Morales (1982) aplicaram 0, 200 e 400 kg de N/ha em *B. decumbens*, *D. decumbens*, *Setaria anceps* e *Hypparrhenia rufa*, e concluíram que a *Brachiaria* e a *Digitaria* responderam melhor à adubação, sendo que a primeira respondeu somente até a dose de 200 kg/ha. Afirmaram que a *B. decumbens* cresce rapidamente sob adubação nitrogenada e perde rapidamente seu valor nutritivo, requerendo, assim, adubação e pastejos frequentes.

Serrão e Simão Neto (1971), em solo de baixa fertilidade da Amazônia, não encontraram boa resposta a doses crescentes de 0 a 250 kg de N/ha, para *B. decumbens*, sendo que *B. ruziziensis* apresentou melhor resposta até o nível de 150 kg de N/ha.

Por outro lado, Alvim et al. (1990) constataram que todos os acessos de *Brachiaria* estudados em Latossolo Vermelho-Amarelo responderam aos níveis de N aplicados até 150 kg/ha. Na dosagem de 75 kg/ha de N, a produção de MS dos acessos de *B. decumbens* e *B. brizantha* não apresentou diferenças. Entretanto, na ausência desse elemento, os acessos de *B. decumbens* foram os mais produtivos. Respostas marcantes na produção de MS de *B. decumbens*, submetida até a dose de 400 kg de N/ha/ano, foram observadas por Carvalho et al. (1991). Além de aumentar a produtividade da forragem, a aplicação de N melhora sensivelmente a sua qualidade, pelo aumento do teor desse elemento no tecido vegetal e, conseqüentemente, no teor de proteína bruta (PB) (Gráfico 20).

Baixas concentrações de N na parte aérea de *B. decumbens* foram observadas por Fernandes, Isepom e Nascimento (1985), com valores que variaram de 0,78% a 0,90%, levando-se em consideração o nível zero e a aplicação de 40 kg de N/ha, respectivamente. Na Colômbia, Salinas e Gualdrón (1988) também observaram teores relativamente baixos de N-total na parte aérea de três espécies de braquiária (*B. decumbens*, *B. brizantha*, *B. humidicola*), sendo que esses teores decresceram rapidamente com o aumento da idade das plantas na rebrota. Na época de chuvas, o teor de N reduziu de 2,04%, aos 28 dias, para 1,10%, aos 84 dias; enquanto, na época seca, esta redução foi de 1,5% para 0,82%, considerando o mesmo período.

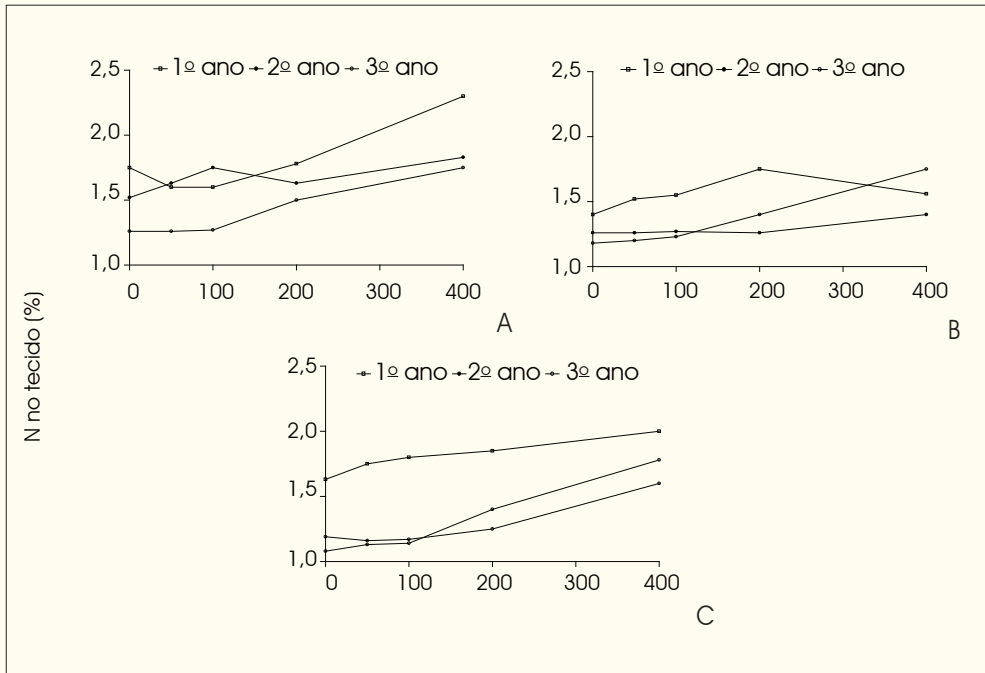


Gráfico 20 - Teor de N no tecido de três gramíneas forrageiras em função dos tratamentos desse nutriente, durante três anos em regime de corte - Ciat-Quilichao

FONTA: Fertilidad... (1980, 1981).

NOTA: A - *Panicum maximum* 604; B - *Andropogon gayanus* 621; C - *Brachiaria decumbens* 606.

Carvalho et al. (1991) constataram em um Latossolo Vermelho-Amarelo álico (LVAa), que a concentração de N na parte aérea de *B. decumbens* aumentou linearmente com a aplicação de até 400 kg/ha desse nutriente. Segundo esses autores, as concentrações de N na parte aérea dessa forrageira foram consideradas baixas, com valores de 1,7% a 2,1% e, quando não se aplicou o N, as concentrações variaram de 0,8% a 1,4%. Os autores observaram também que nos tratamentos com elevadas produções de MS, obtidas com altos níveis de adubação, houve uma redução nas concentrações de N na forragem, caracterizando-se um efeito de diluição.

Hoffmann (1992) obteve a máxima produção de *B. decumbens* com o emprego da dose de 437 mg de N/kg de solo.

A concentração de PB é um dos parâmetros utilizados para avaliação das plantas forrageiras e, conforme Mertens (1994), haverá redução no consumo de MS pelos animais, quando o teor de PB estiver abaixo de 7% nas forrageiras tropicais.

Oliveira (1980), ao estudar *B. decumbens*, observou que o teor de proteína foi constante a partir do 42º dia de crescimento, ou seja, o teor de PB na MS variou de 7,9% a 2,64%, no período de 21 a 126 dias de crescimento.

Botrel, Alvin e Martins (1990) observaram que o teor de PB na MS aumentou em todos os acessos de braquiária em função do N aplicado, tanto no período da seca como no período de chuvas. Esses autores sugerem que, mantendo o suprimento adequado de N, as gramíneas do gênero *Brachiaria* podem constituir alternativas para alimentar vacas em lactação com potencial médio de produção de leite.

Existem diferenças significativas na forma em que as plantas absorvem e utilizam N, existindo gramíneas que inibem a nitrificação no solo, principalmente *B. humidicola* (FERTILIDAD..., 1980). No Gráfico 21, pode-se observar o efeito da forma e das doses de N, em solução nutritiva, no rendimento de MS de três espécies de braquiária. Observa-se um melhor resultado do N na forma nítrica, e que o N amoniacal inibiu menos o crescimento de *B. humidicola* do que o das demais, a partir do nível 30 mg/dm<sup>3</sup>, e o teor de N no tecido foi semelhante em ambas as formas de N.

Conforme os resultados apresentados, conclui-se, no entanto, que pela necessidade da adubação nitrogenada, esta pode ser economicamente inviável. Por essa razão, inúmeros trabalhos foram feitos a fim de estudar a real eficiência das leguminosas como fonte de N para as pastagens, pelo seu poder de fixação e liberação do N atmosférico, estimado em 200 kg de N/ha, quando há boa nodulação.

As pastagens de *B. decumbens* e *B. brizantha*, semelhantes a outras gramíneas tropicais, no início do estágio vegetativo, apresentam conteúdos de PB usualmente adequados, entretanto, à medida que a planta amadurece, há decréscimo na porcentagem de proteína (EUCLIDES et al., 1996), o qual pode-se tornar o principal fator que limita a produção anual (MINSON, 1990). Neste aspecto, algumas leguminosas tropicais, além de possuírem níveis elevados de proteína, apresentam decréscimos relativamente pequenos do conteúdo de PB com a maturação. Assim, a inclusão de leguminosas nas pastagens tropicais pode ser de grande importância para a manutenção do nível adequado de PB na dieta animal, seja pelo efeito direto da ingestão delas, ou pelo efeito indireto do acréscimo no conteúdo de N da gramínea (EUCLIDES, MACEDO; OLIVEIRA, 1998).

Em Quilichao, Colômbia, três gramíneas foram avaliadas sob diversas doses de N comparadas com o consórcio de leguminosas. Todas apresentaram resposta positiva à aplicação de N, mas, apesar da braquiária ter respondido significativamente até o nível de 400 kg de N/ha, a resposta mais acentuada ocorreu no nível de 200 kg/ha, que é bastante alto, considerando o alto custo do N. *A. gayanus* mostrou maior eficiência que a braquiária na utilização do N. Os rendimentos das pastagens consorciadas equivaleram



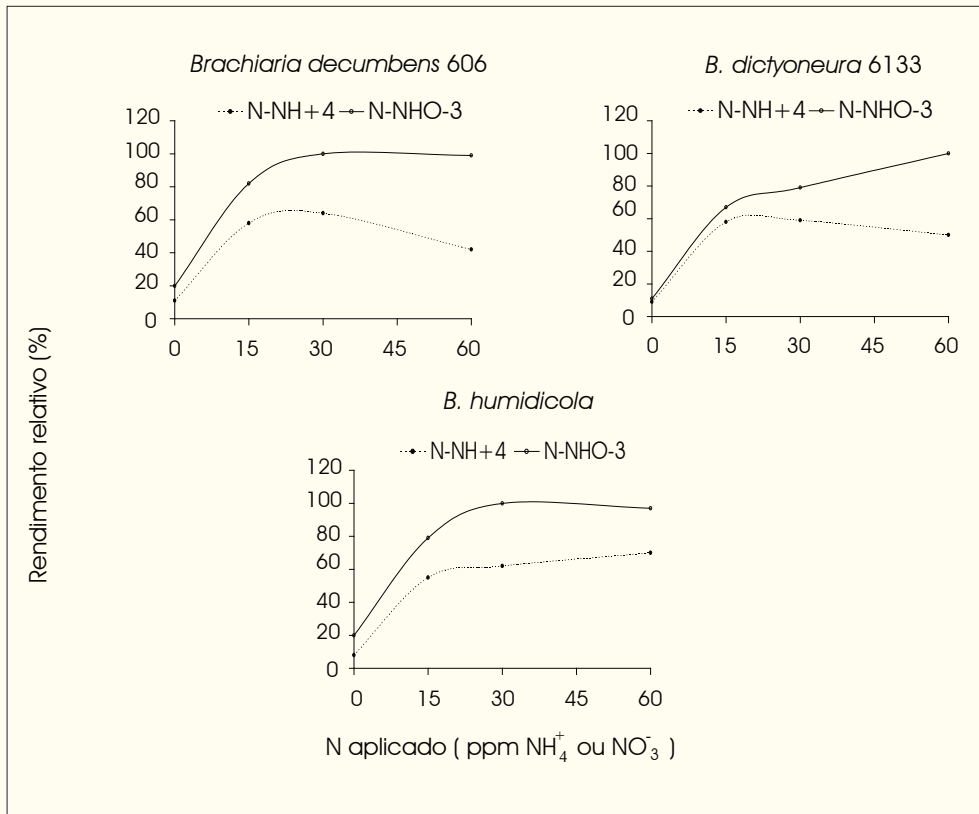


Gráfico 21 - Rendimentos relativos de três espécies de braquiária em função de doses de N aplicadas em forma de amônio e nitrato em solução nutritiva  
 FONTE: Fertilidad... (1980).

à aplicação de até 100 kg de N/ha, mostrando o alto potencial das leguminosas como fonte de N para as pastagens (Gráfico 22). No entanto, é conhecida a agressividade das braquiárias, tornando difícil manter por longo tempo uma consorciação em níveis adequados de população da leguminosa, o que apresentou resultado somente no primeiro ano após o estabelecimento. Portanto, é preciso ter muita cautela em assegurar a eficiência da consorciação.

Apesar de a contribuição da leguminosa ter-se comparado à aplicação de 100 kg de N/ha no primeiro ano, observou-se uma concorrência entre as leguminosas e as gramíneas pelo N do solo. Somente a partir do segundo ano, as leguminosas contribuíram efetivamente com N para *P. maximum* e *B. decumbens*.

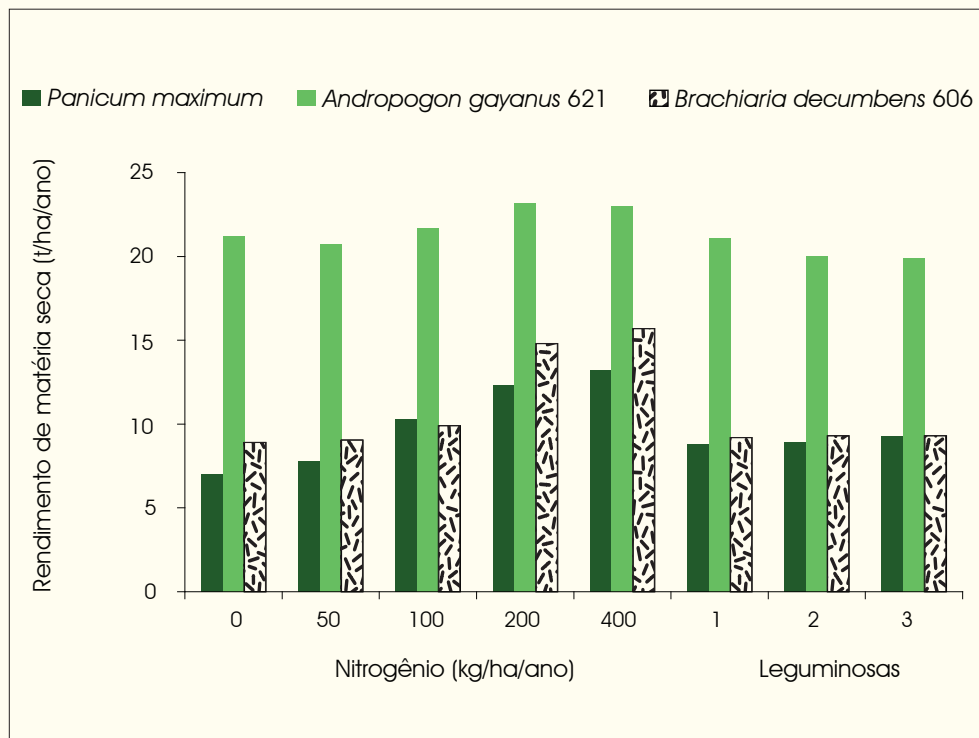


Gráfico 22 - Efeito de diferentes doses de N (aplicado em forma de ureia) no rendimento de três gramíneas forrageiras, comparado com suas misturas com três leguminosas em condições de campo - Ciat-Quilichao (primeiro ano)

FONTE: Fertilidad... (1980).

