

**Boletim de Pesquisa**

Número 1

ISSN 0102-2486  
MARÇO, 1985

RESPOSTAS DE FORRAGEIRAS A CALCÁRIO  
E ADUBAÇÃO EM PODZÓIS HIDROMÓRFICOS NAS  
SUB-REGIÕES DA NHECOLÂNDIA E DOS PAIAGUÁS  
PANTANAL MATO-GROSSENSE



**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA**  
Vinculada ao Ministério da Agricultura  
Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal – CPAP  
CORUMBÁ, MS.

ISSN 0102-2466  
MARCO, 1985

## **BOLETIM DE PESQUISA Nº 1**

**RESPOSTAS DE FORRAGEIRAS A CALCÁRIO  
E ADUBAÇÃO EM PODZÓIS HIDROMÓRFICOS NAS  
SUB – REGIÕES DA NHECOLÂNDIA E DOS PAIAGUÁS  
PANTANAL MATO – GROSSENSE**

Noel Gomes da Cunha

José Flávio Dynia



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA  
Vinculada ao Ministério da Agricultura  
Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal – CPAP  
CORUMBÁ, MS

Exemplares desta publicação podem ser solicitadas ao  
Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal - CPAP:  
Rua 21 de Setembro, 1880  
Caixa Postal 109  
Fones: (067)231.1430, 231.1735 e 231.1775  
Telex: 0673198  
79300 - Corumbá-MS.

Tiragem: 1. 500 exemplares

Comitê de Publicações  
João Batista Catto - Presidente  
Arnildo pott  
Edison Beno pott  
Eduardo Alfonso Cadavid García  
Neide Albergane

Datilografia: Terezinha de Arruda e Souza  
Desenho: Waldemir da Costa Diniz

Cunha, Noel Games da

Respostas de forrageiras a calcário e adubação em  
Podzóis Hidromórficos nas sub-regiões da Nhecolândia  
e dos Paiaguás, Pantanal Mato-grossense, por Noel  
Gomes da Cunha e Jcsé Flávio Dynia. Corumbá, EMBRAPA-  
CPAP, 1985

95p. (EMBRAPA, CPAP, Boletim de Pesquisa, 1).

1. Solos. Fertilização - Brasil - Pantanal Mato-  
-grossense - Nhecolândia e paiaguás. 2. Solos – For-  
rageiras - Brasil - Pantanal Mato-Grossense. Nheco-  
lândia e Paiaguás. I. Dynia, J .F., colab. II. Empre-  
sa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria. Centro de  
Pesquisa Agropecuária do Pantanal, Corumbá-MS. III.  
Titulo. IV. Série.

CDD 631.41

<sup>c</sup> EMBRAPA, 1985

## SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO .....	7
ABSTRACT .....	9
INTRODUÇÃO.....	11
MATERIAL E MÉTODOS.....	19
Experimento 1. Respostas de forragei- ras a calcário em Podzol Hidromórfico de "cordilheira", caronal e campo cer- rado.....	19
Experimento 2. Respostas de forragei- ras a nutrientes em Podzol Hidromór- fico de cordilheira com três anos de cultivo.....	23
Experimento 3. Respostas de forragei- ras a calcário, potássio e fósforo em Podzol Hidromórfico de caronal .....	24
Experimento 4. Resposta de <i>Brachiaria</i> <i>decumbens</i> a enxofre com nitrogênio em Podzol Hidromórfico de caronal .....	26
Experimento 5. Resposta de <i>Brachiaria</i> <i>decumbens</i> a enxofre em Podzol Hidro- mórfico de caronal.....	27
Experimento 6. Resposta de <i>Brachiaria</i> <i>decumbens</i> a microelementos em Podzol Hidromórfico de caronal .....	29

## SUMÁRIO

	Pág.
Experimento 7. Resposta de <i>Brachiaria decumbens</i> e pasto nativo a biofertilizante em Podzol Hidromórfico de carnal .....	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
Experimento 1.....	32
Experimento 2.....	52
Experimento 3.....	57
Experimento 4.....	68
Experimento 5.....	73
Experimento 6.....	79
Experimento 7.....	83
CONCLUSÕES.....	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92

"RESPOSTAS DE FORRAGEIRAS A CALCÁRIO E ADUBAÇÃO EM PODZÓIS HIDROMÓRFICOS NAS SUB-REGIÕES DA NHECOLÂNDIA E DOS PAIAGUÂS, PANTANAL MATO-GROSSENSE" .

Noel Gomes da Cunha<sup>1</sup>  
José Flávio Dynia<sup>2</sup>

RESUMO - No Pantanal Mato-grossense, os solos arenosos (Podzóis Hidromórficos) que compõem as sub-regiões da Nhecolândia e dos Paiaguas são de baixa fertilidade. Nos níveis geomórficos pouco susceptíveis ao alagamento, foram feitos experimentos com o objetivo de testar efeitos da aplicação de nutrientes, calcário e biofertilizante em forrageiras. Em área de "cordilheira" (cordão arenoso) de baixa fertilidade, *Brachiaria decumbens* respondeu à aplicação de nutrientes. Após três anos de cultivo respondeu a nitrogênio, enxofre e potássio. Em área de

---

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> - EMBRAPA, CPAP, Caixa Postal 109.

Rua 21<sup>a</sup> de Setembro, 1880-(79300) Corumbá-MS.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> M.Sc. - EMBRAPA, CNPFT, Caixa Postal 403.

9<sup>o</sup> Distrito Monte Bonito - km 16-BR 392. (96100) Pelotas-RS.

campo cerrado, *B. decumbens* e *B. humidicola* responderam à aplicação de calcário e de nutrientes. Em área de caronal, *Vigna unguiculata*, *B. decumbens* e *B. brizantha* responderam a calcário, e *Stylosanthes guianensis* e *Setaria sphacelata*, a calcário com nutrientes. *V. unguiculata* respondeu a calcário, fósforo e potássio, e *B. ruziziensis*, a calcário e potássio, sem diferenças entre doses. *B. decumbens* teve aumento de produção com enxofre (30%), com enxofre e nitrogênio (45%), com enxofre e calcário (40%), e com adubação mineral com S(100%). Esta forrageira não respondeu a micro-elementos, mas respondeu a biofertilizante, a partir de 48 t/ha. Os pastos nativos não responderam a biofertilizante nem à adubação mineral.

Termos para indexação: nutrientes, solos arenosos, biofertilizante, pasto nativo, caronal, cordilheira.

"RESPONSE OF FORRAGE PLANTS TO LIME AND FERTILIZERS ON HYDROMORPHIC PODZOLS IN THE NHECOLÂNDIA AND PAIAGUÁS SUBREGIONS OF THE PANTANAL, BRAZIL".

ABSTRACT - In the Pantanal, the sandy soils (hydromorphic podzols) which cover the subregion of Nhecolândia and Paiaguás are of low fertility. Experiments were conducted on the less flood prone geomorphic levels with the aim of testing effects of application of nutrients, lime and biofertilizer on forage plants. On "cordilheira" (sandy ridge) of low fertility, *Brachiaria decumbens* responded to the addition of nutrients. Three years post establishment it responded to nitrogen, sulphur and potassium. On "campo cerrado" (grassland with scattered trees), *B. decumbens* and *B. humidicola* responded to liming and fertilizing. On caronal (*Elyonurus* grassland) soil, *Vigna unguiculata* responded to lime, phosphorous and potassium, and *B. ruziziensis* to lime and potassium, without differences among doses. *B. decumbens* had production increase with sulphur (30%), with sulphur plus nitrogen (45%), with sulphur plus lime (40%), and with mineral fertilizer plus sulphur (100%).



This grass did not respond to micronutrients, but it did to biofertilizer beyond 48 t/ha. The native grasses did not respond to biofertilizer nor to mineral fertilizers.

Index terms: nutrients, sand soil, biofertilizer, native pasture, "caronal"

## INTRODUÇÃO

Os solos arenosos (Podzóis Hidromórficos - *Spodic Psammaquent* e Entic *Sideraquod*) do leque aluvial do Rio Taquari - sub-regiões da Nhecolândia e dos Paiaguás, Pantanal Mato-grossense - são na maior parte de baixa fertilidade. Situam-se em extensa planície sedimentar com distintas unidades de paisagem e são submetidos a um regime hídrico que varia desde o alagamento nas partes baixas entre novembro a março, à deficiência de água nos níveis mais altos da paisagem, entre abril e agosto (Figs. 1 e 2). As áreas mais altas do relevo (antigos diques marginais), com vegetação de cerrado, não inundáveis, são denominadas "cordilheiras". As elevações menos diferenciadas no relevo, que possuem vegetação de gramíneas, com predominância acentuada de capim-carona (*Elionurus muticus*), são denominadas de caronal. Campos cerrados são denominadas as áreas planas, mal drenadas, submetidas a alagamento intermitente no período das chuvas e com vegetação composta por gramíneas e por árvores esparsas, estas localizadas em murundus (montículos de 5 a 30m<sup>2</sup>, não inundáveis).

O uso do solo é restrito a pastagens nativas. O estabeleci-

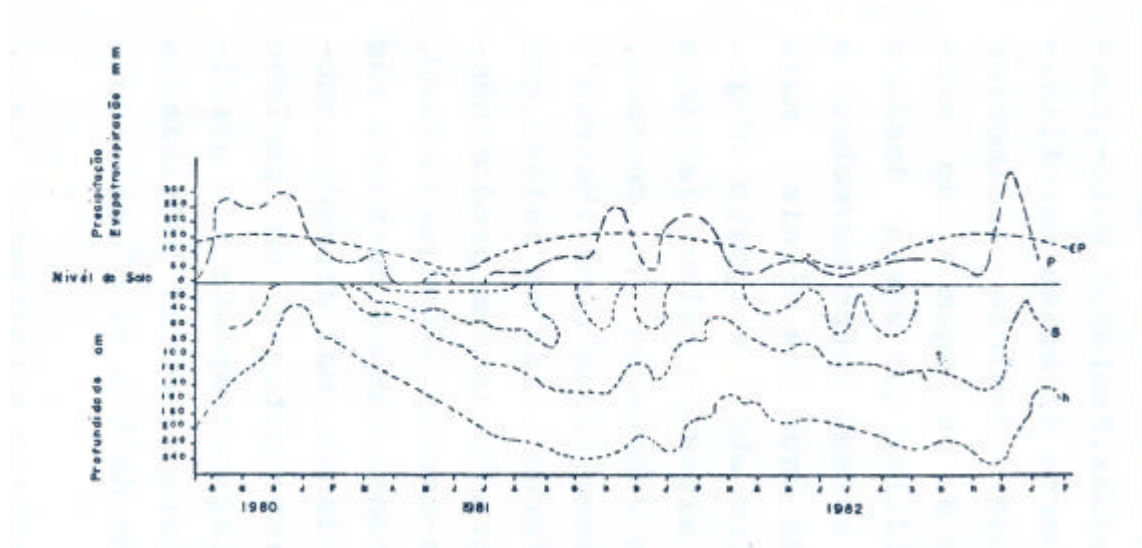


FIGURA 1 Precipitação (P), evapotranspiração potencial (Thorntwaite – EP), altitude do lençol freático (h) umidade de saturação estimada (8% - peso), capacidade de campo estimado (4% - peso) e ponto de murcha estimado em “cordilheira” na Fazenda Ipanema, sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-grossense.

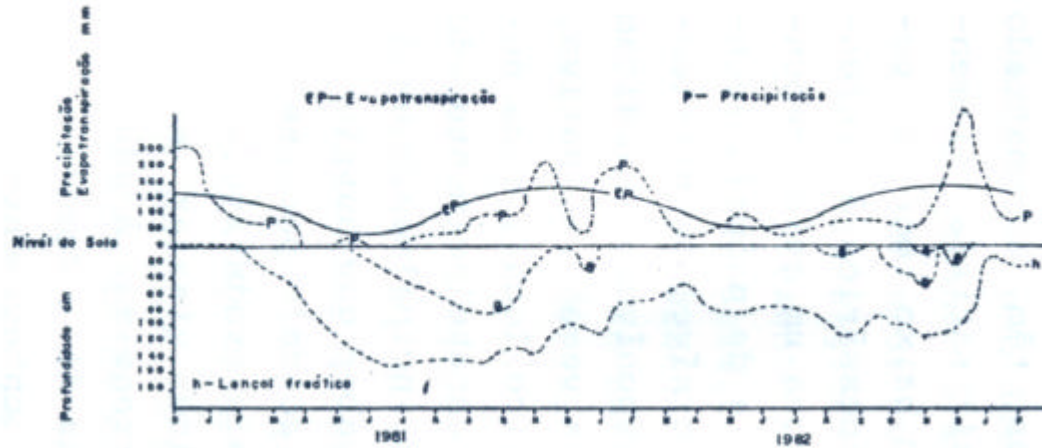


FIGURA 2 Precipitação (P), evapotranspiração potencial (Thorntwaite – EP), altitude do lençol freático (h) umidade de saturação estimada (8% - peso), capacidade de campo estimada (4% - peso) e ponto de murcha estimado em “caronal” na Fazenda Ipanema, sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-grossense.

mento de pastagens, cultivadas com forrageiras exóticas de maior produtividade, é limitado pela disponibilidade de nutrientes e pela extrema variação de umidade do solo durante o ano. Entretanto, nos níveis geomórficos, em que o hidromorfismo é menos acentuado (cordilheira e caronal), algumas espécies de forrageiras exóticas têm demonstrado que têm condições de produzir satisfatoriamente " (Comastri Filho 1984). O baixo teor de colóides minerais no solo, necessários à retenção dos nutrientes, condiciona um meio dependente de colóides orgânicos e da própria vegetação, para manter estável o nível de nutrientes. Todos os parâmetros disponíveis indicam que há um equilíbrio entre a vegetação nativa, condicionada ao regime hídrico local, e os nutrientes do solo. Para o estabelecimento de forrageiras introduzidas, principalmente em área de caronal, é preciso saber que nutrientes seria necessário adicionar ao solo para se atingir outro equilíbrio, mais produtivo.

Os trabalhos aqui descritos visaram caracterizar as respostas de forrageiras à adubação mineral e orgânica nas áreas de cordilheira, caronal e campo cerrado. O conhecimento de limitações nutricionais do solo nestas áreas

não implica necessariamente na recomendação do uso de fertilizantes. Procurou-se definir parâmetros para atingir a solução técnica do problema referente à baixa fertilidade do solo. Naturalmente, as soluções técnico-econômicas para a melhoria da pecuária local devem ser encontradas em um conjunto de tecnologias em que a adubação do solo pode não estar incluída. Em resumo, procuram-se bases que possibilitem determinar se as carências da produção pecuária, que se iniciam no solo, devem ou não ser sanadas em um determinado momento econômico.

Em testes de casa-de-vegetação, verificou-se que o enxofre foi o principal elemento deficiente para *Centrosema pubescens* em solo de cordilheira (Cunha et al 1981). Testes posteriores, com *B. humidicola* mostraram que nitrogênio e enxofre limitaram a produção. Em solos de campo limpo e campo cerrado, deficiências de fósforo, nitrogênio, enxofre e potássio foram freqüentes e deficiências de cálcio e magnésio ocorreram em menor proporção.(Dyner & Cunha 1984)

Em testes de introdução de forrageiras, observou-se que adubação básica com calcário, fósforo, enxofre e potássio pro-

porcionou maior crescimento de muitas espécies, principalmente, em áreas de caronal e em cordilheira de baixa fertilidade. Calcário, na época de maior hidromorfismo, foi provavelmente o responsável pelo maior crescimento de algumas espécies(Cunha et al. 1981).

Nos solos de cordilheira de baixa fertilidade, de caronal e de campo cerrado (neste último, níveis de cálcio e magnésio podem chegar a 2 e 4 ppm, respectivamente) a pesquisa objetivou definir se o uso de calcário seria necessário e suficiente ao estabelecimento; se traria maior produção de matéria seca (MS) para as, atualmente,. mais promissoras forrageiras exóticas. A calagem foi estudada apenas em função do efeito imediato à forrageira.

A queda de produção de pastagens cultivadas tornou necessário que em casa-de-vegetação fosse testada a reposição de nutrientes para a recuperação da fertilidade de solos de cordilheira, após três anos de cultivo com *B. deaumbens*, submetida a cortes sucessivos.

A adição de calcário, fósforo e potássio em áreas com caronal em *B. humidicola*, *B. ruzizensis*, *Vigna unguiculata* e *Calopogonium mucunoides*, espécies que inicialmente suporta-

ram o alagamento, objetivou determinar a ordem dos benefícios imediatos, isolados e interativos, destes insumos sobre a produção.

A queda de produção de forrageiras, acompanhada de amarelecimento das folhas, após o período das chuvas, e a resposta a enxofre e nitrogênio observada em casa-de-vegetação (Dynea & Cunha 1984), levaram à execução de um teste de resposta à adição destes dois nutrientes em área de caronal, em relação aos demais nutrientes e ao calcário. A mobilidade e transitoriedade dos sulfatos, nos solos arenosos, tornaram necessária a pesquisa de doses de enxofre em aplicações anuais isoladas, com calcário e com nutrientes.

Embora nestes solos, em experimento de casa-de-vegetação, a adição de micronutrientes (Cu, Zn, Bo e Mo) não tenha contribuído para aumentar a produção de *B. humidicola* (Dynea & Cunha 1984) e em solos de cordilheira, caronal e vazante o uso de micronutrientes (B, Cu, Mo e Zn) tenha causado possível toxidez (Cunha et al. 1981), a pesquisa de campo objetivou obter dados que definissem a conveniência ou não destes tratamentos em área de caronal.



Em área de caronal, a produção de forrageiras exóticas está condicionada à adição de macronutrientes (Dyner & Cunha 1984). O uso de biofertilizante, produto residual de biodigestores, parece ser uma alternativa pouco onerosa para a formação de pequenas áreas de pastagens cultivadas. Nessa perspectiva, comparou-se a eficiência deste produto em relação à adubação mineral de forrageiras exóticas e nativas.

## MATERIAL E MÉTODOS

EXPERIMENTO 1. Respostas de forrageiras a calcário em Podzol Hidromórfico de cordilheira, caronal e campo cerrado.