NOTA: 1 - *Stylosanthes guianensis* 136; 2 - *S. guianensis* 184; 3 - Híbrido *Centrosema* 438.

Como *A. gayanus* mostrou maior eficiência na utilização do N do solo, não se prejudicou com o N retirado pelas leguminosas (Quadro 12). Este fato sugere que tecnicamente há necessidade de adubação nitrogenada no estabelecimento da pastagem consorciada de braquiária. As leguminosas desapareceram no terceiro ano, por causa das enfermidades.

Na opinião de Zimmer, Euclides e Macedo (1988), a baixa adoção e/ou a utilização de pastagens consorciadas, em geral, são atribuídas à baixa persistência das leguminosas nas pastagens e, para Leite e Euclides (1994), essa baixa persistência ocorre em consequência da ausência de germoplasma adaptado às condições edafoclimáticas

QUADRO 12 - Efeitos da fonte de N (ureia e leguminosa) e doses de ureia na assimilação de N e na assimilação efetiva de N por três gramíneas tropicais sob regime de corte em Ciat-Quilichao

Gramínea	Fontes de N e taxas	Total assimilação de N (kg/ha/ano)			(1)Assimilação efetiva de N (kg/ha/ano)		
		1º ano	2º ano	3º ano	1º ano	2º ano	3º ano
<i>Panicum maximum</i> 604	Ureia						
	0 kg N/ha/ano	231	86	72	0	0	0
	50 kg N/ha/ano	259	97	90	28	11	18
	100 kg N/ha/ano	310	134	96	79	48	24
	200 kg N/ha/ano	434	181	122	203	95	50
	400 kg N/ha/ano	425	238	181	194	152	109
	N de leguminosa						
	<i>Stylosanthes guianensis</i> 136	192	98	-	39	12	-
<i>S. guianensis</i> 184	187	97	-	44	11	-	
<i>Centrosema pubescens</i> 438	208	105	-	23	19	-	
<i>Andropogon gayanus</i> 602	Ureia						
	0 kg N/ha/ano	312	197	92	-	-	-
	50 kg N/ha/ano	350	188	92	38	9	0
	100 kg N/ha/ano	337	218	126	25	21	34
	200 kg N/ha/ano	341	226	152	29	29	60
	400 kg N/ha/ano	343	248	185	31	51	93
	N de leguminosa						
	<i>S. guianensis</i> 136	253	191	-	59	6	-
<i>S. guianensis</i> 184	192	166	-	120	31	-	
<i>C. pubescens</i> 438	223	170	-	89	27	-	
<i>Brachiaria decumbens</i> 606	Ureia						
	0 kg N/ha/ano	222	83	26	0	0	0
	50 kg N/ha/ano	298	94	40	62	11	14
	100 kg N/ha/ano	292	113	44	70	30	18
	200 kg N/ha/ano	322	193	86	100	110	60
	400 kg N/ha/ano	454	269	140	232	186	114
	N de leguminosa						
	<i>S. guianensis</i> 136	179	100	-	43	17	-
<i>S. guianensis</i> 184	231	104	-	9	21	-	
<i>C. pubescens</i> 438	184	103	-	38	20	-	

FONTE: Fertilidad... (1980).

(1)Assimilação efetiva de N = assimilação total de N à taxa aplicada e fonte de N menos assimilação de N sem aplicação de N.

brasileiras, bem como à falta de técnicas de manejo específicas ou eficientes para essas espécies de pastagens e à adubação inadequada.

Porém, por causa do hábito de crescimento prostrado, todas as espécies de braquiária são difíceis de consorciar com leguminosas. O obstáculo principal a ser vencido é o estabelecimento da leguminosa.

Quinn, Mott e Bidchoff (1961) afirmaram que o efeito da adubação nitrogenada faz-se sentir principalmente sobre a capacidade de suporte da pastagem e muito pouco sobre o ganho por animal, sendo que Vilela, Santos e Pires (1978) conseguiram um ganho de peso/animal/dia de 0,397 kg e 0,546 kg para pastagem de braquiária adubada com 50 kg de N/ha e consorciada, respectivamente. A consorciação foi feita com *Centrosema pubescens* e *Leucaena leucocephala* cv. Peru.

Vilela et al. (1977), em pastagens de *B. decumbens* adubada com 100 kg de N/ha/ano e consorciada com *C. pubescens*, *L. leucocephala* e *Glycine wightii* cv. Tinaroo, obteve rendimentos de PV com bovinos de corte, de 771 e 591 kg/ha/ano, respectivamente para pastagens adubadas e consorciadas. Não basta comparar produtividades de forragem ou de carne, é preciso considerar os retornos obtidos com adubação ou com consorciação, sempre que houver mudanças nos preços de fertilizantes e dos produtos pecuários.

Nascimento Junior e Vilela (1981) afirmam que a vantagem das pastagens adubadas com N mineral sobre as pastagens consorciadas pode ser explicada pelo fato de o N fixado pela leguminosa só ser liberado para consumo pelas gramíneas após sua passagem pelo animal ou se tiver sido liberado da leguminosa ou da biodegradação de seus resíduos, já que o N mineral pode ser aplicado na época mais adequada e está imediatamente disponível para absorção.

Porém, diversos problemas relacionados com o manejo das pastagens, principalmente de sistema de pastejo utilizado, taxa de lotação, fertilização e ausência de ressemeadura têm contribuído intensamente para que algumas leguminosas não persistam nas consorciações com *Brachiaria* sp. Muitas variedades de leguminosas têm sido utilizadas em consorciações com diversas espécies de braquiária, mas poucas têm persistido após o terceiro ano de utilização sob pastejo. Nas condições de solos ácidos e de baixa fertilidade do Brasil Central, as leguminosas que mais têm persistido em consorciação com espécies de *Brachiaria* sp. são: *Calopogonium mucunoides*, *Stylosanthes guianensis* cv. Bandeirante e cv. Mineirão, *Stylosanthes macrocephala* cv. Pioneiro (KARIA; ANDRADE, 1996). Em regiões úmidas do Nordeste e na Amazônia, têm-se destacado *Desmodium ovalifolium* e *Pueraria phaseoloides* (PEREIRA et al., 1992 ab).

Na região úmida da Bahia, Pereira et al. (1992ab) observaram que, após cinco anos, *P. phaseoloides* não persistiu satisfatoriamente, quando consorciada com

*B. humidicola*, mas se manteve em alta produção, quando introduzida em pastagens de *B. decumbens*. Por sua vez, Santana et al. (1993), também no sul da Bahia, avaliaram a persistência de *D. ovalifolium* cv. Itabela, associada com *B. humidicola*, empregaram três taxas de lotação (2,3 e 4 novilhos/ha) e três sistemas de pastejo (contínuo, rotacionados 7/28 e 7/56 dias). Após cinco anos de pastejo, observaram aumento da população de *D. ovalifolium*, independentemente das taxas de lotação e dos sistemas de pastejo utilizados. O pastejo contínuo proporcionou maior participação da leguminosa na pastagem e efeito mais moderado da taxa de lotação (Quadro 13). Esses autores observaram ainda que a taxa de lotação foi o fator de manejo que teve maior efeito sobre a disponibilidade total de MS e persistência dos componentes da pastagem.

Por outro lado, Euclides, Macedo e Oliveira (1998) mencionaram que a persistência das leguminosas na pastagem tem sido de três a quatro anos. Mas, segundo esses autores, mesmo nestas condições, a ação da leguminosa é vantajosa. O aumento na produção animal e na qualidade da dieta, proporcionado no período considerado de presença da leguminosa, supera os custos das sementes e das operações de plantio, tornando o investimento positivo. Segundo Leite e Euclides (1994), uma das leguminosas que mais têm persistido em consorciações com espécies de braquiária é o *C. mucunoides*. Por essa razão, Euclides, Macedo e Oliveira (1998) estimaram a produção animal e a persistência da leguminosa em pastagens de *B. decumbens* e *B. brizantha*, consorciadas ou não com *C. mucunoides*. O estudo permitiu aos autores concluir que não foi possível manter a porcentagem da leguminosa, que decresceu linearmente do primeiro para o terceiro ano de pastejo,

QUADRO 13 - Disponibilidade de matéria seca (MS) e porcentagem de *Desmodium ovalifolium* cv. Itabela consorciada com *Brachiaria humidicola* no início e no final da fase experimental, em Itabela, BA

Sistema de pastejo	Lotação (novilhos/ha)	Início		Final	
		MS (t/ha)	%	MS (t/ha)	%
Rotacionado 7/56	2	0,66	7	1,24	60
	3	1,22	14	0,28	14
	4	0,79	8	0,20	16
Rotacionado 7/28	2	0,81	9	0,94	45
	3	0,81	9	0,53	32
	4	1,07	14	0,39	27
Contínuo	2	0,80	10	0,94	40
	3	0,62	8	0,65	46
	4	0,82	9	0,62	42

FONTE: Santana et al. (1993).

em razão da competição por água, luz e nutrientes. As pastagens consorciadas apresentaram-se puras, sendo o ganho, em média, 390 e 340 g/novilhos/dia e 404 e 352 kg/ha/ano, respectivamente. Apesar da baixa contribuição da leguminosa nas pastagens, esta foi suficiente para aumentar os ganhos de peso diário e por área. Não tendo ocorrido diferença na taxa de lotação (3,1 novilhos/ha) entre as pastagens consorciadas ou não, a maior contribuição do *Calopogônio* foi no aumento do conteúdo de PB da dieta, o que resultou em acréscimo na produção animal. Segundo esses autores, este fato, durante o período seco, foi consequência do efeito direto da leguminosa na dieta e, nas águas, foi resultado do efeito indireto do *Calopogônio* aumentando o suprimento de N no sistema e, conseqüentemente, o conteúdo de PB da gramínea na presença da leguminosa.

Confirmando as observações de Euclides, Macedo e Oliveira (1998), pesquisas com pastejo em pastagens consorciadas mostram superioridade sobre pastagens puras de braquiária, em termos de produtividade (Quadro 14).

Pereira et al. (1992ab) avaliaram, no sul da Bahia, pastagens de *B. humidicola* em monocultivo ou em consórcio com *D. ovalifolium*, *P. phaseoloides*, submetidas a pastejo contínuo e a taxas de lotação de dois, três e quatro novilhos/ha. As pastagens não diferiram entre si quanto aos ganhos de peso por animal e por área, mas houve superioridade da pastagem consorciada sobre a de gramínea pura (Quadro 15). Estes autores mencionam que o pequeno benefício da leguminosa na consorciação com *Desmódio* possa ter sido causado pela elevada porcentagem de participação dessa leguminosa (48%), que possui baixa digestibilidade (PEREIRA et al., 1992b) e baixo consumo (PEREIRA, 1992a). Enquanto que, na consorciação com *Pueraria*, a quantidade de forragem disponível pode ter sido limitante para obtenção de maiores ganhos (PEREIRA et al., 1992a), pois a disponibilidade de MS e o nível proteico da dieta foram satisfatórios (PEREIRA et al., 1992b).

Finalmente, Leite e Euclides (1994) mencionam que o processo de seleção de espécies do gênero *Brachiaria*, desenvolvido pela Embrapa, vem selecionando novas cultivares que, no futuro, poderão solucionar os problemas observados nas cultivares disponíveis. Entretanto, os referidos autores chamam a atenção para o fato de que, além do processo de seleção, deverão ser pesquisados aspectos relacionados com a fisiologia e a ecofisiologia, visando selecionar cultivares mais produtivas e adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras, mas que também possuam características morfológicas que se compatibilizem com as leguminosas nas consorciações. Paralelamente, também são desenvolvidas pesquisas em ecologia de pastagens e técnicas de manejo, para que seja possível ter assegurada a estabilidade das leguminosas nas consorciações com pastagens de *Brachiaria* sp.

QUADRO 14 - Capacidade comparativa da produtividade animal de pastagens puras e de *Brachiaria* consorciadas com leguminosas

Espécie	Produtividade (kg/ha/ano)	Fonte e local
<i>B. decumbens</i> (pura)	50	Seiffert e Tiago (1983)
<i>Brachiaria</i> + <i>Cajanus cajan</i>	144	Mato Grosso do Sul
<i>B. decumbens</i> (pura)	216	Ciat (1985)
<i>B. decumbens</i> + <i>Pueraria phaseoloides</i>	308	Carimágua, Colômbia
<i>B. decumbens</i> (pura)	343	Zimmer et al.
<i>B. decumbens</i> + <i>Calopogonium</i>	418	Mato Grosso do Sul

FONTE: Barcellos e Vilela (1994).

QUADRO 15 - Ganhos em peso, por animal e por área, e disponibilidade de forragem das pastagens de *Brachiaria humidicola* em monocultivo ou consorciadas com *Desmodium ovalifolium* e *Pueraria phaseoloides*, em diferentes taxas de lotação

Pastagem	Taxa de lotação (cab./ha)	<sup>(A)</sup> Ganhos em peso		<sup>(B)</sup> Disponibilidade (kg/ha)	
		kg/ha	Gramínea/cab./dia	Gramínea	Leguminosa
<i>B. humidicola</i>	2	476	440	2688	-
	3	406	430	1866	-
	4	476	380	1533	-
<i>B. humidicola</i>	2	267	425	1997	929
<i>D. ovalifolium</i>	3	462	490	1629	736
	4	443	350	1280	645
<i>B. humidicola</i>	2	280	445	1564	732
<i>P. phaseoloides</i>	3	430	460	1064	565
	4	507	400	986	371

FONTE: (A)Pereira et al. (1992a), (B)Pereira et al. (1992b).

## RESPOSTA DAS BRAQUIÁRIAS AO POTÁSSIO

O K tem ação fundamental no metabolismo vegetal, pelo papel que exerce na fotossíntese, atuando na transformação da energia luminosa em energia química. É, também, responsável pela translocação dos carboidratos sintetizados no processo fotossintético e, ainda, é ativador de enzimas (WERNER, 1994).