Nas sub-regiões da Nhecolândia e dos Paiaguás, conforme a intensidade e distribuição das chuvas, há variação estacional da umidade nos três níveis geomórficos. Observações feitas nas áreas experimentais mostraram que na cordilheira a umidade variou desde a saturação próxima à superfície - lençol freático a 56 cm em 30/3/82 - até secagem do solo- lençol freático a 1,65 m em 15/11/82. No campo cerrado com capim-furabuco (*Paspalum spp.*), a umidade do solo variou desde capacidade de campo, no período seco (julho a outubro) até alagamento intermitente no período das chuvas (dezembro a março). Na área com caronal, no período seco, o nível freático baixou até 1,4 m (Fig. 1) e o solo manteve-se saturado (> 8% de umidade).

Três experimentos com calcário foram realizados em Podzóis Hidromórficos situados nestas três unidades de paisagem. As características gerais das áreas experimentais são:

LOCAL	GEOMORFOLOGIA	VEGETAÇÃO	SOLO					
			(ppm)					
			pH	Al	Ca	Mg	K	P
Paiaguás	Cordilheira	Cerrado	5,8	43	13	8	16	26
Paiaguás (Centro-Leste)	Borda de cordilheira	Campo cerrado	5,6	31	2	4	10	1
Nhecolândia	Cordilheira baixa	Caronal	5,8	5	28	29	24	1

As doses de calcário na cordilheira e no campo cerrado foram de 1, 2, 3 e 4 t/ha. A adubação mineral constou de 20 kg/ha de P - superfosfato simples; 30 kg/ha de K - cloreto de potássio; 0,5 kg/ha de Cu - sulfato de cobre; 0,25 kg/ha de Zn - sulfato de zinco, e 0,1 kg/ ha de Mo - molibdato de sódio. Esta adubação foi aplicada juntamente com o calcário pouco antes da semeadura, efetuada em 14/11/81.

Os calcários usados tinham as seguintes características:

- a) Cordilheira e caronal - 54% de  $\text{CaCO}_3$ , 34% de  $\text{MgCO}_3$ , 12% de resíduo e 56% PRNT;
- b) Campo cerrado - 50% de  $\text{CaCO}_3$ , 33% de  $\text{MgCO}_3$ , 17% de resíduo e 60% de PRNT.

As espécies testadas foram *B. decumbens* e *Canavalia brasiliensis* na cordilheira, e *B. decumbens*, *B. humidicola* e *C. brasiliensis* no campo cerrado. O esquema experimental foi de blocos ao acaso, com oito repetições. As parcelas mediram 3 x 4 m. A avaliação foi feita em cortes (a 5 cm da superfície do solo) sucessivos durante um ano, sem reposição da massa verde cortada na parcela.

No preparo do solo, a vegetação de cerrado da cordilheira foi cortada e queimada no local sendo removidos os

troncos não queimados. As cinzas se distribuíram irregularmente na superfície, tanto em espessura como em extensão. A área de campo cerrado com capim-fura-bucho (*Paspalum* spp.) foi preparada com enxada rotativa e a vegetação foi parcialmente incorporada ao solo, tendo-se excluído murundús do experimento.

Na área de caronal, as doses de calcário foram 1, 2, 3, 4 e 5 t/ha e 1, 2 e 3 t/ha com adubação mineral. A adubação mineral foi a mesma da cordilheira, entretanto em agosto de 1982 (após o 2º corte das forrageiras) foi adicionado sulfato de amônia na dose de 20 kg/ha de nitrogênio. As espécies testadas foram *B. decumbens*, *B. humidicola*, *B. brizantha* cv. Marandu, *Stylosanthes guyanensis*, *Setaria sphacelata* cv. Kazungula, *Andropogon gayanus*, *Vigna unguiculata* e *C. brasiliensis*. O preparo do solo foi feito com gradagem, sendo incorporada a vegetação nativa. O calcário foi aplicado em maio de 1981 e a adubação mineral e a semeadura foram efetuadas em 11/11/81. O esquema experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, usando-se parcelas de 3 x 4 m.

EXPERIMENTO 2. Resposta de *Brachiaria decumbens* a nutrientes em Podzol Hidromórfico de cordilheira com três anos de cultivo.

O solo de cordilheira foi coletado em área cultivada com *B. decumbens*, em parcelas com crescimento das plantas muito reduzido. Nestas parcelas os teores médios de nutrientes disponíveis no solo foram: K= 20 ppm; P= 36 ppm; Ca= 21 ppm; Mg= 13 ppm; Fe= 113 ppm; Mn=78 ppm; Zn= 1 ppm; Cu= 1 ppm; Mo= 0,2 ppm. A média de Al trocável foi 6 ppm e o pH médio, 5,7.

O solo foi colocado em vaso com capacidade de 2 kg, aplicando-se tratamentos com 60 ppm de nitrogênio (Cl NH<sub>4</sub> + HNO<sub>3</sub>) 40 ppm de potássio (KCl), 20 ppm de enxofre (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)' 1 ppm de cobre (CuSO<sub>4</sub>)' 1 ppm de zinco (ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O), 0,125 ppm de boro (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>.10H<sub>2</sub>O) e 0,05 ppm de molibdênio (Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O), pelo método de diagnose por subtração. Complementarmente, fez-se um teste de adição de elementos, isolados e em combinações, para possibilitar a identificação destes, em caso de toxidez, simples ou múltipla.

EXPERIMENTO 3. Respostas de forrageiras a calcário, potássio e fósforo em Podzol Hidromórfico de caronal.

A área do experimento, embora plana, apresenta variação de cotas de 5 a 15 cm em pequena distância e pequenas elevações esparsas "murundús" - que, quando destacadas no terreno (> 20 cm), foram excluídas, porque têm maior fertilidade. A cobertura vegetal de gramíneas foi removida com enxada, por se encontrar o lençol freático na superfície do solo. O regime hídrico anual é variável (Fig. 1). O lençol freático oscilou desde a superfície do solo na implantação do experimento até 1,4 m, no período mais seco (setembro). A umidade nos 20 cm superficiais, medida (em peso) a cada quinze dias, foi sempre maior do que 4% - capacidade de campo, - e menor do que 8% - umidade de saturação estimada - até janeiro de 1982. Desta data até o fim do experimento, a umidade foi maior do que 8%.

O experimento constou de um fatorial  $3^3$  (calcário, K e P) com três repetições, sendo os tratamentos distribuídos em blocos ao acaso, em parcelas de 2 x 3 m.

Duas amostras compostas de solo do local apresentaram

pH= 5,8 e 5,3, alumínio trocável = 5 e 9 ppm, cálcio= 28 e 44 ppm, magnésio= 29 e 32 ppm, potássio= 24 e 42 ppm de fósforo= 1 e 4 ppm, respectivamente.

Com base nos dados de análise do solo e testes em casa-de-vegetação, foram estabelecidas as doses 0, 1 e 2 t/ha de calcário, 0, 20 e 40 kg/ha de fósforo (superfosfato triplo) e 0, 30 e 60 kg/ha de potássio (cloreto de potássio). Todos os tratamentos levaram 20 kg/ha de enxofre em pó, antes do plantio. As espécies cultivadas foram *V. unguiculata*, *B. ruziziensis*, *B. humidicola* e *C. mucunoides*. O plantio de todas as forrageiras realizou-se término do alagamento, em meados 1981. *v. unguiculata* foi cortada em fins de março de 1981; foi replantada em dezembro e novamente cortada em fevereiro de 1982. *B. ruziziensis* permitiu três cortes, em julho, dezembro e março de 1982. *C. mucunoides* custou a se estabelecer e somente foi cortado em janeiro e em maio de 1982. O estabelecimento de *B. humidicola* foi precário inicialmente, e a cobertura das parcelas somente foi atingida mediante o replantio de mudas, até dezembro de 1981; o 1º corte foi feito em março de 1982.



EXPERIMENTO 4. Resposta de *Brachiaria decumbens* a enxofre e nitrogênio em Podzol Hidromórfico de caronal.

O solo (Podzol Hidromórfico) da área apresenta pH= 5,2, matéria orgânica= 0,5%, fósforo= 0,6 ppm, alumínio trocável= 15 ppm, cálcio trocável= 6 ppm, magnésio trocável= 1 ppm, potássio trocável= 10 ppm e sódio trocável= 2 ppm.

A área foi preparada com enxada rotativa no fim do período das chuvas (março), sendo a vegetação incorporada ao solo. O plantio de *B. decumbens* foi feito em 1/4/82, em parcelas de 4 x 2 m, em esquema experimental de blocos ao acaso, com oito repetições.

Os tratamentos foram: 20 (S<sub>1</sub>) e 40 (S<sub>2</sub>) kg/ ha de enxofre, 2 t/ha de calcário com enxofre (S<sub>1</sub> e S<sub>2</sub>), adubação mineral (2 t/ha de calcário, 20 kg/ha de nitrogênio - uréia, 20 kg/ha de fósforo - superfosfato triplo, 30 kg/ha de potássio - cloreto de potássio, 0,5 kg/ha de cobre - sulfato de cobre, 0,5 kg/ha de zinco sulfato de zinco e 0,1 kg/ha de molibdênio molibdato de sódio) e adubação mineral com enxofre (S<sub>1</sub> e S<sub>2</sub>). Depois do 1º corte (10/9/82) foi adicionado nitrogênio (uréia) nas doses de 10 kg/ha no tratamento S<sub>1</sub> e 20 kg/ha no tratamento S<sub>2</sub>.

EXPERIMENTO 5. Resposta de *Brachiaria decumbens* a enxofre em Podzol Hidromórfico de caronal.

O solo (Podzol Hidromórfico) da área experimental apresenta pH= 5,4, matéria orgânica = 0,5%, fósforo= 0,6 ppm, alumínio trocável= 11 ppm, cálcio trocável= 25 ppm, magnésio trocável= 3 ppm, potássio trocável= 12 ppm e sódio trocável= 2 ppm. A área foi preparada com enxada rotativa, sendo o capim-carona incorporado ao solo. Em parcelas de 2 x 4 m foram aplicados inicialmente tratamentos com doses de 20 (83) e 40 (84) kg/ha de enxofre (p5). A dose equivalente a 20 (83) kg/ha foi aplicada também com calcário (2 t/ha) e com adubação mineral (2 t/ha de calcário; 20 kg/ha de nitrogênio - uréia; 20 kg/ha de fósforo - superfosfato simples; 30 kg/ha de potássio - cloreto de potássio; 0,5 kg/ha de cobre - sulfato de cobre; 0,5 kg/ha de zinco - sulfato de zinco; e 0,1 kg/ha de molibdênio - molibdato de sódio). Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, com oito repetições, em 16/3/ 82, e a semeadura de *B. decumbens* foi feita logo após. O nitrogênio

foi aplicado após o 1º corte.

No ano seguinte (28/4/83) executaram-se tratamentos equivalentes a  $S_1$  e  $S_2$  nas parcelas que não tinham recebido esta adubação. As mesmas doses foram aplicadas novamente nas parcelas já adubadas com S no início do experimento. Nos tratamentos com calcário, calcário + enxofre ( $S_3$ ) adubação mineral e adubação mineral + enxofre ( $S_3$ ) foram adicionadas doses de enxofre equivalentes a 20 kg/ha. O esquema de tratamento foi:

	Enxofre (kg/ha)	
	Inicial (15/3/82)	Após 1º ano (15/4/83)
Testemunha	0	0
$S_1$	0	20
$S_2$	0	40
$S_3$	20	20
$S_4$	40	40
Calcário	0	20
Calcário + $S_3$	20	20
Adubação mineral	0	20
Adubação mineral + $S_3$	20	20

EXPERIMENTO 6. Respostas de *Brachiaria decumbens* a microelementos em Podzol Hidromórfico de caronal.

O solo (Podzol Hidromórfico) apresenta pH= 5,4, matéria orgânica= 0,5%, f5sforo= 0,6 ppm, alumínio trocável= 5 ppm, cálcio trocável= 51 ppm, magnésio trocável= 1 ppm, potássio trocável= 10 ppm e sódio trocável= 2 ppm.

A área com caronal foi preparada com enxada rotativa, sendo a massa verde incorporada ao solo. utilizou-se delineamento de blocos ao acaso, com seis repetições, e parcelas de 2x4m.

A planta-teste foi *B. decumbens*, semeada no final do período das chuvas (25/3/82), e os tratamentos, distribuídos na superfície do solo, foram 0,5 kg/ha de zinco ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), 0,5 kg/ha de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ), 0,1 kg/ha de molibdênio ( $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) e 20 kg/ha de enxofre (enxofre elementar), isolados e em combinações de dois elementos.

Os quatro cortes de avaliação foram realizados no início de florescimento. Após realizarem o 1º corte foram adicionados ao solo 20 kg/ha de nitrogênio (uréia), 60 kg/ha de potássio (cloreto de potássio) e 20 kg/ha de fósforo (superfosfato triplo), corno adubação básica.

EXPERIMENTO 7. Respostas de *Brachiaria decumbens* e pasto nativo a biofertilizante em Podzol Hidromórfico de carona!.

O solo (Podzol Hidromórfico) apresenta as mesmas características físicas e químicas do experimento anterior.

Parte da área foi preparada com enxada rotativa, sendo estabelecidas parcelas de 4 x 2m com *B. decumbens*. Em outra parte foram estabelecidas parcelas (4 x 2 m) no campo nativo e removido apenas o capim-carona, Permanecendo nas parcelas o pasto nativo *Axonopus purpusii*, *Mesosetum loliforme* e *Trachypogon sp.*, principalmente. O esquema experimental foi o de blocos casualizados; em três repetições. As doses de biofertilizante corresponderam a 1, 2, 4, 6, 8, 12,16, 24, 32, 48 e 64 t/ha, considerado o peso total do efluente digerido que contém cerca de 50% de água (adicionada ao esterco).

A adubação mineral, para efeito comparativo com o biofertilizante, foi de 2 t/ha de calcário, 20 kg/ha de fósforo e enxofre (superfosfato simples), 30 kg/ha de potássio(cloreto de potássio), 0,5 kg/ha de cobre (sulfato de cobre), 0,5 kg/ha de zinco (sulfato de zinco) e 0,1 kg/há de molibdênio (molibdato

de Sódio).

Os tratamentos foram aplicados na superfície do solo e a incorporação feita com enxada rotativa, sendo *B. decumbens* semeada logo após (18/3/82). No pasto nativo, os tratamentos foram adicionados na superfície do solo após a remoção do capim-carona e o corte de uniformização (25/3/82). No tratamento com adubação mineral, foram adicionados, após o 1º corte, 20 kg/ha de nitrogênio (uréia).

O teor de enxofre na MS do biofertilizante foi de 0,32%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### EXPERIMENTO 1

Calcário é comumente aplicado como corretivo em solos ácidos com alumínio trocável alto ou como fertilizante em solos com teores baixos de cálcio e magnésio. Killinger (1957), analisando o uso de calcário nos solos arenosos da Flórida, afirmou que a calagem dos solos sob pastagens cultivadas ou pastos nativos, particularmente os consorciados com leguminosas, tem sido a chave do sucesso. Norris (1958) afirmou que as leguminosas tropicais são capazes de prosperar e nodular quase normalmente em solos ácidos e que os ligeiros benefícios da calagem eram devidos à liberação temporária de outros nutrientes que não o cálcio.

Nos solos arenosos das sub-regiões da Nhecolândia e dos paiaguás, a cobertura vegetal, no que se refere a número de espécies e densidade, parece estar correlacionada com os teores de cálcio e magnésio. Solos com vegetação de mata densa e acuri (*Attalea phalerata*) possuem teores de cálcio acima de 200 ppm (Brum et al. 1984). Em solos com vegetação de mata rala, arbustos e com algumas espécies que ocorrem no cerrado, o teor de cálcio está abaixo de 50 ppm (Brum et al.

1984). Em áreas pouco alagáveis, com vegetação predominante de gramíneas (caronal), o teor de cálcio é inferior a 40 ppm (Brum et al 1984). Nos solos de campo cerrado da sub-região dos paiaguás, com cobertura quase exclusiva de capim-fura-bucho (*Paspalum spp.*), os níveis de cálcio e magnésio são inferiores a 10 ppm, sendo considerados os solos mais pobres da região. A adição de calcário nos solos com níveis de cálcio e magnésio mais baixos proporcionou respostas muito variadas das diversas forrageiras testadas.

### Cordilheira

Na cordilheira, *C. brasiliensis* e *B. decumbens* apresentaram comportamento semelhante (Tabela 1) quanto à produção de MS em relação aos tratamentos. No primeiro corte, apesar da resposta aos tratamentos não ter sido significativa, houve tendência de aumento da produção nas forrageiras com aumento das doses de calcário. Considerando-se a produção total, houve resposta somente de *B. decumbens* à adubação mineral e calcário + adubação mineral, não se observando diferenças entre doses. O incremento de produção, devido à adubação mineral, foi de 20% e de calcário + aduba-



TABELA 1 Produção de matéria seca (t/ha) de forrageira em Podzol hidromórfico de cordilheira com tratamentos com calcário, em ausência e presença de adubação mineral – sub-região dos Paiaguás.

	CORTE	CALCÁRIO (t/ha)					CALCÁRIO (t/ha) + ADUBAÇÃO MINERAL*				
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
<i>Canavalia brasiliensis</i>	26/03/82	2,5a**	2,7a	2,6a	2,8a	3,1a	2,5a	3,4a	2,6a	3,1a	2,5a
	31/07/82	1,2a	2,4a	1,7a	2,1a	2,2a	2,3a	2,4a	2,4a	2,3a	2,4a
	13/01/83	1,6a	1,5a	1,4a	2,0a	2,2a	2,4a	2,2a	2,7a	2,6a	2,2a
	TOTAL	6,3a	6,6a	5,7a	6,9a	7,5a	7,2a	8,0a	7,7a	8,0a	7,1a
<i>Brachiaria decumbens</i>	23/03/82	3,7a	4,2a	4,5a	4,4a	4,8a	4,6a	5,0a	6,0a	5,5a	4,9 <sup>a</sup>
	06/06/82	3,1a	3,2a	2,9a	2,9a	3,2a	3,6a	3,9a	3,4a	3,8a	3,4a
	14/09/82	2,7a	2,9a	2,4a	2,3a	2,3a	3,0a	3,0a	2,7a	2,6a	2,5a
	04/12/82	2,3a	2,9a	2,7a	2,4a	4,9a	3,0a	3,3a	3,2a	3,1a	3,0a
TOTAL	11,8c	13,2ab	12,5ab	12,0bc	13,2ab	14,1ab	15,2a	15,3a	15,0ab	13,8ab	

\* A adubação mineral (P, K, S, Ca, Cu, Zn, e Mo) é igual nos cinco níveis de calcário.