Os capins deficientes em K apresentam colmos finos, raquíticos e pouco resistentes ao tombamento. As folhas são pouco desenvolvidas, com coloração normal a ligeiramente cloróticas, quando mais novas, e amarelo-alaranjadas ou amareladas, quando se tornam intermediárias. Nessa ocasião, apresentam manchas necróticas que aparecem em maior número nas pontas e ao longo das margens, permanecendo as partes centrais da folha, por algum tempo, verdes. Ao envelhecerem, essas folhas começam a secar da ponta para a base, sendo o secamento mais intenso nas margens. Depois de secas, ficam com uma coloração parda, conservando as manchas necróticas de tonalidade mais escura no fundo pardo (WERNER, 1994).

A maior parte dos trabalhos sobre respostas a K foi realizada fora do País, mas dá uma ideia da necessidade deste nutriente para as pastagens de braquiárias. Já foi demonstrado anteriormente em resposta das braquiárias ao N, que altos níveis desse elemento promoveram uma retirada muito grande de K do solo pelas plantas, principalmente em regime de cortes, já que, sob pastejo, parte do elemento consumido volta ao solo por meio das fezes.

Em ensaio de nutrição com *B. brizantha* cv. Marandu, Monteiro (1994) relata que a omissão de K na solução nutritiva não proporcionou redução estatisticamente significativa na produção e no perfilhamento, em relação ao tratamento completo, dentro do período de duração do ensaio. Porém, os teores de K na parte aérea (0,43%) e nas raízes (0,36%) foram significativamente mais baixos do que nas plantas do tratamento completo (2,80% e 2,50%, respectivamente). Sintomas usuais de deficiência de K foram observados a partir da terceira semana, após o transplante nos vasos, com as plantas apresentando folhas mais estreitas e necrose nas margens das lâminas foliares.

Trabalhos realizados no Ciat (FERTILIDAD..., 1981) mostraram que aplicações de 12,1 kg de  $K_2O$ /ha foram suficientes para o estabelecimento de *B. humidicola*, enquanto que, para *B. decumbens* e *B. brizantha*, o nível crítico externo foi de 22,2 kg de  $K_2O$ /ha. Como o trabalho não menciona o nível de N aplicado para chegar aos níveis críticos encontrados para K, vale lembrar que aplicações de 200 kg de N/ha/ano exigiram adubações anuais superiores a 50 kg de  $K_2O$ /ha, para manter produtivas as pastagens (FERTILIDAD..., 1981).



Nos Gráficos 23 e 24, pode-se observar uma correlação entre o teor de  $P_2O_5$  aplicado ao solo e a resposta a aplicações de níveis crescentes de  $K_2O$  (FERTILIDAD..., 1980). Observa-se que, inicialmente, a resposta mais acentuada deu-se a uma pequena quantidade de  $K_2O$  e uma dose também baixa de  $P_2O_5$ , mas no terceiro corte houve resposta à dose mais alta de  $K_2O$ , requerendo também uma dose mais alta de  $P_2O_5$ . No entanto, pode ser o inverso, isto é, a resposta das plantas ao aumento da dose de  $P_2O_5$  requer maior quantidade de  $K_2O$  pela maior retirada do elemento pelas plantas.

Por meio de resultados de outro ensaio realizado no mesmo local, com três gramíneas (FERTILIDAD..., 1980), observou-se que, apesar de as gramíneas terem respondido às doses mais altas de K aplicado ao solo, com dose de cerca de 70 kg de  $P_2O_5$ /ha e 36 kg de  $K_2O$ /ha, foi obtida melhor eficiência em termos de produção de MS/kg de K aplicado, e que o *A. gayanus* foi mais eficiente que as braquiárias, sendo que *B. decumbens* foi mais eficiente que *B. humidicola* (Gráficos 25 e 26).

No Gráfico 27, pode-se ver que em Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso, (LVAa) fase Campo Sujo, *B. decumbens* respondeu à aplicação de até 160 kg de  $K_2O$ /ha, mas os maiores acréscimos foram obtidos sob doses menores.

Diante das perdas de K por lixiviação, recomendam-se aplicar doses menores no plantio e fazer reaplicações a lanço e em cobertura espaçadas no tempo, em função do tipo e da intensidade do uso das pastagens, bem como pelo decréscimo do teor de K no solo determinado por análise. No entanto, já aconteceu de pastagens estabelecidas de *B. ruziziensis* e não pastejadas, em dois Latossolos argilosos com teores de 30 e 35 mg/dm<sup>3</sup> de K, não responderem a aplicações desse elemento em cobertura (SANZONOWICZ, 1985), pela reciclagem dele em sistema de pastoreio. Segundo Werner (1994), em pastagens formadas em solos com teores originalmente adequados em K, há uma reciclagem do elemento por meio da urina e fezes que voltam aos pastos. Entretanto, quando os teores no solo são originalmente baixos, torna-se necessária a devida correção que, se não efetivada, vai limitar a produção do pasto e o efeito esperado de outras adubações, principalmente a nitrogenada.

A relação entre os teores de K no solo e a produção relativa de MS de *B. decumbens*, no estudo realizado por Santonowicz (1985), pode ser observada no Gráfico 28, onde o rendimento relativo de 80% da produção máxima ocorreu na presença de 30 mg/dm<sup>3</sup> de K no solo (cerca de 73,5 kg de  $K_2O$ ).

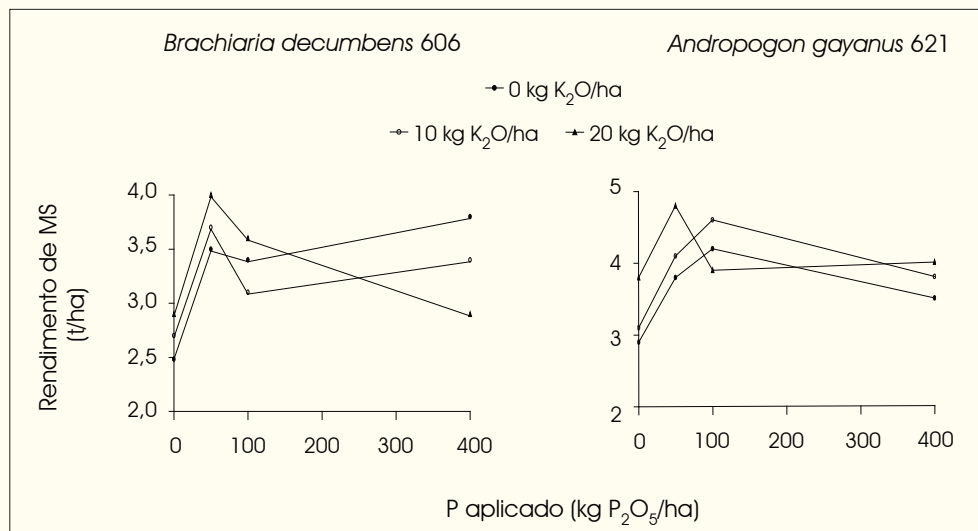


Gráfico 23 - Efeitos do P e K na produção de matéria seca (MS) de *A. gayanus* e *B. decumbens* em Oxissolo de Carimágua, Colômbia - total dos dois primeiros cortes, 1979  
 FONTE: Fertilidad... (1980).

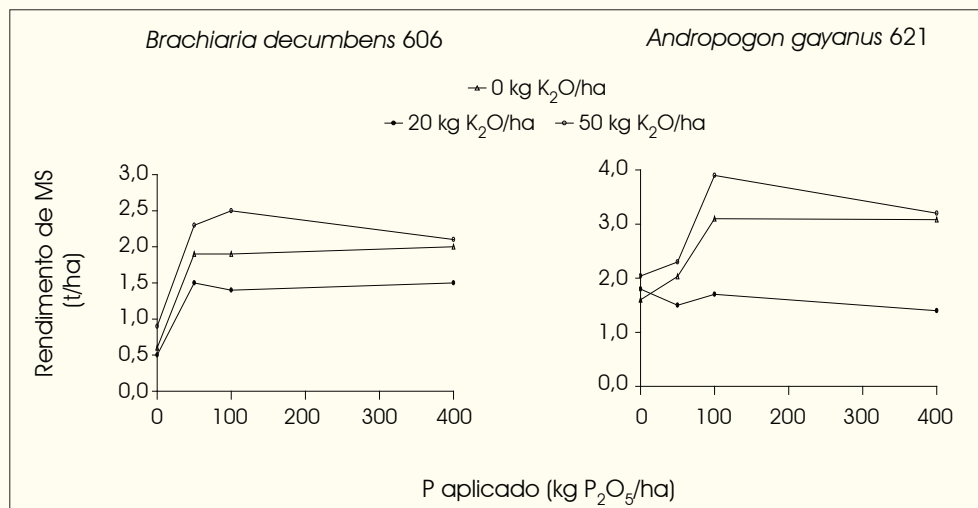


Gráfico 24 - Efeitos do P e K na produção de matéria seca (MS) de *A. gayanus* e *B. decumbens* em Oxissolo de Carimágua, Colômbia - terceiro corte durante a estação chuvosa, 1979  
 FONTE: Fertilidad... (1980).

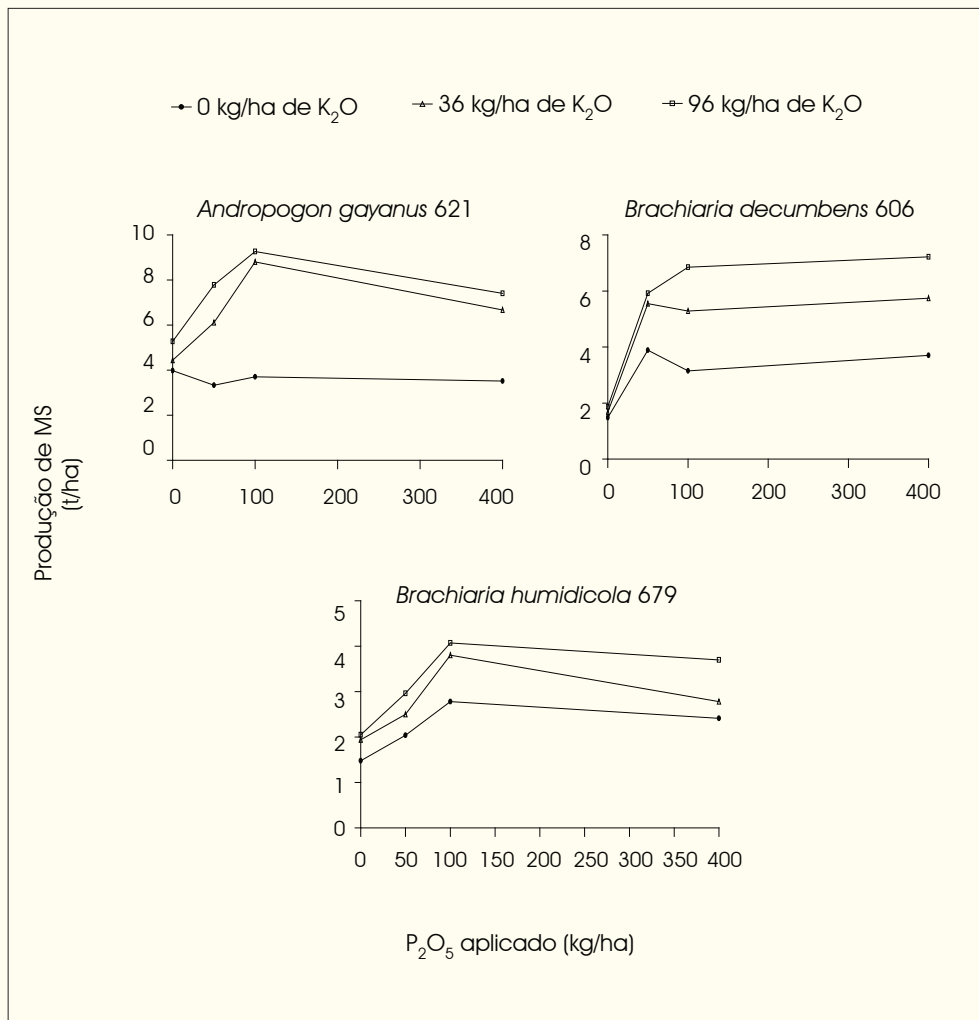


Gráfico 25 - Efeito das doses de P e K na produção de matéria seca (MS) de três gramíneas forrageiras tropicais cultivadas no campo em Carimágua, Colômbia  
 FONTE: Fertilidad... (1980).

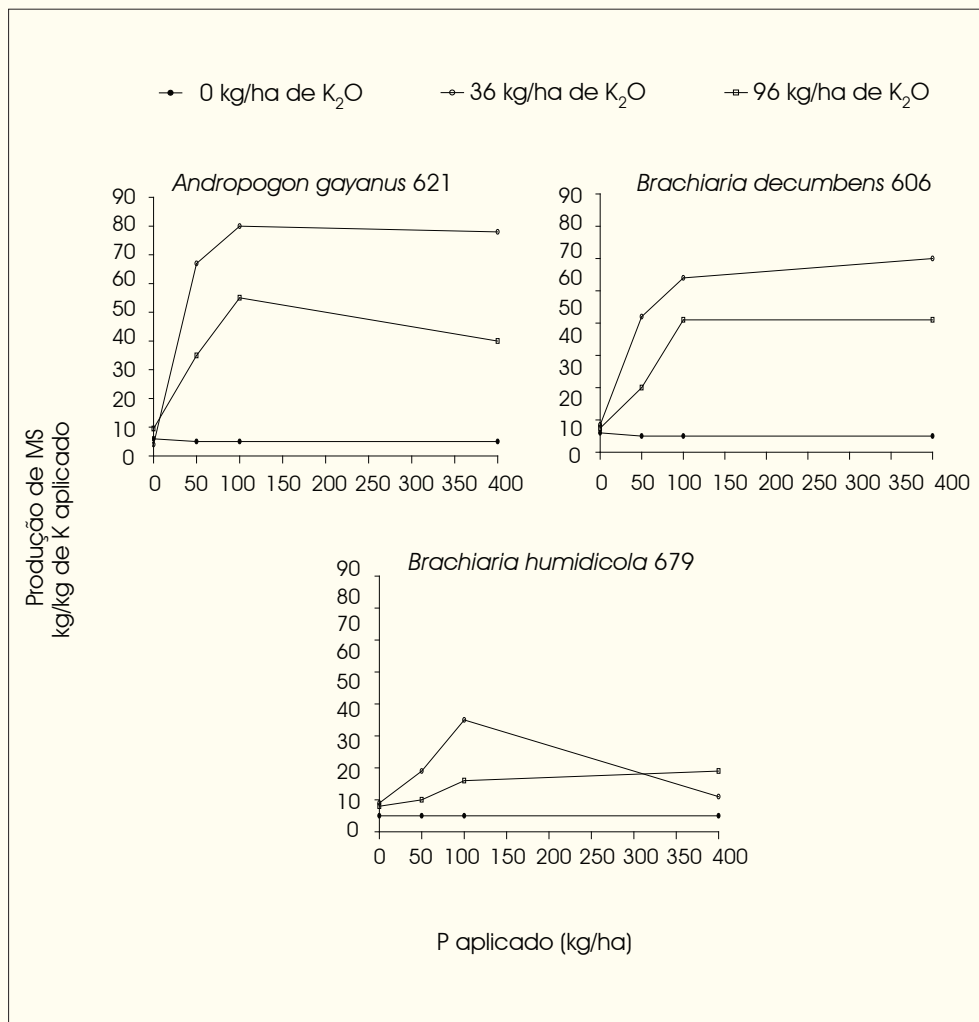


Gráfico 26 - Eficiência da produção de matéria seca (MS) de três gramíneas forrageiras tropicais por kg de K aplicado a lanço sob diferentes doses de P, em Oxissolo de Carimáguia, Colômbia

FONTE: Fertilidad... (1980).