\*\* Nas linhas, médias seguidas da mesma letra são estatisticamente iguais ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

ção mineral, de 30%. *C. brasiliensis* não apresentou respostas significativas à aplicação calcário, adubação mineral e calcário + adubação mineral.

A resposta à calagem é concebida para um intervalo de tempo mais longo, entretanto, o esgotamento de nutrientes - nitrogênio, enxofre e potássio - com a remoção da forragem a cada corte e o restabelecimento precário da *C. brasiliensis* após os cortes acentuou a alta variabilidade da produção das parcelas, prejudicando a comparação entre os tratamentos. Isso faz pensar que os benefícios reais da calagem, se existirem, devem ser quantificados sob outra metodologia. Nestes solos tudo se comporta como se a quantidade de nutrientes estivesse relacionada à cobertura vegetal anterior. Árvores e arbustos de cerrado em densidade variável mantêm um equilíbrio próprio, pouco homogêneo, na reciclagem dos nutrientes. Os aspectos fisiológicos das espécies vegetais nativas, além da fauna que abrigam, parecem condicionar uma variabilidade muito grande nos teores dos nutrientes no solo. A queima da vegetação derrubada causa uma adição heterogênea de cinzas ao solo, portanto, as respostas obtidas

em pequenas parcelas são condicionadas pela distribuição e composição irregular da cobertura vegetal anterior. Não havia informação prévia sobre a fertilidade para contornar esses problemas. Caberia o uso na região, como unidade experimental, cada cordilheira ou seus amplos segmentos para diminuir a variabilidade dos dados experimentais.

A resposta somente da gramínea à adubação mineral e ao calcário + adubação mineral, principalmente nos períodos úmidos, parece estar relacionada à liberação de N e S pelos microrganismos do solo ativados pela adição do cálcio. Este aspecto sugere que o mesmo efeito possa ser obtido com doses menores que 1 t/ha de calcário.

### Campo cerrado

No campo cerrado, o estabelecimento de *B. decumbens* e *B. humidícola* foi precário. *C. brasiliensis* não apresentou condições para avaliação, pois, geralmente cresceram poucas plantas, mesmo nos tratamentos com nutrientes e altas doses de calcário. A resposta ao calcário foi crescente para as braquiárias, apesar da produção anual de MS ter sido bai-

xíssima (Tabela 2).

*B. decumbens*, com os tratamentos propostos, não atingiu a produção esperada. O alagamento no verão, logo após o plantio, com possível remoção, pela água, de parte dos nutrientes adicionados, foi a causa provável da baixa produção. O relatório do CIAT (1982) cita como níveis mínimos necessários para o estabelecimento de ecotipos de *B. decumbens*, selecionados para solos pobres de savanas bem drenadas, teores de 50 ppm de cálcio, 6 ppm de magnésio, 10 ppm de fósforo, 10 ppm de potássio. Estes valores estão acima dos encontrados nos solos de campo cerrado e, evidentemente, a exigência da planta não foi satisfeita.

Houve resposta a calcário em todos os cortes e na produção total, mas não houve diferenças entre níveis, com exceção do 1º corte (Tabela 2). A adição de adubação mineral e calcário + adubação mineral, tanto nos cortes isolados como na produção total, causou respostas significativas ( $p < 0,05$ ) nas médias de produção de MS. Na presença de nutrientes observaram-se diferenças entre as doses de calcário aplicadas. Além disso, constatou-se que a aplicação isolada de

calcário, embora tenha favorecido o estabelecimento da *B. decumbens*, não foi suficiente para manter produção adequada desta forrageira. Observou-se que a produção nas parcelas esteve mais relacionada com a densidade populacional do que com o crescimento efetivo das plantas. Sintomas múltiplos de deficiências de nutrientes, observados nos experimentos, levam à suposição de que a produção foi afetada tanto pelo desequilíbrio nutricional como pela deficiência geral de nutrientes, nestes solos arenosos. As prováveis perdas dos nutrientes pelo movimento da água freática ou mesmo sua diluição nos horizontes subjacentes, além da insuficiência de nitrogênio e outros nutrientes, tornam este solo inapto a esta forrageira.

*B. humidicola* apresentou estabelecimento lento. Independentemente dos tratamentos, ocorreram sintomas múltiplos de desequilíbrio nutricional. A densidade populacional aumentou com as doses de calcário e na presença de adubação mineral, em relação à testemunha. Houve resposta ao calcário a cada corte e, portanto, na produção total (Tabela 2). Sem nutrientes, o calcário contribuiu para o aumento da produ-

TABELA 2 Produção de matéria seca (t/ha) de forrageira em Podzol hidromórfico de campo cerrado com tratamentos com calcário, em ausência e presença de adubação mineral – sub-região dos Paiaguás.

	CORTE	CALCÁRIO (t/ha)					CALCÁRIO (t/ha) + ADUBAÇÃO MINERAL*				
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
<i>brachiaria humidicola</i>	27/03/82	0,2e*	0,2e	0,3de	0,2de	0,3de	0,2e	0,5cd	0,6bc	0,8ab	1,0a
	13/09/82	0,0c	0,4b	0,7ab	0,7ab	0,7ab	0,4b	0,7ab	0,7ab	1,0a	1,0a
	14/01/83	0,3b	1,3a	1,6a	1,8a	1,7a	1,4a	1,5a	1,5a	1,6a	1,8a
	TOTAL	0,3d	1,9c	2,6bc	2,7abc	2,7abc	2,0c	2,7abc	2,8abc	3,4ab	3,8a
	06/06/82	0,1e	0,3de	0,3de	0,4de	0,5abc	0,3de	0,7cd	0,6bc	1,4ab	1,7a
<i>brachiaria decumbens</i>	13/09/82	0,0d	0,6c	0,5cd	0,9bc	1,0abc	0,7c	0,9bc	1,0abc	1,3ab	1,5a
	05/12/82	0,2d	0,8c	0,8c	1,0bc	1,2bc	0,8c	1,1bc	1,3ab	1,4ab	1,6a
	28/03/83	0,3e	1,1cd	1,1cd	1,4bc	1,3bcd	1,0de	1,3bcd	1,7ab	1,8ab	2,1a
	TOTAL	0,6e	2,8d	2,7d	3,7cd	4,0cd	2,8d	4,0cd	4,6bc	5,2ab	6,9a

\* A adubação mineral (P, K, S, Ca, Cu, Zn, e Mo) é igual nos cinco níveis de calcário.

\*\* Nas linhas, médias seguidas da mesma letra são estatisticamente iguais ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

ção de MS sem haver diferenças entre as doses; entretanto, houve tendência de aumento de produção de MS até 3 t/ha de calcário. Houve resposta aos nutrientes e ao tratamento calcário + adubação mineral, não havendo diferenças entre as doses de calcário usadas; há, entretanto, tendência de aumento de produção de MS até a dose de 4 t/ha de calcário.

Dynia & Cunha (1984), procurando definir níveis limitantes de cálcio nos solos arenosos, da região para *B. humidicola*, obtiveram valores muito variáveis (17 ppm) , mas acima do teor existente na área experimental. CIAT (1982) cita como níveis mínimos no solo, para o estabelecimento de ecotipos de *B. humidicola* em savanas bem drenadas, teores de 25 ppm de cálcio, 5 ppm de fósforo, 5 ppm de potássio e 3 ppm de magnésio. Os resultados com *B. humidicola*, forrageira muito rústica, indicam que, para o estabelecimento de uma gramínea exótica que produza massa equivalente aos *Paspalum spp.* nativos, pouco palatáveis, pelo menos cálcio deve ser adicionado ao solo. Sugerem, também, que há necessidade de ser definida uma proporção equilibrada de nutrientes para o crescimento das plantas forrageiras e, a partir daí, ser definido

o real benefício da calagem.

Admite-se que a resposta ao calcário, em solos com teores de cálcio e magnésio muito baixos, seja proveniente do suprimento destes nutrientes à forrageira e aos microrganismos do solo, os quais, aumentando a população, oxidariam mais restos orgânicos e liberariam nutrientes neles contidos. Outro efeito da calagem seria o aumento do pH do solo, sendo que níveis próximos de 7,0 condicionariam maior disponibilidade de nutrientes, além de reduzirem o teor de  $H^+$ ,  $Al^{+++}$  e  $Fe^{++}$  solúveis (Tisdale & Nelson 1975).