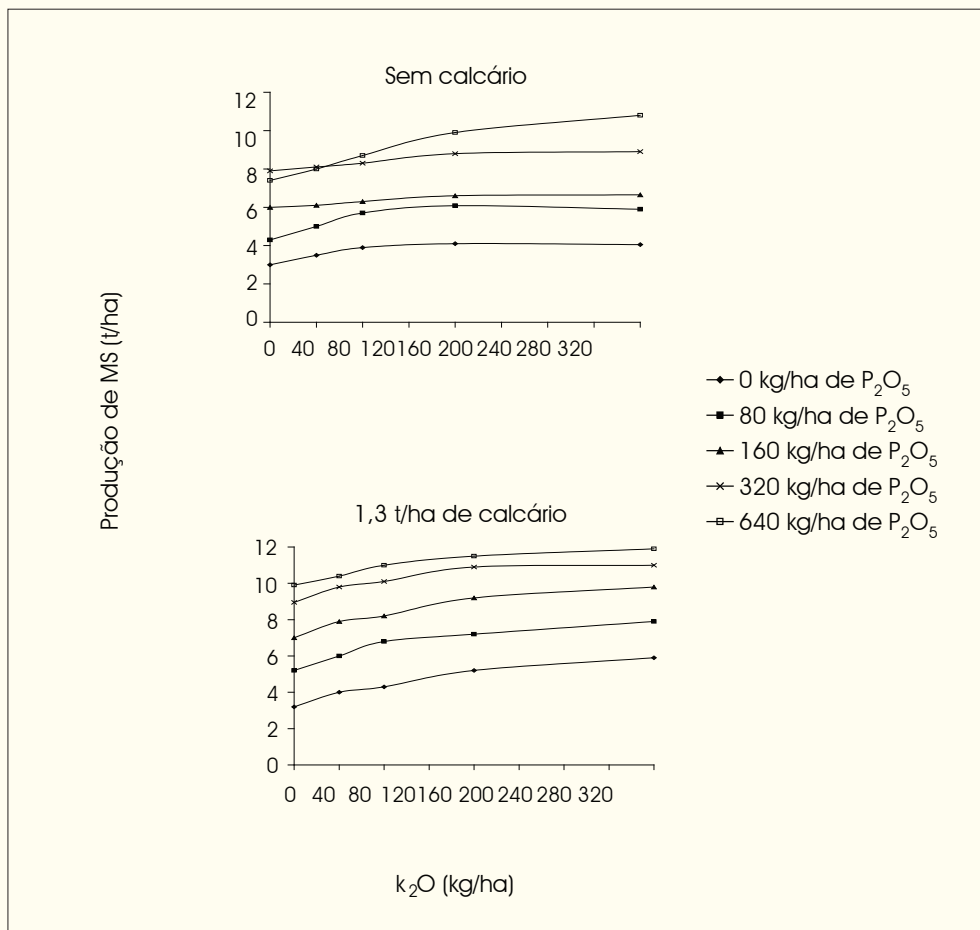


Gráfico 27 - Produção de matéria seca (MS) de *Brachiaria decumbens* em função de níveis de calcário, P e K, aplicados a lanço em Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso - dados médios de quatro anos

FONTE: Sanzonowicz (1985).

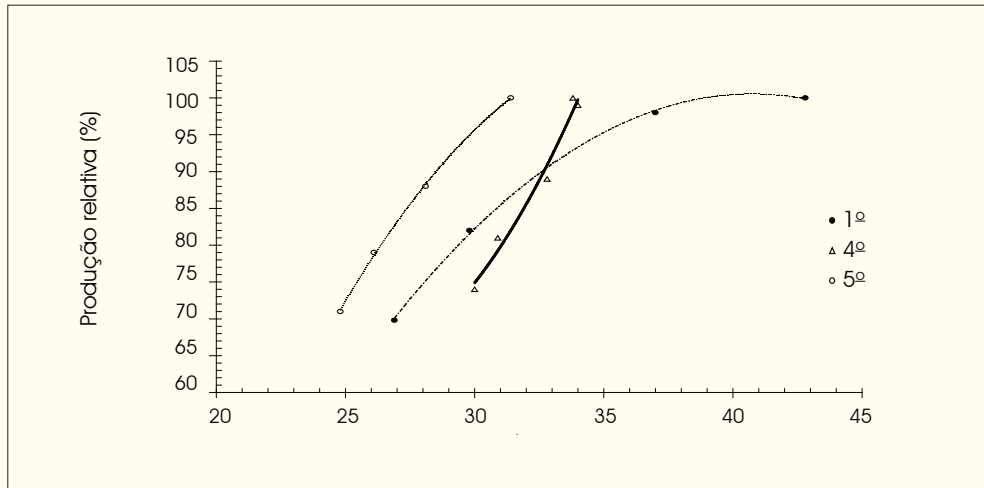


Gráfico 28 - Produção relativa de matéria seca (MS) de *Brachiaria decumbens* em um Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso (LVAa) de Cerrado, em função dos teores de K determinados no solo pelo método de Mehlich 1

FONTE: Sanzonowicz (1985).

Na Amazônia, Serrão e Simão Neto (1971), em solo de baixa fertilidade, submetem *B. decumbens* a níveis crescentes de 0 a 250 kg de  $K_2O$ /ha, e 80% da produção máxima (obtida na dose mais alta de  $K_2O$  aplicado) foi conseguida aplicando-se 150 kg de  $K_2O$ /ha. Esses autores, em outro ensaio com elemento faltante, verificaram que o tratamento completo menos K produziu 47% e 37% do rendimento máximo (tratamento completo) para *B. decumbens* e *B. ruziziensis*, respectivamente, mostrando não só a necessidade de adubação com este nutriente como a maior exigência de *B. ruziziensis*.

Em estudos em Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) de Pirai (RJ), Arruda (1982) constatou deficiências generalizadas de K, que limitaram a produção de *B. decumbens*.

## RESPOSTA DAS BRAQUIÁRIAS AO ENXOFRE

O S tem grande importância no desenvolvimento das plantas, por sua função no metabolismo do N e na síntese de proteínas (WERNER, 1984). Este nutriente é componente dos aminoácidos cisteína, metionina e cistina, os quais podem conter cerca de 90% do total do S na planta (MALAVOLTA et al., 1974).

Nas regiões tropicais, a deficiência de S nas plantas vem sendo constatada frequentemente, tornando-se um sério problema para a maioria das culturas e, particularmente, para as plantas forrageiras. O baixo teor de S no perfil do solo é dependente de sua pedogênese e das práticas culturais aplicadas ao sistema solo-planta (SANTOS, 1997).

Sanzonowicz (1985) levanta a hipótese de que as repetidas queimas de vegetação, do Cerrado, conduzem a perdas de S e, conseqüentemente, empobrecimento do solo. Cerca de 75% do elemento contido na MO pode ser volatilizado durante a queima, e o S contido nas cinzas pode ser ainda mais suscetível à lixiviação ou ser levado pelas águas da chuva por escorrimento. O uso de queimada dos pastos libera o S (KAMPRATH; TILL, 1983) para a atmosfera. Mott e Popenoe (1977) destacam que esse nutriente é quase completamente volatilizado no processo de queima das pastagens. McClung e Quinn (1959) confirmam este fato ao mencionarem que, em condições de queimada simulada, 75% do S contido na MS das gramíneas perdeu-se por volatilização e que este nutriente remanescente nas cinzas era facilmente passível de ser lixiviado.

Conforme Vitti e Novaes (1986), nos últimos anos, a maior utilização de adubos concentrados como a ureia, o superfosfato triplo e o cloreto de potássio reduziu significativamente a adição de S nas áreas de cultivo, com efeitos mais agravantes em solos de textura mais arenosa, com baixos teores de MO e alta incidência pluviométrica, o que favorece a lixiviação do sulfato.

Mikkelsen e Camberato (1995) mencionam que forrageiras implantadas em solo com baixo teor de S geralmente têm menor conteúdo em proteínas e alta concentração de nitrato, o que afeta o desempenho e o desenvolvimento animal.

Em estudo com *B. brizantha* cv. Marandu, Monteiro (1994) observou reduções significativas na produção de MS, número de perfilhos, alturas das plantas e redução dos teores de S na MS, além do aparecimento de clorose nas partes mais jovens da planta, no tratamento em que se omitiu este nutriente.

Trabalhando com Latossolo Vermelho-Escuro (LE), Ferrari Neto (1991) verificou que entre outros nutrientes, o S apresentou níveis de deficiências severas para o desenvolvimento da braquiária e do colônião. Em condições de omissão de S, essas forrageiras apresentaram redução de 30% a 41% na produção de MS da parte aérea.

Por outro lado, respostas significativas na produção de MS de *B. decumbens* cultivada em vasos, com Latossolo Vermelho-Escuro (LE), e aplicação de doses de S, foram observadas por Faquin et al. (1995). Da mesma forma, Monteiro e Ono (1995) também constataram efeitos significativos da aplicação de S na produção de MS da parte aérea e das raízes de *B. brizantha*.

Em Carimáguá, Colômbia (FERTILIDAD..., 1980), foram estudadas as respostas de várias gramíneas ao S e os resultados podem ser vistos no Gráfico 29, onde se observa que *B. humidicola* foi menos exigente que *B. decumbens*, respondendo à aplicação de apenas 5 kg de S/ha, enquanto a segunda respondeu linearmente a aplicações de até 20 kg de S/ha, sendo a mais exigente entre as gramíneas estudadas.

Serrão e Simão Neto (1971), em um Latossolo Amarelo (LA) de baixa fertilidade, na Amazônia, em estudos com nutriente faltante, observaram que para *B. decumbens* a resposta ao S foi semelhante à obtida para o N, em relação ao tratamento completo, mas ambas as respostas foram baixas. *B. ruziziensis* foi menos exigente à aplicação do nutriente.

Casagrande e Souza (1982), em solos tipos Areia Quartzosa distrófica (AQd<sub>4</sub>), Latossolo Vermelho-Escuro álico fase Cerradão (LEa<sub>1</sub>) e Latossolo Vermelho-Escuro distrófico fase Cerrado (LEd<sub>13</sub>), estudaram em casa de vegetação a resposta de gramíneas em cinco doses de S, a saber: 0, 15, 30, 45 e 60 kg/ha. Avaliaram a produção de três cortes, e os resultados obtidos podem ser observados no Quadro 16.

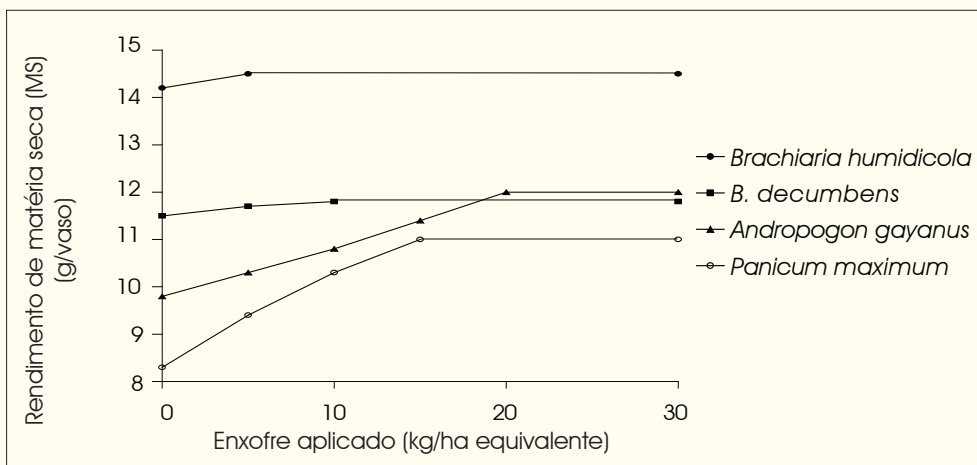


Gráfico 29 - Efeito das doses de enxofre nos rendimentos de quatro gramíneas forrageiras tropicais em Oxissolo de Carimáguá - média de três cortes

FONTE: Fertilidad... (1980).



QUADRO 16 - Porcentagem de incremento de produção de matéria seca (MS) em função de níveis de zero a 45 kg de S/ha para as quatro gramíneas em três solos estudados

Gramínea	Solo		
	AQd <sub>4</sub> (%)	LEa <sub>1</sub> (%)	LEd <sub>13</sub> (%)
<i>Brachiaria decumbens</i> cv. Australiana	65	59	80
<i>Melinis minutiflora</i> cv. cabelo-de-negro	66	65	78
<i>Hyparrhenia rufa</i>	54	51	73
<i>Setaria anceps</i> cv. Kazungula	58	56	81

Casagrande e Souza (1982) observaram também que no solo AQd<sub>4</sub> todas as gramíneas responderam significativamente a até 30 kg de S/ha, com exceção do capim-jaraguá que respondeu a até 15 kg de S/ha. No solo LEa<sub>1</sub>, a braquiária respondeu a até 60 kg de S/ha, e as demais a até 30 kg de S/ha. O capim-jaraguá e a setária apresentaram decréscimo no nível mais alto. No solo LEd<sub>13</sub>, a setária respondeu significativamente a até 30 kg de S/ha, como observado por McLung e Quinn (1959) e Sanches (1976), os quais afirmaram que aplicações de 10 a 40 kg de S/ha são suficientes para prevenir deficiências do elemento no solo, e os capins braquiária e gordura foram os que mais responderam à aplicação de S.