O uso de calcário neste solo alagável, se traz um efeito positivo no estabelecimento das forrageiras, deixa interrogações com respeito a doses, pois, não havendo espécies de leguminosas nativas neste nível geomórfico e o pH estando em torno de 5,0, pode-se supor que a fixação de nitrogênio esteja relacionada a bactérias do gênero *Clostridium* e *Beijerinckia*. Neste caso, a longo prazo, doses baixas de calcário, que simplesmente suprissem as farrageiras de cálcio e magnésio, seriam mais convenientes. Entretanto, resta a possibilidade do nitrogênio ser fixado na cordilheira, onde há le-



guminosas lenhosas e o nível de nutrientes é maior, e ser transportado para o campo cerrado pela água freática. Neste caso, altas doses de calcário poderiam ser benéficas para a forrageira, como sugerem as respostas que se obtém adicionando outros nutrientes além do calcário.

### Caronal

Em área de caronal, *V. unguiculata*, *C. brasiliensis*, *S. guianensis*, *B. decumbens*, *B. brizantha*, *B. humidicola*, *A. gayanus* e *S. sphacelata* cv. Kazungula, apresentaram razoável capacidade de adaptação às condições de alta variação de umidade do solo.

*V. unguiculata*, forrageira de crescimento inicial rápido, cobriu totalmente as parcelas e apresentou alta produção (Tabela 3). No único corte efetuado, a resposta a calcário foi crescente até a dose de 3 t/ha. Houve, entretanto, resposta significativa somente para tratamentos com calcário e calcário com adubação mineral (Tabela 3).

*C. brasiliensis* apresentou bom desenvolvimento vegetativo e, dentre as leguminosas testadas, foi a que, inicialmente, a-

TABELA 3 Produção de matéria seca (t/ha) de forrageira com tratamentos com calcário, em ausência e presença de adubação mineral – em Podzol Hidromórfico de caronal - sub-região da Nhecolândia.

	CORTE	CALCÁRIO (t/ha)						CALCÁRIO (t/ha) + ADUBAÇÃO MINERAL*			
		0	1	2	3	4	5	0	1	2	3
<i>Vigna Unguiculata</i>	12/02/82	1,7b**	3,0ab	3,2ab	4,4a	3,8ab	3,2ab	3,0ab	4,9a	4,0ab	4,3a
<i>Canavalia</i>	02/03/82	2,9a	3,9a	4,4a	4,9a	5,2a	4,4a	3,1a	5,0a	4,2a	4,1a
<i>Brasiliensis</i>	01/06/82	2,4a	2,7a	3,6a	3,3a	3,2a	2,2a	3,9a	2,3a	2,2a	2,5a
	16/12/82	1,0a	1,3a	1,7a	1,3a	1,3a	1,0a	3,2a	1,8a	1,1a	1,6a
<i>Stylosanthes</i>	28/04/82	3,1bc	2,8bc	2,2c	2,2c	2,6bc	2,6bc	3,1bc	5,1ab	6,1a	5,1ab
<i>guianensis</i>	27/07/82	1,4d	1,6cd	1,3d	1,4d	1,4d	1,4d	1,8bcd	3,2a	3,0ab	2,7abc
	16/12/82	1,2d	1,7cd	1,5d	1,8bcd	1,8bcd	1,6cd	2,8abcd	3,4ab	3,2abc	4,2e
<i>Brachiaria</i>	11/03/82	2,2c	2,7bc	4,1ab	4,8a	5,2a	5,1a	2,7bc	4,8a	4,5a	5,3a
<i>Decumbens</i>	31/05/82	2,5b	3,4b	3,3b	3,6b	4,1ab	4,0ab	5,5a	4,3ab	3,7ab	3,8ab
	07/08/82	1,5d	2,0cd	2,2cd	2,3bcd	2,4bcd	2,5bcd	5,1a	3,8ab	3,5bc	3,6bc
	17/12/82	2,1c	2,4c	2,7c	2,8c	3,3c	3,1c	7,7a	5,6b	5,3b	6,1ab

\* A adubação mineral (P, K, S, Ca, Cu, Zn, e Mo) é igual nos quatro níveis de calcário.

\*\* Nas linhas, médias seguidas da mesma letra são estatisticamente iguais ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

presentou maiores valores de produção de MS (Tabela 3). A cada corte, entretanto, 20 a 30% das plantas morreram, pelo traumatismo ou remoção das gemas de crescimento causado pelo corte dos ramos próximos ao caule principal. As diferenças de produção entre os tratamentos não foram significativas, mas houve tendência de resposta crescente até 4 t/ha de calcário. Na presença de adubação mineral, as médias de produção sugerem respostas ao calcário em todas as doses. A equivalência inicial de produção dos tratamentos com e sem adubação mineral indica que os níveis de nutrientes no solo foram suficientes para esta forrageira. Médias de produção de dois cortes posteriores indicam que o tratamento com adubação mineral manteve a produção, enquanto que nos tratamentos só com calcário a produção diminuiu (Tabela 3). No último corte, o uso de calcário apresentou tendência de aumento de produção até 2 t/ha (Tabela 3). Na produção total (Tabela 5), observou-se que esta forrageira tendeu a ter maior produção com o tratamento de 2 t/ha de calcário. Entretanto, a variação de produção das parcelas, devida a fatores inerentes ao solo e à rebrota (irregular) da planta após cada corte, tornou

as diferenças entre os tratamentos semsignificância ao nível de 5% de probabilidade.

*S. guianensis* teve crescimento inicial muito lento e comportamento distinto em relação aos tratamentos (Tabela 3). No primeiro corte, em época de maior umidade do solo, o tratamento com calcário aparentemente reduziu a produção de matéria seca e não houve resposta à adubação mineral. Entretanto, calcário (2 t/ha) + adubação mineral duplicou a produção de MS em relação à testemunha. No terceiro corte – em período de início das chuvas - houve tendência de efeito benéfico do calcário e de adubação mineral. Na produção total não houve efeito significativo do calcário nem de adubação mineral (Tabela 5). Houve diferenças significativas somente no tratamento com calcário + adubação mineral, nos dois primeiros cortes, e o maior aumento de produção (2 t/ha de calcário) atingiu aproximadamente 100% em relação à testemunha, no primeiro corte. Na produção total, a dose de 2 t/ha de calcário + adubação mineral apresentou 116% de aumento de produção, mas não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos com calcário na presença de adubação mineral (Tabela 5). Carvalho et al. (1980), em

casa-de-vegetação, com solo arenoso, encontraram alta resposta desta forrageira a carbonato de cálcio (0,5 t/ha) em presença de fósforo (24 ppm). Kretschmer (1957), também em solo arenoso (Spodoso1), observou maior resposta de produção desta forrageira com 2,2 t/ha de cálcio. Entre todos os aspectos que envolvem o comportamento desta forrageira no solo, evidencia-se aquele de que o meio não dispõe de nutrientes suficientes para atender a capacidade produtiva da mesma.

*B. decumbens* (Tabela 3) apresentou respostas crescentes de produção às doses de calcário até 4 t/ha, em todos os cortes. Entretanto, somente no primeiro corte as diferenças foram significativas entre os tratamentos com calcário. No primeiro corte, o tratamento de 4 t/há mostrou aumento de produção de 180% em relação a testemunha (Tabela 3). À medida que foi retirada a massa verde em cada corte, as diferenças de produção entre os tratamentos foram menores. Na presença de adubação mineral, houve resposta ao calcário somente no primeiro corte, época de maior hidromorfismo no solo. Nos cortes posteriores - período seco - e na produção anual, houve resposta significativa somente aos nutrientes.

Este aspecto foi comum às braquiárias. No período de maior hidromorfismo, parece haver ação do calcário neutralizando a ação de  $\text{Fe}^{++}$  em excesso ou contribuindo para a liberação do nitrogênio ao meio. A maior produção no tratamento com adubação mineral, em relação aos tratamentos com calcário + adubação mineral, em todas as doses, no período seco que se segue, parece estar relacionada com a disponibilidade de nitrogênio.

*B. bizantha* (Tabela 4) teve comportamento semelhante à *B. decumbens* em relação à resposta aos tratamentos. Diferiu apenas por se estabelecer em touceiras isoladas, deixando 40% do solo descoberto. Entretanto, uma vez estabelecida, não apresentou as cloroses causadas pelas deficiências de nitrogênio e/ou enxofre, comuns na *B. decumbens*. Ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos somente na produção do primeiro corte (Tabela 4) e na produção total (Tabela 5), em virtude da variabilidade do número de plantas nas parcelas, que se acredita estar relacionada ao baixo poder de germinação da semente. Na produção total, o aumento de produção (30%) obtido com calcário foi igual àquele com

TABELA 4 Produção de matéria seca (t/ha) de forrageiras com tratamentos com calcário, em ausência e presença de adubação mineral – em Podzol Hidromórfico de caronal - sub-região da Nhecolândia.