Mencionam ainda Casagrande e Souza (1982), o baixo teor de argila, aliado ao baixo teor de MO de alguns solos sob vegetação de Cerrado, torna mais aguda a deficiência de S, e, pelos Gráficos 30, 31 e 32, observa-se que a produção de MS ao nível zero de S foi maior no solo com maior teor de MO (LEa<sub>1</sub>).

Werner e Monteiro (1988) relatam que as maiores respostas de forrageiras à adubação com S têm ocorrido em solos arenosos com baixos teores de MO, e que pastagens exclusivas de gramíneas não adubadas com N e P mostram pouca ou nenhuma resposta ao S. Mencionam também que alta disponibilidade de N requer maior aplicação de S, uma vez que este nutriente é importante no metabolismo do N e na síntese de proteína.

O N e o S são componentes da molécula dos aminoácidos. Em condições de deficiência desses elementos pode ocorrer menor teor de aminoácidos e diminuição na síntese de proteínas. Assim, a importância do equilíbrio entre a quantidade de N e S no solo e na planta é refletida no crescimento e no estado nutricional do vegetal.

Hoffmann (1992) observou que *B. decumbens* alcançou o máximo rendimento da parte aérea, com adição de 76 mg de S/kg de solo. A aplicação de doses de S até 160 mg/kg de solo resultou em um aumento no teor de S na parte aérea nos primeiro

e segundo cortes de 0,06% e 0,34%, respectivamente. Porém, com o aumento de doses de N, o teor de S diminuiu de 0,34% a 0,22%, no primeiro corte, e de 0,55% a 0,28%, no segundo corte.

Segundo Tisdale (1977), a maioria das plantas tem crescimento, quando a relação N:S da forragem está entre 14:1 e 16:1. Esse autor sugeriu que, quando os teores de S na forragem estiverem próximos de 0,20% a 0,25% ou mais e a proporção N:S estiver entre 10:1 e 12:1, serão considerados adequados aos animais e não haverá melhoria no desempenho animal com suplementação de S.

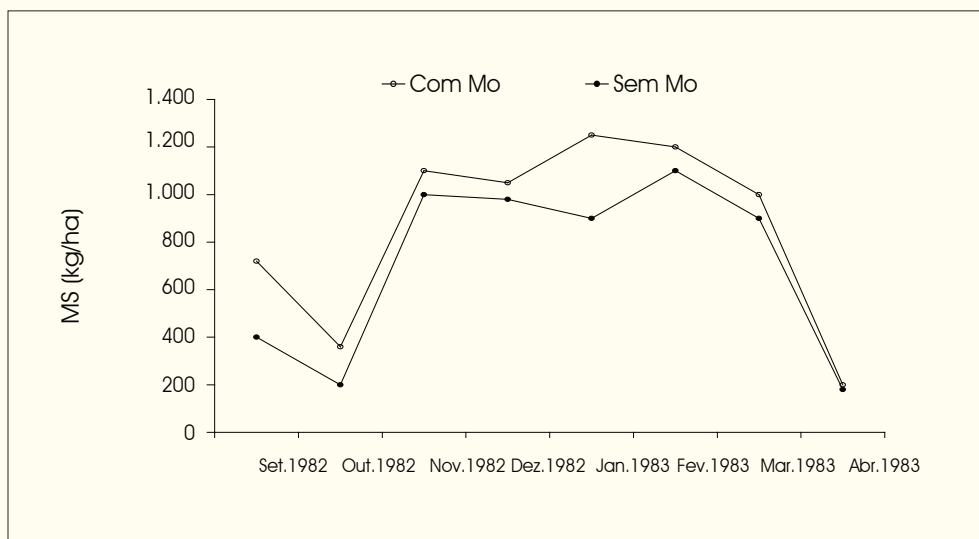


Gráfico 30 - Efeito da adubação com Mo (160 g/ha de molibdato de sódio) na produção mensal de matéria seca (MS) em *B. decumbens* - valores médios de seis repetições

FONTE: Miranda, Seiffert e Dobereiner, (1985).

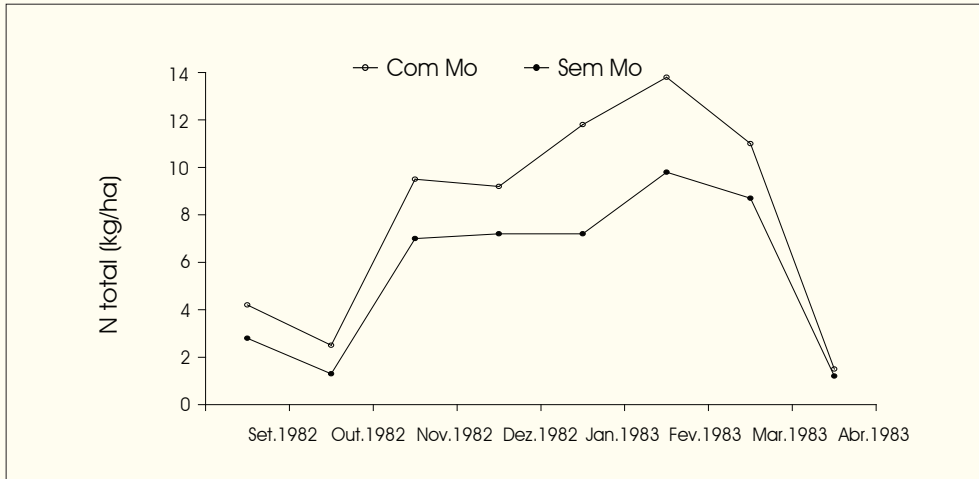


Gráfico 31- Efeito da adubação com Mo (160 g/ha de molibdato de sódio) na produção de N total em *Brachiaria decumbens* - valores médios de seis repetições  
 FONTE: Miranda, Seiffert e Dobereiner (1985).

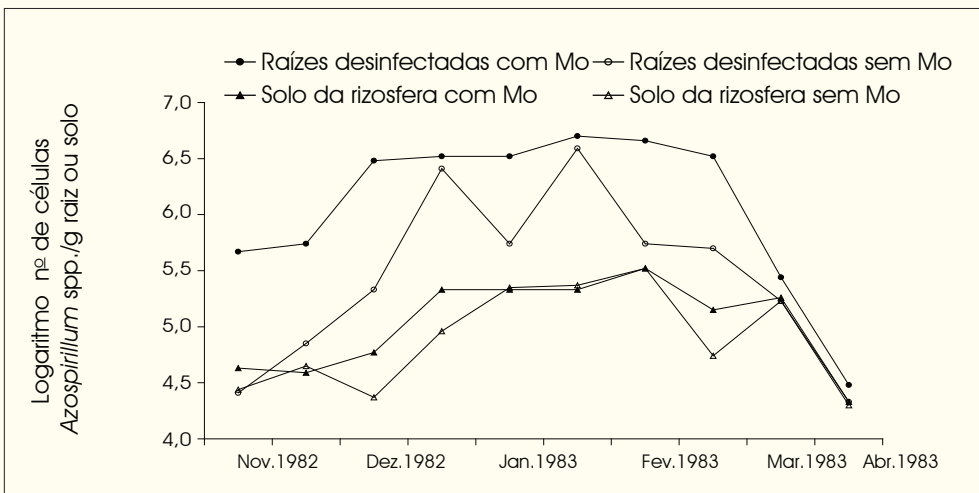


Gráfico 32 - Efeito da adubação com Mo (160 g/ha de molibdato de sódio) no número de *Azospirillum* spp. em raízes desinfetadas (15 min em solução de 1% de cloramina T) e no solo de rizosfera de *Brachiaria decumbens* - valores médios de duas repetições  
 FONTE: Miranda, Seiffert e Dobereiner (1985).

## RESPOSTA DAS BRAQUIÁRIAS AOS MICRONUTRIENTES

Nos últimos anos, vem crescendo a preocupação com deficiência de micronutrientes, principalmente nos solos sob vegetação de Cerrado, e os resultados obtidos com forrageiras pela aplicação destes minerais são ainda escassos e, às vezes, conflitantes. A preocupação crescente relacionada com essa deficiência ocorre em função de alguns trabalhos de levantamento da composição mineral de amostras de forragem que apresentaram, em certas condições, teores deficientes de alguns micronutrientes importantes para a nutrição animal. Entretanto, na opinião de Werner (1994), a adubação com tais micronutrientes somente pode revelar resultados positivos no aumento de produção de forragem em pastagens exclusivas de gramíneas, quando estas forem suprimidas com quantidades adequadas de macronutrientes. Por outro lado, Werner (1994) considera que um dos casos em que talvez se deva incluir um micronutriente na adubação de pastos exclusivos de capim é o de Zn, para o plantio de pastagens em solos de Cerrado do Brasil Central.

Em Carimáguá, Colômbia, foi realizado um experimento para determinar os requerimentos internos e externos de micronutrientes para diversas gramíneas. A avaliação foi feita até o primeiro ano após o estabelecimento, e observou-se que nesse período nenhuma das gramíneas mostrou resposta significativa à aplicação dos micronutrientes.

Antes da aplicação dos micronutrientes, a análise de solo indicou que os teores de Zn e Cu existentes eram maiores do que aqueles considerados como limitantes para solos ácidos e, um ano após adubação, a disponibilidade desses elementos era ainda maior em função da quantidade do fertilizante aplicado. Apesar disso, observaram que, entre as braquiárias, apenas a *B. humidicola* não apresentou no tecido teores de Zn e Cu considerados abaixo das exigências dos animais, e os resultados indicam que estes elementos devem ser suplementados na mistura mineral no cocho (FERTILIDAD..., 1982).

Com efeito, Hutton (1982) relata que no início dos anos 70 a fotossensibilização em gado jovem sobre pastagens de *B. decumbens* foi considerada um problema grave, principalmente no Brasil Central. O consumo elevado de Zn protege os animais contra a fitotoxina existente no fungo e, conseqüentemente, contra a fotossensibilização, que nada mais é do que um distúrbio no funcionamento do fígado. O fungo que produz a fitotoxina ocorre no Brasil, e Lopes (1975) detectou deficiência de Zn em 81% dos solos de Cerrados, onde é cultivada a maior parte de *B. decumbens*.

No Amapá, onde *B. humidicola* é plantada em larga escala, não tem apresentado também resposta à aplicação de micronutrientes (DUTRA et al., 1980).

Serrão et al. (1971), ao utilizarem a técnica do nutriente faltante, observaram que *B. decumbens* e *B. ruziziensis*, sem aplicação de micronutrientes, produziram respectivamente 89% e 98% do rendimento obtido com o tratamento completo.

Solos com baixo teor de MO são mais sujeitos à deficiência de boro (B), entretanto Sanzonowicz (1985) não observou resposta de *B. brizantha* à aplicação deste nutriente no solo, em experimento de casa de vegetação.

Por outro lado, em estudos realizados com três solos de Cerrado, com *B. decumbens* cv. Australiana, submetida a diferentes tratamentos de adubação com a utilização da técnica do nutriente faltante (Quadro 17), observou-se que, desde o início, a braquiária produziu significativamente menos forragem em todos os tratamentos com ausência dos diversos micronutrientes, e diferenças mais acentuadas nos solos LE<sub>2</sub> e LR. Interessante notar que a *Setaria anceps* cv. Kazungula, considerada planta mais exigente que as braquiárias, não

QUADRO 17 - Produções médias de matéria seca (MS) de *Brachiaria decumbens*, de origem Australiana, nos diversos tratamentos, em solos LE<sub>1</sub>, LE<sub>2</sub>, AQ e LR - média de dois cortes

Tratamento	Matéria seca (g/vaso)			
	LE <sub>1</sub>	LE <sub>2</sub>	AQ	LR
<sup>(1)</sup> Completo	29,81 a	25,21 a	26,73 a	20,65 a
Testemunha	6,59 d	1,55 c	4,72 d	2,77d
Completo menos S	16,06 c	5,37 c	15,34 c	15,26 c
Completo menos B	24,24 b	18,55 c	22,61 b	17,75 b
Completo menos Cu	24,20 b	19,41 b	23,16 b	17,86 b
Completo menos Fe	-	-	23,48 b	-
Completo menos Mn	-	-	22,08 b	-
Completo menos Mo	23,81 b	18,34 b	22,53 b	17,69 b
Completo menos Zn	24,36 b	18,38 b	21,90 b	18,14 b
Completo menos micronutrientes	25,05 b	18,49 b	22,50 b	17,14 b
Completo menos calagem e micronutrientes	23,98 b	18,74 b	22,65 b	17,29 b

FONTE: Embrapa (1980).

NOTA: Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

(1) Tratamento completo = N + P + K + S + Calagem + B + Cu + Mo + Zn. O solo de AQ ainda recebeu Fe e Mn.

apresentou resposta à aplicação dos diversos micronutrientes, sendo inclusive beneficiada com a ausência de todos estes, em comparação com o tratamento completo (Quadro 18).

Dentre os micronutrientes, o molibdênio (Mo) pode ter papel relevante para as pastagens de *B. decumbens*. Isto porque associações de gramíneas com bactérias fixadoras de  $N_2$  representam um grande potencial a ser explorado, pois podem elevar ou manter os níveis de  $N_2$  no sistema solo-planta (DOBEREINER, 1979). Associações incluindo *Azospirillum* spp. têm-se mostrado, em condições tropicais, promissoras dentro desse aspecto (DOBEREINER; DAY, 1976; RAO, 1981 apud MIRANDA; SEIFFERT; DOBEREINER, 1985).

Nos microrganismos fixadores de  $N_2$ , o Mo é um componente essencial da nitrogenase, responsável pela redução do  $N_2$  atmosférico à amônia, enquanto que na

QUADRO 18 - Produções médias de matéria seca (MS) de *Setaria anceps* cv. Kazungula nos diversos tratamentos em Latossolo Vermelho-Escuro fase Cerradão (LE<sub>1</sub>)<sup>(1)</sup> - média de dois cortes

Tratamento	MS
<sup>(2)</sup> Completo	16,88 ab
Testemunha	1,72 j
Completo menos N	7,30 j
Completo menos P	0,69 j
Completo menos K	10,15 h
Completo menos NP	1,64 j
Completo menos NK	6,80 i
Completo menos PK	1,80 j
Completo menos NPK	2,11 j
Completo menos NPKS	1,72 j
Completo menos NOKS e calagem	1,98 j
Completo menos calagem	16,76 abc
Completo menos NPKS e micronutrientes	1,46 j
Completo menos B	15,69 bcd
Completo menos Cu	14,88 cdef
Completo menos Mo	15,01 bcde
Completo menos Zn	13,91 defg
Completo menos calagem e micronutrientes	14,42 defg
Completo menos micronutrientes	18,04 a
Completo menos S	11,86 h

FONTE: Embrapa (1980).

NOTA: Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

(1) Tratamento completo = N + P + K + S + Calagem + B + Cu + Mo + Zn.

planta é componente essencial da nitrorredutase, enzima responsável pela redução do  $\text{NO}_3^-$  absorvido do solo e de sua incorporação em proteína (MIRANDA; SEIFFERT; DOBEREINER, 1985).

Em Latossolo Roxo álico (LRa) fase Cerradão e pastagens de *B. decumbens* cv. Basilisk submetidas a pastejos e adubação com P, K, Cu, Zn, B e Mo, onde uma área de 400 m<sup>2</sup> de cada piquete ficou sem aplicação de Mo, foi avaliado o efeito do Mo sobre a produção de MS, N total e a população de *Azospirillum* sp. (MIRANDA, SEIFFERT, DOBEREINER, 1985).

Houve sempre uma maior produção de MS sob aplicação de Mo (Gráfico 30), o que inicialmente sugere uma deficiência desse elemento no solo e que estaria limitando a produção da gramínea. No entanto, o efeito sobre o N total foi maior do que sobre a MS (Gráfico 31), confirmando, assim, estar relacionado com a disponibilidade de N, e, nesse caso, poder-se-ia pensar que o aumento no rendimento de MS deve-se mais ao N do que ao Mo como nutriente. O maior efeito sobre o N pode ser atribuído ao melhor aproveitamento deste nutriente no solo, por meio da ativação da nitrorredutase, ou, então, pelo aumento da fixação biológica. Com relação à população de *Azospirillum* spp. nas áreas onde foi aplicado Mo, ocorreu maior número de bactérias, cerca de seis vezes mais nas raízes e de apenas três vezes no solo (Gráfico 32). Miranda, Seiffert e Dobereiner (1985) concluíram que a fixação biológica de  $\text{N}_2$  teve relevante importância nos resultados. A fixação de  $\text{N}_2$  em associação com *B. decumbens* foi também demonstrada por Pereira, Dobereiner e Neyra (1981). Pela técnica da diluição do isótopo <sup>15</sup>N, confirmou-se que essa gramínea pode obter até 40% do seu N total por meio da fixação biológica.

Foi determinado que as áreas adubadas com Mo acumularam, em média, 18,5 kg de N/ha a mais do que as áreas não adubadas com este elemento. Isso corresponde a uma aplicação de 40 kg de N mineral/ha, considerando 50% de eficiência do adubo aplicado. Comparando-se os custos dos fertilizantes, Miranda, Seiffert e Dobereiner (1985) afirmam que os gastos com Mo representam a metade dos gastos necessários com sulfato de amônio.

A aplicação de cerca de 50-60 kg de fritted trace elements (FTE) BR-12/ha tem sido recomendada principalmente para pastagens consorciadas, considerando que, em geral, as leguminosas são mais exigentes do que as gramíneas em nutrientes do solo. De qualquer maneira, não se deve descuidar da suplementação mineral para os animais, porque os níveis dos micronutrientes no tecido vegetal poderão estar abaixo dos requeridos por estes, mesmo quando aplicados ao solo.

## ALTERNATIVAS PARA RECUPERAÇÃO DAS PASTAGENS DE BRAQUIÁRIAS

Pastagens de braquiárias que eram altamente produtivas apresentam-se hoje em avançado estágio de degradação, com baixos rendimentos, diminuição do número de plantas na comunidade vegetal, deficiência na cobertura do solo e consequente erosão superficial. São vários fatores que podem levar uma pastagem à degradação, dentre estes podem-se citar a aplicação inadequada de nutrientes para a sua formação, a utilização muito intensiva da pastagem, o ataque de cigarrinhas etc.

No entanto, quase sempre, o principal fator é a deficiência de nutrientes no solo, em especial do N, como demonstrado pela resposta dessas pastagens a fertilizantes nitrogenados em outras com vários anos de utilização (FERTILIDAD..., 1980).

Para adicionar N ao sistema, podem-se usar leguminosas capazes de consorciarem-se com as braquiárias. Entretanto, a dificuldade é encontrar a associação em que a leguminosa possa permanecer por longo tempo nas pastagens. Porém, não é só a escolha da leguminosa adequada que permitirá seu bom estabelecimento. É preciso que não haja nutrientes limitando o seu estabelecimento, já que normalmente essas plantas são mais exigentes em fertilidade do solo do que as braquiárias.

A recuperação de pastagens degradadas de braquiárias pode ser feita por meio do suprimento de corretivos e fertilizantes, sendo estes aplicados na superfície, ou, ainda, pela incorporação destes com preparo superficial ou completo do solo. Nesse sentido, Soares Filho e Corsi (1992) avaliaram os efeitos de algumas estratégias de recuperação da pastagem de *B. decumbens* degradada, com dez anos de uso, sendo que os dados referentes à produção de MS dos diferentes tratamentos podem ser observados no Quadro 19. Os tratamentos foram: T<sub>1</sub> = testemunha; T<sub>2</sub> = adubação com macro e micronutrientes + N; T<sub>3</sub> = gradagem e T<sub>4</sub> = gradagem + adubação com macro e micronutrientes, mas sem N. No T<sub>2</sub>, foram adicionados 200 kg de sulfato de amônio, em duas épocas do ano.

Os dados observados neste estudo evidenciam que a descompactação tem pouco efeito e que, de modo geral, a aplicação de fertilizantes proporcionou melhores resultados. Arruda, Cantarutti e Moreira (1982) também observaram resultados semelhantes, ou seja, tratamentos físico-mecânicos, com ou sem queima, com aração, aração + gradagem e cultivador não afetaram significativamente a recuperação da pastagem de *B. decumbens*. Houve efeito marcante da aplicação de fertilizantes. Sem adubação, a produção de MS foi de 844 kg/ha e com a aplicação de 22 kg/ha de P a produção foi de 3.386 kg/ha e a fertilização completa de P, N, K, CaO, MgO e S a produção de MS foi de 4.266 kg/ha.



QUADRO 19 - Produção acumulada de matéria seca (MS) da parte aérea (t/ha) de *Brachiaria decumbens* sob o efeito de quatro tratamentos e sete épocas de avaliação no primeiro ano (1987/1988), e nove épocas no segundo ano (1988/1989)

Tratamento	Produção acumulada (t/ha)	Estação	
		Seca (t/ha)	Chuvos (t/ha)
Primeiro ano			
T <sub>1</sub> = testemunha	4,4 a	1,6 a	2,8 a
T <sub>2</sub> = macro + micro + N(1)	4,8 a	1,6 a	3,2 a
T <sub>3</sub> = gradagem	3,3 a	0,8 b	2,4 a
T <sub>4</sub> = gradagem + macro + micro - N	5,3 a	2,0 a	3,3 a
Segundo ano			
T <sub>1</sub> = testemunha	8,3 b	1,1 a	7,2 b
T <sub>2</sub> = macro + micro + N	13,1 a	1,1 a	12,0 a
T <sub>3</sub> = gradagem	7,3 a	0,9 b	6,4 b
T <sub>4</sub> = gradagem + macro + micro - N	8,5 ab	1,0 a	7,5 b

NOTA: Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada coluna e de cada ano, não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

(1)N= 200 kg de sulfato de amônio/ha.

Por outro lado, um preparo mais completo, visando à incorporação de calcário e fertilizantes com aração, proporciona resultados controversos. Carvalho et al. (1990) obtiveram produção inferior, 1,65 e 2,94 t/ha de MS aos 115 e 164 dias, respectivamente, com a incorporação dos fertilizantes com aração. Já com a gradagem, as produções de MS foram de 3,46 e 3,97 t/ha, para 115 e 164 dias, respectivamente, como pode ser observado no Quadro 20. Esses autores atribuem essa redução, principalmente na primeira amostragem, 115 dias, à maior destruição de plantas provocada pela aração.

As leguminosas forrageiras, ao realizarem a fixação biológica do N atmosférico e contribuírem com a produção animal, têm importância crucial, tanto para o aumento da produtividade, quanto para a sustentabilidade das pastagens. Contudo, a dificuldade de implantação e a baixa persistência de diversas espécies de leguminosas em pastagens consorciadas com gramíneas são aspectos limitantes. Neste contexto, Volpe et al. (2008), ao estudarem a recuperação de pastagem de *B. decumbens* utilizando testemunha e oito tratamentos com calagem e adubação completa, exceto N, sendo acrescidos de: N; estilosantes Campo Grande (multilinha de *Stylosanthes macrocephala* e *S. capitata*), *S. guianensis* cv. Mineirão; *Calopogonium mucunoides*; *Neonotonia wightii*; *Leucaena leucocephala* (leucena),

e *Cratylia argentea* (cratília), observaram dificuldade de estabelecimento das leguminosas herbáceas com *B. decumbens* em alta população, sem restrição ao desenvolvimento inicial. A avaliação da participação dos componentes do consórcio na produção de MS evidenciou o comportamento altamente diferenciado entre as leguminosas herbáceas e lenhosas (cratília e leucena): no caso das lenhosas, a MS foi quase toda proveniente das leguminosas, enquanto nas herbáceas a participação da leguminosa na MS total pode ser considerada pequena (Quadro 21). A utilização de leucena com alta densidade de plantas em recuperação de pastagem degradada sem utilização de N mostrou-se altamente viável. Estabelecida de forma idêntica, a cratília mostrou-se bastante promissora. As leguminosas herbáceas apresentaram participação pequena na produção de MS total de forragem, evidenciando a necessidade de manejo apurado do consórcio desde o estabelecimento.

Uma pastagem de *B. humidicola*, em vias de degradação e submetida a pastejo, também foi submetida a diversos tratamentos com fertilizantes, para tentar sua recuperação, durante três anos após a aplicação destes (FERTILIDAD..., 1982). Os resultados encontram-se no Quadro 22.

Esses resultados indicam que somente com fertilização nitrogenada foi possível aumentar significativamente a produção de MS (surpreendentemente não elevou o teor de PB no tecido) e supõe-se então que o P e o K não eram limitantes nesse tipo de solo. Os efeitos interativos com os demais nutrientes não foram significativos, mas a adição de Mg apresentou um resultado excelente, ligeiramente superior à aplicação da menor dosagem de N.

Diante dos resultados positivos obtidos somente com escarificação do solo na recuperação de pastagens de *B. decumbens*, ao contrário do ocorrido com as pastagens de *B. ruziziensis*, esse método foi utilizado em pastagem degradada de *B. humidicola*, e observou-se que o tratamento mecânico causou uma produção de MS semelhante à obtida com aplicação de 50 kg de N/ha (FERTILIDAD..., 1984). Nas condições desse solo, observa-se que a escarificação aumentou as taxas de mineralização da MO, o que favoreceu a mobilização de N, P e S orgânicos, colocando-os à disposição das plantas. Nessas condições, portanto, pastagens degradadas de *B. humidicola* podem ser recuperadas somente com escarificação do solo, em substituição a adubações nitrogenadas. O custo adicional é apenas o valor de alguns quilos de sementes da leguminosa. Conforme Zimmer et al. (1994), mesmo não persistindo por muitos anos, a leguminosa poderá trazer alguns benefícios.

Ao avaliarem o efeito de leguminosas na recuperação de pastagens degradadas, Vilela et al. (1989) obtiveram participações expressivas de estilosantes e calopogônio na recuperação de *B. ruziziensis* com adição de fertilizantes e gradagem, como pode ser observado no Quadro 23.

QUADRO 20 - Efeito de diferentes tratamentos de recuperação de pastagem degradada na produção de forragem (MS) de *Brachiaria decumbens* e leguminosas *Calopogonium mucunoides*, *Stylosanthes capitata* e *S. macrocephala*

Tratamento	Braquiária (t/ha)	
	115 dias	164 dias
T1 = testemunha	2,46 bc	2,69 bc
T2 = gradagem	1,32 def	2,29 bc
T3 = T2 + calagem + gradagem	3,46 a	3,97 ab
T4 = T3 + aração - N	1,65 cde	2,94 abc

FONTE: Dados básicos: Carvalho et al. (1990).

NOTA: Médias nas colunas seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

QUADRO 21 - Acúmulo de matéria seca (kg/ha) pelos componentes da pastagem em nove tratamentos durante três cortes, em recuperação de *Brachiaria decumbens* - Campo Grande, MS - 2004/2006

Tratamento	Matéria seca (kg/ha)			
	Gramínea	Leguminosa (folhas e colmos finos)	Leguminosa (colmo)	Total
Testemunha	8.571	-	-	8.571 D
Calagem + Adubação sem N	12.831	-	-	12.831 C
Calagem + Adubação com N	15.477	-	-	15.477 B
Calagem + Adubação + Estilosantes Campo Grande	9.709	1.638	-	11.347 C
Calagem + Adubação + Estilosantes Mineirão	10.028	996	-	11.024 C
Calagem + Adubação + Crafilia	619	7.622	3.063	11.304 C
Calagem + Adubação + Soja perene	9.578	1.076	-	10.654 C
Calagem + Adubação + Calopogônio	12.080	351	-	12.431 C
Calagem + Adubação + Leucena	475	9.842	8.562	18.879 A

FONTE: Volpe, Cardoso e Zago (2008).

NOTA: CV = 16,79%.

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $P > 0,05$ ).