	CORTE	CALCÁRIO (t/ha)					CALCÁRIO (t/ha) + ADUBAÇÃO MINERAL*				
		0	1	2	3	4	5	0	1	2	3
<i>Brachiaria</i>	30/04/82	2,9c**	3,2bc	3,8abc	5,1a	4,8abc	4,7ab	3,4abc	4,3abc	4,9ab	4,8ab
<i>Bizantha</i>	09/09/82	2,6a	2,9a	3,1a	3,2a	3,2a	3,3a	3,6a	2,8a	3,8a	2,4a
	16/12/82	3,1a	4,0a	3,8a	4,6a	4,1a	4,2a	4,9a	3,5a	4,2a	3,2a
<i>Brachiaria</i>	16/03/82	1,3ab	1,5ab	1,6ab	1,6ab	1,8a	1,6ab	1,1b	1,6ab	1,7a	1,7a
<i>Humidicola</i>	28/07/82	2,2a	2,4a	2,2a	1,6a	2,7a	2,6a	3,2a	2,0a	3,2a	2,7a
	17/12/82	2,5b	2,1b	2,2b	2,3b	2,7b	2,3b	4,7a	3,4a	3,3ab	2,5b
<i>Andropogon</i>	29/04/82	1,0b	2,1ab	1,8ab	1,8ab	1,2ab	1,5ab	0,7b	2,1ab	2,4ab	3,0a
<i>Gayanus</i>	27/07/82	1,1a	1,2a	1,2a	1,0a	1,8a	1,4a	1,3a	1,4a	1,0a	1,1a
	17/12/82	3,1a	3,6a	3,6a	2,8a	4,2a	3,3a	5,1a	3,7a	2,9a	3,9a
<i>Setaria</i>	29/04/82	0,5cd	0,5cd	0,6cd	0,5cd	0,3d	0,4d	0,4d	2,1bc	3,4ab	3,8a
<i>Sphacelata</i>	23/07/82	2,1abc	2,1abc	1,5c	1,8bc	2,3abc	1,7bc	1,7bc	2,2abc	4,2a	3,6ab
	16/12/82	4,2ab	4,0b	3,1b	3,4b	4,0b	3,5b	3,8b	6,2ab	7,5a	7,5a

\* A adubação mineral (P, K, S, Ca, Cu, Zn, e Mo) é igual nos quatro níveis de calcário.

\*\* Nas linhas, médias seguidas da mesma letra são estatisticamente iguais ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 5 Produções anuais de matéria seca (t/ha) de forrageiras em áreas de caronal, com tratamentos de calcário, em ausência e presença de adubação mineral – sub-região da Nhecolândia.

	CALCÁRIO (t/ha)						CALCÁRIO (t/ha) + ADUBAÇÃO MINERAL*			
	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3
<i>Canavalia brasiliensis</i>	6,5a**	7,9a	9,7a	9,6a	9,7a	7,5a	10,2a	9,1a	7,4a	8,2a
<i>Stylosanthes guianensis</i>	5,7c	6,1c	5,0c	5,4c	5,8c	5,6c	7,7bc	11,7ab	12,3a	12,0a
<i>Brachiaria decumbens</i>	8,3f	10,5ef	12,3de	13,5cde	15,0cde	14,7bcd	21,0a	18,3ab	17,3abc	19,4ab
<i>Brachiaria bizantha</i>	8,6b	10,1ab	10,7ab	12,9a	11,6ab	12,1a	11,9ab	10,6ab	12,9a	10,4ab
<i>Brachiaria humidicola</i>	6,0ab	6,0ab	6,0ab	5,9b	7,2a	6,5ab	9,0a	7,0ab	8,2ab	6,9ab
<i>Andropogon gayanus</i>	5,2a	6,9a	6,6a	5,0a	7,2a	6,3a	7,1a	7,2a	6,3a	8,0a
<i>Setaria Sphacelata</i>	6,8b	6,6b	5,2b	5,7b	6,6b	5,6b	5,9b	10,5ab	15,1a	14,9a

\* A adubação mineral (P, K, S, Ca, Cu, Zn, e Mo) é igual nos quatro níveis de calcário.

\*\* Nas linhas, médias seguidas da mesma letra são estatisticamente iguais ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.



calcário + adubação mineral.

*B. humidicola* (Tabela 4) teve comportamento inicial semelhante às outras braquiárias, embora com produções menores. No primeiro corte apresentou pequeno incremento de produção com as doses crescentes de calcário, sem haver diferenças significativas entre as médias. Nos cortes seguintes, em época de menor hidromorfismo, houve resposta à adubação mineral. Os dados de produção total (Tabela 5) indicam que não há resposta ao calcário e sugerem que este pode interferir negativamente na absorção dos nutrientes pela forrageira.

*A. gayanus* (Tabela 4) teve comportamento semelhante à *B. humidicola* no primeiro corte. Entretanto, a produção do tratamento com 3 t/ha de calcário + adubação mineral diferiu significativamente dos demais. Na produção total (Tabela 5) a adição de calcário e adubação mineral trouxe poucas evidências de aumento de produção.

*S. sphacelata* cv. Kazungula (Tabela 4) não respondeu a calcário nem à adubação mineral, entretanto, houve efeito positivo dos tratamentos de calcário + adubação mineral. A maior produção foi alcançada com a dose de 2 t/ha de calcário

+ adubação mineral (Tabela 5). Boonman (1972) encontrou alta resposta desta forrageira a nitrogênio (150 kg/ha) em presença de 82kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha (superfosfato simples). O comportamento semelhante ao *S. guianensis* desta gramínea aos tratamentos e a sua alta necessidade de nitrogênio sugerem que a disponibilidade deste elemento torna-se maior no caronal com os tratamentos de calcário + adubação mineral.

Resumindo, em solo de cordilheira de baixa fertilidade nos paiaguás, houve respostas de *B. decumbens* à adubação mineral (20%) e a calcário + adubação mineral (30%), sem diferenças entre doses, no primeiro ano. *C. brasiliensis* não apresentou resposta a calcário ou a nutrientes. Em solo de campo cerrado, na mesma sub-região, houve resposta à adição de calcário em *B. decumbens* e *B. humidicola*, sem diferenças entre as doses., Somente *B. humidicola*, com adubação mineral e calagem (3 t/ha), estabeleceu-se e formou pastagem razoável - 3 a 4 t/ha de MS, usando-se somente calcário teve estabelecimento precário. No solo de caronal, na Nhecolândia, houve resposta a calcário em *V unguiculata* até a dose de 3 t/ha, em *B. decumbens* até 4 t/ha e em *B. brizantha* até 3 t/ha.

A adubação mineral na ausência de calcário, houve respostas somente de *B. decumbens*. Com adubação mineral houve respostas crescentes de *S. guianensis* e de *S. sphacelata* até a dose de 2 t/ha de calcário.

## EXPERIMENTO 2

*B. decumbens*, cultivada em áreas de cordilheiras na sub-região da Nhecolândia, evidenciou sazonalidade no crescimento. Comparando-se parcelas estabelecidas nas bordas e no centro das cordilheiras, observou-se menor produção nas últimas.

Em área desmatada, observou-se que esta forrageira tem crescimento reduzido, após cortes periódicos, se comparada com plantas cultivadas em áreas adjacentes recentemente desmatadas. Cultivada entre árvores esparsas, a densidade e o crescimento da gramínea é muito heterogêneo. Além disso, observações da oscilação anual de crescimento desta forrageira e seus piques ocasionais de crescimento após as chuvas sugerem sazonalidade da disponibilidade de nutrientes.

o solo das cordilheiras - Podzol Hidromórfico (*Spodic Psammaquent*) - onde foi retirada a amostra para o teste,

apresenta textura arenosa em todo o perfil < 2% de argila, 6% de silte, 75% de areia fina e 17% de areia grossa) e horizonte de deposição de ferro a 100 ou 120 cm de profundidade (Bir). O lençol freático, no período mais úmido (janeiro), situou-se a 1 m na maior parte dos anos secos, podendo, ocasionalmente, chegar próximo à superfície. No período seco (julho-setembro) oscilou em torno de 2,5 m. Nesta área havia sido instalado um experimento (1980) com o objetivo de caracterizar variações de fertilidade que ocorrem a partir do desmatamento e estabelecimento de forrageira cultivada.

A análise do solo, *após* a derrubada e queima da vegetação nativa, evidenciou grande variabilidade no teor de cálcio ( $125 \pm 60$  ppm), magnésio ( $39 \pm 19$  ppm), fósforo ( $39 \pm 1$  ppm) e potássio ( $98 \pm 56$  ppm) entre as parcelas experimentais. Ao longo de três anos de cultivo houve diminuição no teor destes nutrientes. O ppm) no solo.

Os resultados obtidos nos testes de casa-de-vegetação

(Tabelas 6 e 7) evidenciaram acentuada deficiência de nitrogênio e enxofre na superfície do solo (0-20 cm). O nível atual de potássio, de 20 ppm no solo, foi suficiente para uma produção relativa de 70%. Estes resultados confirmam os obtidos por Dynia & Cunha (1984) em teste de casa-de-vegetação e são coerentes com os citados por Kretschmer et al. (1957) que afirma ser o nitrogênio como o mais escasso e transitório nutriente para a produção de forrageiras em solos arenosos. Afirma também que o potássio, quando adicionado a esses solos ou posto em disponibilidade pela oxidação da matéria orgânica é removido rapidamente pela água da chuva ou absorvido pela forrageira. Também, o enxofre liberado pela oxidação da matéria orgânica é removido para a água freática, onde, eventualmente, pode ser absorvido pelas plantas.