QUADRO 22 - Diagnóstico nutricional de *Brachiaria humidicola* para fertilização de manutenção

Tratamento de fertilização	Matéria seca (kg/ha)	Proteína bruta (PB) (%)
Testemunha	861	5.2
N1 (25 kg N/ha)	1105	5.4
N2 (50 kg N/ha)	1376	5.6
N1 + K(30 kg K/ha)	1207	5.4
N1 + S(20 kg S/ha)	1028	5.4
N1 + K + S	1151	5.2
N1 + K + S Mg(10 kg Mg/ha)	1163	5.4
N2 + S	1200	5.4
K(30 kg/ha)	951	5.3
K + S(50 kg K + 20 kg S/ha)	844	5.0
S(20 kg S/ha)	885	5.2
Mg(10 kg Mg/ha)	1182	5.3

FONTE: Dados básicos: Fertilidad... (1982).

QUADRO 23 - Efeito de diferentes métodos de recuperação de *Brachiaria ruziziensis* na disponibilidade de matéria seca (MS), porcentagem de leguminosas e ganho por animal

Tratamento	Data de amostragem				Ganho/animal (kg) (169 dias)
	21/2/87		5/5/87		
	<i>B. ruziziensis</i> (t/ha)	Leguminosa (%)	<i>B. ruziziensis</i> (t/ha)	Leguminosa (%)	
Testemunha (sem grade)	2,9	-	2,0	-	44
Gradagem	2,5	-	2,1	-	42
Gradagem + 40 kg/ha N	2,9	-	3,6	-	54
Gradagem + Estilosantes	3,6	55	3,2	75	43
Gradagem + Calopogônio	2,4	12	2,6	28	70

FONTE: Dados básicos: Vilela et al. (1989).

NOTA: Todos os tratamentos receberam 1 t/ha de calcário, 80 kg/ha de  $P_2O_5$  e 60 kg/ha de  $K_2O$ .

No Brasil Central, no entanto, não houve vantagem na introdução de leguminosas com preparo do solo, na recuperação de pastagens degradadas de *B. decumbens* (Gráfico 33). Junto com as leguminosas foram aplicados 80; 100; 0,5 e 4 kg/ha de  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , Mo e Zn, respectivamente.

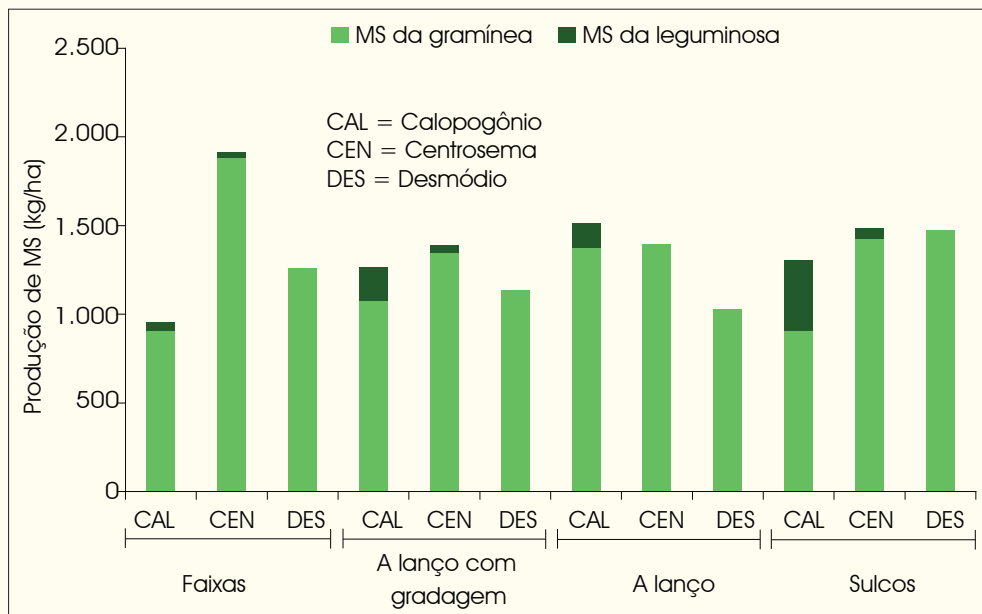


Gráfico 33 - Participação de três leguminosas na produção de matéria seca (MS) de uma pastagem de *Brachiaria decumbens* degradada, em função de quatro métodos de introdução

FONTE: Embrapa (1981).

Gonçalves e Oliveira (1981), em Rondônia, testaram a introdução de *B. humidicola* para renovar pastagens degradadas de capim-jaraguá, associada à introdução de leguminosas e aplicação de P, sendo a avaliação dos tratamentos feita sob pastejo. A pastagem do capim-jaraguá, com dez anos de utilização e com 60%-65% de invasoras, teve a sua capacidade de suporte elevada pela introdução de *B. humidicola* em faixas e das leguminosas (principalmente a *P. phaseoloides*), sem aplicação de P, mostrando, assim, o potencial da utilização da *B. humidicola* como recuperadora de pastagens degradadas de outras gramíneas, sem fertilização.

Zimmer et al. (1994) consideram que na recuperação de pastagens faz-se necessário aperfeiçoar as práticas de manejo e estudar níveis e técnicas de adubação de manutenção a longo prazo para evitar a degradação. Esses autores ainda mencionam que pastagens de braquiárias estabelecidas em condições de clima favorável, se bem manejadas e recebendo fertilização adequada, seguramente poderão ser utilizadas por vários anos sem necessidade de recuperação drástica, com movimentação do solo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA ADUBAÇÃO MÍNIMA EM PASTAGENS DE BRAQUIÁRIAS

Os solos brasileiros, onde é formada a maioria das pastagens de braquiária, são geralmente ácidos, às vezes com elevada saturação de Al e deficiência generalizada em Ca, Mg, N, K, S, Zn, Mo e, principalmente, em P.

Apesar de as braquiárias serem tolerantes a altas saturações de Al, necessitam da adição de Ca e Mg ao solo para produzirem grandes quantidades de forragem, o que pode ser feito por meio da aplicação de calcário dolomítico. Como a calagem, nesse caso, é somente para nutrir as plantas de Ca e Mg, de maneira geral, a aplicação de 1/3 da recomendação feita pela análise do solo é suficiente para as pastagens estabelecerem-se bem e permanecerem produtivas por um bom tempo. Recomenda-se, no entanto, efetuar análise do solo periodicamente, no mínimo de três em três anos, e, sempre que o nível de Ca + Mg for inferior a 1  $\text{cmol/dm}^3$ , aplicar calcário novamente.

A dose de P a ser aplicada ao solo para garantir o estabelecimento e o alto rendimento das pastagens não deve ser inferior a 100 kg de  $\text{P}_2\text{O}_5$ /ha, como fosfatos solúveis, e requer aplicações anuais de manutenção logo após o período de estabelecimento da pastagem. Nas aplicações de dosagens mais elevadas para a formação das pastagens podem ou não ser associadas fontes solúveis com fosfatos de rocha. A associação (cerca de 1/3 solúvel e o restante como fosfato de rocha) garante também o suprimento de parte do S. Como o fosfato natural de Araxá apresenta maior solubilidade que o fosfato natural de Patos de Minas, pode ser a única fonte de P a ser aplicada ao solo e, nesse caso, as adubações anuais de manutenção poderão ser iniciadas provavelmente a partir do terceiro ano após o estabelecimento, e serão suficientes doses de 40 kg de  $\text{P}_2\text{O}_5$ /ha/ano, preferencialmente como superfosfato simples. Essa mesma dosagem pode ser usada na recuperação de pastagens degradadas.

Apesar da deficiência de K dos principais solos cultivados com pastagens, pequenas dosagens aplicadas no plantio, cerca de 40 kg de  $\text{K}_2\text{O}$ /ha são suficientes para suprir as pastagens desse elemento, principalmente se forem utilizadas sob pastejo. Pois parte do K extraído do solo pelas plantas e consumido pelos animais volta ao solo por meio das fezes e urina. Em pastagens submetidas a altas doses de adubação nitrogenada, o que é extremamente raro, ou sempre que a análise do solo indicar teores inferiores a 40  $\text{cmol/dm}^3$  de K, deve-se fazer aplicação do potássio na dosagem recomendada.

O N é extremamente importante para o alto rendimento das pastagens e para melhorar sua qualidade. Como a aplicação do N mineral pode ser antieconômica, sugere-se a formação de pastagens consorciadas com leguminosas, que, além de suprirem as plantas com parte do N necessário, melhoram consideravelmente a qualidade da forragem. O *Calopogonium mucunoides* consorcia-se bem com as braquiárias, assim como

algumas espécies do gênero *Stylosanthes*. Pastagens degradadas podem ser recuperadas pela introdução de leguminosas em faixas de 2 m de largura a cada 6 m, ou aplicadas a lanço e incorporadas com gradagem leve, sempre com aplicação de P solúvel.

O S pode ser suprido por meio da aplicação de superfosfato simples. Outra fonte de S pode ser o gesso aplicado associado ao calcário, na base de 200 kg/ha, prática esta que fornece cerca de 30 kg de S/ha, suficiente para as braquiárias.

Em solos de Cerrado pode ser necessária a aplicação de Zn, já que Lopes (1975) concluiu que 81% desses solos são deficientes nesse nutriente. Atualmente, são recomendadas aplicações de 50-60 kg de FTE/ha, principalmente quando as pastagens são consorciadas. A aplicação de FTE supre as deficiências dos principais micronutrientes, que também podem ser aplicados isoladamente em outras fórmulas.

## REFERÊNCIAS

- AGRONOMIC economic research on tropical soils. In: NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY. **Annual Report 1973**. Raleigh, 1974.
- ALVIN, M.J. et al. Aplicação de nitrogênio em acessos de *Brachiaria* – 1: efeito sobre a produção de matéria seca. **Pasturas Tropicais**, Cali, v.12, n.2, p.2-6, 1990.
- ARAGÃO, W.M. et al. **Introdução e avaliação agrônômica de gramíneas forrageiras no estado de Sergipe**. Aracaju: EMBRAPA-UEPAE, 1986. 8p. (EMBRAPA-UEPAE. Pesquisa em Andamento, 2).
- ARRUDA, M.L. de R. **Toxidez de alumínio em gramíneas forrageiras: tolerância e efeitos de formas de nitrogênio**. 1982. 141p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_; CANTARUTTI, R.B.; MOREIRA, R. Tratamentos físico-mecânico e fertilização na recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* em solos de tabuleiro. **Pasturas Tropicais**, Cali, v.9, n.3, p.33-39, 1982.
- AZEVEDO, G.P.C. de; SOUZA, F.R.S. de. **Pesquisa com pastagem na região de Altamira, PA: resultados preliminares**. Altamira: EMBRAPA-UEPAE, 1982. 13p. (EMBRAPA-UEPAE Altamira. Documentos 1).
- BARCELLOS, A. de O.; VILELA, L. Leguminosas forrageiras tropicais: estado da arte e perspectivas futuras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA, 1., 1994, Maringá. **Anais ...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.1-56.
- BARCELOS, J.M. et al. Produção de carne bovina em solos de baixa fertilidade do Brasil: estudo de dois sistemas de produção simulados no Mato Grosso do Sul. In: SÁNCHEZ, P.A.; TERGAS, L.E.; SERRÃO, E.A.S. (Ed.). **Produção de pastagens em solos ácidos dos trópicos**. Brasília: CIAT: EMBRAPA, 1982. p.327-335.
- BOTREL, M.A.; ALVIN, M.J.; MARTINS, C.E. Aplicação de nitrogênio em acessos de *Brachiaria* - 2: efeitos sobre os teores de proteína bruta e minerais. **Pasturas Tropicais**, Cali, v.12, n.2, p.7-10, 1990.
- BULLER, R.E. et al. Comportamento de gramíneas perenes recentemente introduzidas no Brasil Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira: Série Zootecnia**, v.7, p.17-21, 1972.
- CARVALHO, M.M. et al. Respostas de uma espécie de *Brachiaria* à fertilização com nitrogênio e potássio em solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, n.2, p.195-200, 1991.
- CARVALHO, S.I.C. de et al. Recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk na região dos Cerrados. **Pasturas tropicais**, Cali, v.12, n.2, p.24-28, agosto 1990.
- CASAGRANDE, J.C.; SOUZA, O.C. Efeito de níveis de enxofre sobre quatro gramíneas forrageiras tropicais (em solos sob vegetação de Cerrado do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.1, p.21-25, jan. 1982.
- CORRÊA, L.A. **Níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de *Brachiaria decumbens* Stapf., *Brachiaria brizantha* (Hochst.) Stapf. cv. Marandu e *Panicum maximum* Jacq., em Latossolo Vermelho Amarelo, álico**. 1991. 83p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- DOBEREINER, J. Fixação de nitrogênio em gramíneas tropicais. **Interciência**, São Paulo, v.4, n.4, p.200-205, jul./ago. 1979.
- DUTRA, S.; SOUZA FILHO, A.P. da S.; SERRÃO, E.A.S. Fertilizantes e leguminosas no rendimento de capim-quicuío da Amazônia (*B. humidicola*) no Cerrado do Amapá. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido. **Relatório Técnico Anual-1979**. Belém, 1980. p.139-140.



- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1984. 31p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 21).
- \_\_\_\_\_. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. **Relatório Técnico Anual, 1976**. Campo Grande, 1977.
- \_\_\_\_\_. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. **Relatório Técnico Anual, 1980-1981**. Campo Grande, 1982.
- \_\_\_\_\_. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite. **Relatório Técnico Anual-1979**. Coronel Pacheco, 1980. 123p.
- \_\_\_\_\_. Centro Nacional de Pesquisa dos Cerrados. **Relatório Técnico Anual, 1979-1980**. Planaltina, 1981.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Produção de bovinos em pastagens de *Brachiaria* spp. consorciadas com *Calopogonium mucunoides* nos Cerrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.27, n.2, p.238-245, 1998.
- \_\_\_\_\_. et al. Valores nutritivos de cinco gramíneas sob pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais ...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. v.2, p.90-92.
- FAQUIN, V. et al. Absorção e acumulação de nutrientes por gramíneas forrageiras sob influência de fontes de fósforo e correção do solo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.26, n.2, p.219-226, 1997a.
- \_\_\_\_\_. et al. Limitações nutricionais para gramíneas forrageiras em Cambissolo álico da microrregião Campos da Mantiqueira-MG, Brasil – 2: nutrição em macro e micronutrientes. **Pasturas Tropicais**, Cali, v.17, n.3, p.17-22, 1995.
- \_\_\_\_\_. et al. Nutrição mineral em fósforo, cálcio e magnésio do Braquiarião em amostra do Latossolo dos Campos das Vertentes sob influência da calagem e fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1074-1082, 1997b.
- FENSTER, W.E.; LEÓN, L.F. Considerações sobre a fertilização fosfatada no estabelecimento e persistência de pastagens em solos ácidos e de baixa fertilidade na América Latina Tropical. In: SÁNCHEZ, P.A.; TERGAS, L.E.; SERRÃO, E.A.S. (Ed.). **Produção de pastagens em solos ácidos dos trópicos**. Brasília: CIAT: EMBRAPA, 1982. p.127-141.
- FERNANDES, F.M.; ISEPOM, O.J.; NASCIMENTO, V.M. Resposta de *Brachiaria decumbens* Stapf. a níveis de N, P e K em solo originalmente coberto por vegetação de cerrado. **Científica**, v.13, n.1/2, p.89-97, 1985.
- FERRARI NETO, J. **Limitações nutricionais para o colônio (*Panicum maximum* Jacq.) e braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.) em Latossolo da região noroeste do estado do Paraná**. 1991. 126p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- FERREIRA, J.G.; MOZZER, O.L.; CARVALHO, M.M. de. Avaliação do comportamento e rendimento de gramíneas forrageiras em solo de cerrado. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 11., 1974, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1974.
- FERTILIDAD del suelo y nutrición de la planta. In: CIAT. **Informe Anual 1979**. Programa de Pastos Tropicais. Cali, 1980. p.63-79. (CIAT. Série, 02STP1-79).
- FERTILIDAD del suelo y nutrición de las plantas. In: CIAT. **Informe 1980**: Programa de Pastos Tropicais. Cali, 1981. p.57-68. (CIAT. Série, 02STP2-81).
- FERTILIDAD de suelos y nutrición de plantas. In: CIAT. **Informe Anual 1981**: Programa de Pastos Tropicais. Cali, 1982. p.171-194. (CIAT. Série, 02STP(2)82).

FERTILIDADE del suelo y nutrición de plantas. In: CIAT. **Informe Anual 1982**: Programa de Pastos Tropicales. Cali, 1984. p.187-201.

FONSECA, D.M. et al. Absorção, utilização e níveis críticos de fósforo em *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* e *Hyparrhenia rufa*. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.21, n.4, p.730-743, 1992.

GONÇALVES, C.A.; MEDEIROS, J. da C.; OLIVEIRA, J.R. da C. **Introdução e avaliação de gramíneas e leguminosas forrageiras em Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA-UEPAE, 1982. 35p. (EMBRAPA-UEPAE Porto Velho. Boletim de Pesquisa, 1).

\_\_\_\_\_; OLIVEIRA, J.R. da C. **Fósforo, leguminosas e quicuiu da Amazônia na recuperação de pastagens em Ji-Paraná (RO)**. Porto Velho: EMBRAPA-UEPAE, 1981. 7p. (EMBRAPA-UEPAE Porto Velho. Pesquisa em Andamento, 9).

HOFFMANN, C.R. **Nutrição mineral e crescimento de braquiária e do colônio sob influência das aplicações de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre em Latossolo da região Noroeste do Paraná**. 1992. 204p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

HUTTON, E. M. Problemas e sucessos em pastagens mistas de gramíneas e leguminosas, especialmente na América Latina Tropical. In: SÁNCHEZ, P.A.; TERGAS, L.E.; SERRÃO, E.A.S. (Ed.). **Produção de pastagens em solos tropicais ácidos**. Brasília: CIAT:EMBRAPA, 1982. p.97-110.

IBGE. **Produção da pecuária municipal – 1980**: região Sudeste. Rio de Janeiro, 1982. v.8, t.3.

KAMPRATH, E.J.; TILL, A.R. Sulfur cycling in the tropics. In: BLAIR, G.J.; TILL, A.R. (Ed.). **Sulfur in South-East Asian & South Pacific agriculture**. Armidale: The Sulfur Institute, 1983. p.1-14.

KARIA, C.T.; ANDRADE, R.P. Avaliação preliminar de espécies forrageiras no Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado: perspectivas futuras. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília. **Anais...** Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. p.471-475.

LEITE, G.G.; EUCLIDES, V.P.B. Utilização de pastagens de *Brachiaria* spp. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.267-297.

LOPES, A.S. **A survey of the fertility status of soils under “Cerrado” vegetation in Brasil**. 1975. 138p. Tese (Mestrado) – North Carolina State University, Taleight.

MALAVOLTA, E.; PAULINO, V.T. Nutrição e adubação do gênero *Brachiaria*. In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO DOS CAPINS DO GÊNERO *BRACHIARIA*, 2., 1991, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1991.

\_\_\_\_\_. et al. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974. 727p.

MARTINEZ, H.E.P.; HAAG, H.P. Níveis críticos de fósforo em *Brachiaria decumbens* (Stapf.) Prain, *Brachiaria humidicola* (Rendle), Schuweickert, *Difilaria decumbens* Stent, *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf., *Melinis minutiflora* pal de Blaw, *Panicum maximum* Jacq. e *Pennisium purpureum* Schum. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v.32, p.912-977, 1980.

MCCLUNG, A.C.; FREITAS, L.M.M. de; LOTT, W.L. Analysis of several Brazilian soils in relation to plant responses to sulfur 1. **Soil Science Society of America Journal**, v.23, n.3, p.221-224, May/June 1959.

\_\_\_\_\_; QUINN, L.R. **Respostas da grama batatais (*Paspalum notatum*) às aplicações de enxofre e fósforo**. New York: IBEC Research Institute, 1959. 16p. (IBEC Research Institute. Boletim, 18).

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHET JUNIOR, G.C. **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.

- MIKKELSEN, R.L.; CAMBERATO, J.J. Potassim, sulfur, lime and micronutrient fertilizers. In: RECHICGL, J.E. (Ed.) **Soil amendments and enviromental quality**. Boca Raton: Lewis, 1995. p.109-137.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.
- MIRANDA, C.H.B.; SEIFFERT, N.F.; DOBEREINER, J. Efeito da aplicação de molibdênio no número de *Azospirillum* e na produção de *B. decumbens*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.5, p.509-513, maio 1985.
- MONTEIRO, F.A. Adubação para estabelecimento e manutenção de capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE, 2., 1994, Coronel Pacheco. **Anais...** Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p.47-62.
- \_\_\_\_\_; ONO, M.N. Níveis de enxofre em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu cultivada em solução nutritiva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: SBCS: UFV, 1995. v.2, p.1021-1022.
- MORIKAWA, C.K. **Limitações nutricionais para o Andropogon (*Andropogon gayanus*) e braquiarião (*Brachiaria brizantha*) em latossolo da região dos campos das vertentes – MG**. 1993. 163p. Dissertação (Mestrado em Solos) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1993.
- MOTT, G.O.; POPENOE, H.L. Grasslands. In: ALVIM, P. de T.; KOZLOWSKI, T.T. (Ed.). **Ecofisiology of tropical crops**. New York: Academic Press, 1977. p.157-186.
- NASCIMENTO JUNIOR, D. do; VILELA, H. **Pastagens (nitrogênio mineral e leguminosas)**. Viçosa, MG: UFV, 1981. 17p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requeriments of beef cattle**. 7.ed. Washington, 1996. 244p.
- NUNES, S.G.; VIEIRA, J.M.; SOUZA, J.M. de. **Avaliação de cinco gramíneas tropicais em solo de Cerrado, sob condições de pastejo**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1979. 3p. (EMBRAPA-CNPGC. Comunicado Técnico, 6).
- OLIVEIRA, M.A. de. **Estudo de crescimento e valor nutritivo do capim braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf)**. 1980. 68p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- PASSOS, R.R. et al. Fontes de fósforo, calcário e gesso na produção de matéria seca e perfilamento de duas gramíneas forrageiras em amostras de um Latossolo ácido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.26, n.2, p.227-233, 1997.
- PEREIRA, A.A.A.; DOBEREINER, J.; NEYRA, C.A. Nitrogen assimilation and dissimilation in five genotypes of *Brachiaria* ssp. **Canadian Journal of Botany**, v.59, n.8, p.1475-1479, Aug. 1981.
- PEREIRA, J.M. et al. Consumo e ganho em peso de bovinos em pastagens de capim *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick, em monocultivo ou consorciado com leguminosas, submetidas a diferentes taxas de rotação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.21, n.3, p.118-131, 1992a.
- \_\_\_\_\_. et al. Disponibilidade e composição botânica da forragem disponível em pastagem de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick, em monocultivo ou consorciado com leguminosas, submetidas a diferentes taxas de lotação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.21, n.3, p.104-117, 1992b.
- PEREIRA, J.P. Adubação de capins do gênero *Brachiaria*. In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO DOS CAPINS DO GÊNERO *BRACHLARIA*, 1986, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986.

PREMAZZI, L.M. **Saturação por bases como critério para recomendação de calagem em cinco forrageiras tropicais**. 1991. 215p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1991.

PROGRAMA DE GANADO DE CARNE. In: CIAT. **Informe Anual**. Cali, 1977. p.A-48.

QUINN, L.R.; MOTT, G.O.; BIDCHOFF, W.V.A. **Fertilização de pastos de capim colômbio e produção de carne com novilhos zebu**. New York: IBEC Research Institute, 1961. 40p. (IBEC. Boletim, 24).

REIS, P.R.; BOTELHO, W. **Relatório de pesquisa**. Lavras: EPAMIG: EMBRAPA, 1984.

SALINAS, J.G.; GUALDRÓN, R. Adaptación e requerimientos de fertilización de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickl en la altillanura plana de los Llanos Orientales, de Colômbia. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 6., 1982, Brasília. [Anais]... Savanas: alimento e energia. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1988. p.457-471.

\_\_\_\_\_; SANCHEZ, P.A. Soil-plant relationship affecting varietal and species differences in tolerance to low available soil phosphorus. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.28, n.2, p.156-168, 1976.

SANCHES, P.A. **Properties and management of soils in the tropics**. New York: J. Wiley, 1976. 618p.

SANTANA, J.R. et al. Persistência e qualidade proteica da consorciação *Brachiaria humidicola* - *Desmodium ovalifolium* cv. Itabela sob diferentes sistemas e intensidades de pastejo. **Pasturas Tropicais**, Cali, v.15, p.2-8, 1993.

SANTOS, A.R. **Diagnose nutricional e respostas do capim-Brachiaria submetido a doses de nitrogênio e enxofre**. 1997. 115p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

SANZONOWICZ, C. Recomendação e prática de adubação e calagem na Região Centro-Oeste do Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1., 1985, Nova Odessa. **Resumos...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1985. p.28-30.

\_\_\_\_\_; GOEDERT, W.J. **Uso de fosfatos naturais em pastagens**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1986. 33p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 21).

SERRÃO, E.A.S. et al. **Reposta de três gramíneas forrageiras (*Brachiaria decumbens* Stapf., *Brachiaria ruziziensis* Germain et Everard e *Pennisetum purpureum* Schum.) a elementos fertilizantes em Latossolo Amarelo Textura Média)**. Belém: IPEAN, 1971. 38p. (IPEAN. Fertilidade do Solo, v.1, n.2).

\_\_\_\_\_; SIMÃO NETO, M. **Informações sobre duas espécies de gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* na Amazônia: *B. decumbens* Stapf. e *B. ruziziensis* Germain et Everard**. Belém: IPEAN, 1971. 31p. (IPEAN. Estudos sobre Forrageiras na Amazônia, v.2, n.1).

SIQUEIRA, C. et al. Resposta de três gramíneas forrageiras tropicais à aplicação de cálcio e fósforo em um solo ácido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 1.; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 17., 1980, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1980. p.473.

SOARES FILHO, C.V. Recomendações de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.25-48.

\_\_\_\_\_; CORSI, M. Recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens* – I: efeito de diferentes tratamentos de fertilização e Manejo. **Pasturas Tropicais**, Cali, v.14, n.2, p.2-6, 1992.

TISDALE, S.L. **Sulfur in forage quality and ruminant nutrition**. Washington: The Sulfur Institute, 1977. 13p.

TOLEDO, J.M.; MORALES, V.A. Estabelecimento e manejo de pastagens melhoradas na Amazônia peruana. In: SÁNCHEZ, P.A.; TERGAS, L.E.; SERRÃO, E.A.S. (Ed.). **Produção de pastagens em solos ácidos tropicais**. Brasília: CIAT: EMBRAPA, 1982. p.199-214.

VILELA, H.; SANTOS, E.J.; PIRES, J.A. de A. Pastagens de capim-Brachiaria (*Brachiaria decumbens* Stapf.) com leguminosas e com aplicações de nitrogênio sobre o ganho de novilhos zebu (1) época da seca. In: EPAMIG. **Projeto bovinos**: relatório 74/76. Belo Horizonte, 1978. p.89-90.

\_\_\_\_\_ et al. Efeito de pastagens de gramíneas e de gramíneas e leguminosas sobre o ganho em peso de novilhos – I: época da seca. **Arquivos da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais**, Belo Horizonte, v.29, p.11-17, 1977.

\_\_\_\_\_ et al. **Recuperação de pastagem de *Brachiaria ruzizienses* através do uso de grade aradoura, nitrogênio e introdução de leguminosas**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1989. 4p. (EMBRAPA-CPAC. Pesquisa em Andamento, 27).

VITTI, G.C.; NOVAES, N.J. Adubação com enxofre. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1., 1985, Nova Odessa. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1986. p.191-232.

VOLPE, E.; CARDOSO, S.; ZAGO, V.C.P. Recuperação de pastagem com calagem, adubação e estabelecimento de leguminosas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.3, p.171-174, 2008. Suplemento especial.

WERNER, J.C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1984. 49p. (Instituto de Zootecnia. Boletim Técnico, 18).

\_\_\_\_\_. Adubação de pastagens de *Brachiaria* sp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.209-222.

\_\_\_\_\_; MONTEIRO, F.A. Respostas das pastagens à aplicação de enxofre. In: SIMPÓSIO SOBRE ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 17., 1986, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO: IAPAR, 1988. p.87-102.

ZIMMER, A.H.; EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M. Manejo de plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9., 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1988. p.141-184.

\_\_\_\_\_ et al. Estabelecimento e recuperação de pastagens de braquiária. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.153-208.



**EPAMIG**

**AGRICULTURA,  
PECUÁRIA E  
ABASTECIMENTO**



**GOVERNO  
DE MINAS**