Quanto aos micronutrientes testados, os resultados sugerem interação positiva de zinco, cobre e molibdênio, sendo que a aplicação isolada dos mesmos não apresentou efeitos positivos

Resumindo, solos de cordilheira coletados em parcelas de baixa produção de *B. decumbens* após três a-

TABELA 6. Produções de matéria seca (g/vaso) de *Brachiaria decumbens* com tratamentos de subtração de nitrogênio, enxofre, potássio, boro, zinco, cobre e molibdênio em teste de diagnose por subtração

TRATAMENTO	PRODUÇÃO (g/vaso)	PRODUÇÃO RELATIVA (%)
Testemunha	2,33c*	32
Completo – N	1,98c	26
- S	2,70c	36
- K	4,80b	64
- Zn	7,20a	95
- Mo	7,38a	98
- Cu	7,61a	101
- B	8,65a	115
Completo	7,55a	100

\* Na coluna, médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 7. Produções de matéria seca (g/vaso) de *Brachiaria decumbens* em teste de adição de nitrogênio, enxofre, potássio e microelementos (zinco, boro, cobre e molibdênio).

TRATAMENTO	PRODUÇÃO (g/vaso)	PRODUÇÃO RELATIVA (%)
Testemunha	2,4c*	32
K	2,1c	28
S	2,8c	30
N	2,6c	34
NS	5,8b	77
NSK	6,8ab	87
N,S,K,Zn,Mo,Cu,B	7,6a	100

\* Na coluna, médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

nos de cultivo, foram acentuadamente deficientes em nitrogênio e enxofre e moderadamente deficientes em potássio para esta forrageira. O potássio disponível foi suficiente para uma produção de aproximadamente 70% daquela obtida com adubação completa da forrageira.

### EXPERIMENTO 3

Na sub-região da Nhecolândia, as áreas onde predomina o capim-carona - gramínea de baixa palatabilidade - ocupam posições altimétricas médias no mesorelevo. São áreas sujeitas a leve alagamento entre janeiro e março (Fig. 2). O solo - Podzol Hidromórfico (*Spodic Psammaquent*) - caracteriza-se por uma camada de cor bruna (horizonte A<sub>1</sub> de 25 cm seguido de outro - A<sub>2</sub> - formado por uma camada de areia fina lavada - de até 100 cm de espessura com 97% de areia e 3% de argila e silte). Após esta camada se desenvolve uma faixa de cor amarelada (horizonte B<sub>1r</sub>) de deposição de compostos de ferro que envolvem os grãos de areia, ou de cor cinzenta clara com concreções esparsas deste elemento. Apesar de condições desfavoráveis de solo (baixo nível de nutrientes) e de umidade (saturação na superfície), as áreas de caro-



nal são propícias à mecanização, por serem planas e praticamente destituídas de árvores.

No experimento, de modo geral, as respostas a calcário, potássio e fósforo foram altas para *V. unguiculata* e *B. ruzizensis*, espécies que mais rapidamente se estabeleceram (Tabelas 8 e 9), embora a avaliação tenha sido prejudicada pela alta variação do grau de hidromorfismo entre as parcelas, o que ocasionou grande variação na produção de matéria seca entre repetições.

Embora existissem grandes diferenças entre as médias de produção dos tratamentos em relação à testemunha, as três repetições usadas foram insuficientes para trazer os coeficientes de variação a níveis capazes de indicá-las como significativas para as forrageiras que tiveram estabelecimento lento (*B. humidicola* e *C. muaunoides*).

*V. unguiculata* teve crescimento rápido e boa adaptação às condições de alta umidade do solo no período inicial de crescimento. No primeiro corte apresentou respostas muito significativas à aplicação de calcário, potássio e fósforo (Tabela 8), mas não houve significância para efeitos de doses e de inte-

TABELA 8. Produção de matéria seca (kg/há) de *Vigna Unguiculata* em função dos tratamentos com calcário, potássio e fósforo em Podzol hidromórfico de caronal – sub-região da Nhecolândia\*.

		1º CORTE			2º CORTE		
K**	P**	CALCÁRIO (t/há)			CALCÁRIO (t/há)		
		0	1	2	0	1	2
0	0	220	290	400	370	530	970
0	1	200	570	480	230	730	1330
0	2	300	420	580	800	1400	900
1	0	290	400	420	1100	1430	970
1	1	530	500	610	800	900	1170
1	2	410	590	590	930	1970	1500
2	0	240	470	530	230	530	2130
2	1	500	590	500	1430	970	1200
2	2	470	500	720	1500	1870	1600

\* Houve efeito significativo ao nível de 1% para calcário, potássio e fósforo no 1º corte, e ao nível de 10% no 2º corte, com coeficientes de variação de 25 e 73%, respectivamente.

\*\* As doses de potássio foram 0,30 e 60 kg/há, e de fósforo de 0,20 e 40 kg/há.

rações. Deve-se, entretanto, considerar que as médias destas interações produziram mais do que o dobro da testemunha (Tabela 12). Este aspecto sugere que a aplicação dos três elementos conduz a maiores produções do que a aplicação isolada. Os aumentos médios de produção de matéria seca pela adição de calcário, potássio e fósforo foram de 50, 30 e 40%, respectivamente.

Com o replantio e corte (2º) da *V. unguiculata*, o efeito residual dos tratamentos foi dissipado pelos fatores inerentes à variação de disponibilidade de nutrientes nas parcelas, entretanto, a resposta a calcário, potássio e fósforo foi significativa ao nível de 10% (Tabelas 8 e 12). As parcelas que mais produziram no primeiro corte tiveram menores produções no segundo corte, como se a disponibilidade de determinado nutriente fosse ocasional e limitada. As médias de produção foram similares às do primeiro corte. Evidenciaram, entretanto, maior resposta a fósforo, nos tratamentos sem calcário.

*B. ruziziensis* (Tabelas 9, 12 e 13), embora tivesse crescimento muito reduzido de maio a outubro, apresentou

nível inicial de produção que poderia torná-la viável na região, pelo cobrimento que dá ao solo. Entretanto, sua tendência é de se extinguir, pois, as plantas apresentaram amarelecimento geral, secamento nas folhas inferiores, crosta ferruginosa em torno das raízes e acentuado efeito de bordadura, após o primeiro corte. Calcário e potássio tiveram efeitos significativos nas produções do 1º e 3º cortes e na produção total. O fósforo teve efeito significativo somente ao nível de 10% na produção total. O aumento médio de produção devido ao calcário foi da ordem de 43% no 1º corte, não havendo diferenças significativas entre as doses usadas. No último corte o índice de aumento foi de apenas 22% e na produção total foi de 23%. Em média, a resposta à aplicação de potássio foi de 24% no 1º corte, sem diferenças significativas entre as doses usadas. Embora sem significância estatística, as diferenças das produções médias de matéria seca dos outros cortes indicam que o efeito do potássio vai diminuindo a cada corte. Na produção total, o aumento médio produzido pelo potássio foi de 8%.

*C. mucunoides* apresentou crescimento muito lento entre abril e outubro. A partir de novembro começou a crescer mais,

propiciando dois cortes (Tabelas 10 e 12). No primeiro, houve resposta significativa ao nível de 10% somente para o potássio. Em relação à testemunha, o incremento na produção induzido pelo potássio foi de aproximadamente 20%. No segundo corte, houve resposta somente ao tratamento com calcário, com significância ao nível de 10%.

*B. humidicola* no primeiro ano não se estabeleceu totalmente e não produziu massa suficiente para um corte. No segundo ano, no primeiro corte, observou-se que as plantas da bordadura cresceram com maior vigor, contrastando com as do centro da parcela, que produziram poucas folhas em relação aos colmos. Não houve resposta aos tratamentos com calcário, K e P, mas a tendência das médias indica resposta a todos os tratamentos no primeiro corte e resposta inversa no segundo, como se a extração dos nutrientes feita até o 1º corte limitasse a produção posterior. Esta forrageira parece se adaptar aos baixos níveis de nutrientes disponíveis no solo e à variação de umidade do mesmo, constituindo-se em espécies promissoras para as áreas de caronal (Tabela 11).

Comparativamente, as médias das produções totais das

fORAGEIRAS (Tabela 13) indicam que *V. unguiculata* e *B. ruzizensis* apresentam respostas à adubação e à calagem superiores às de *B. humidicola* e *C. mucunoides*, o que acentua a rusticidade destas últimas espécies.

Resumindo, nas condições de variação de hidromorfismo existentes (Fig. 2), o uso isolado de calcário, potássio e fósforo nos Podzóis Hidromórficos de caronal aumentou a produção de *v. unguiculata* e *B. ruzizensis*, mas as respostas somente foram significativas à adição de calcário e potássio. *C. mucunoides* e *B. humidicola*, forrageiras que custaram a se estabelecer, apresentaram grande variabilidade na produção das parcelas, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos. As diferenças de produção entre as testemunhas e as doses de cada tratamento indicam a eficiência de todos os nutrientes e de suas interações para todas as forrageiras; entretanto, o efeito é efêmero e geralmente a partir do 1º corte não se observam diferenças entre os tratamentos, principalmente nas forrageiras que custam a se estabelecer.

TABELA 9. Produção de matéria seca (kg/ha) de *Brachiaria ruziziensis* em função de tratamentos com Calcário, potássio, e fósforo em área de caronal - sub-região da Nheoolândia.

K**	P**	1º CORTE			2º CORTE			3º CORTE			TOTAL		
		CALCÁRIO (t/há)			CALCÁRIO (t/há)			CALCÁRIO (t/há)			CALCÁRIO (t/há)		
		0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2
0	0	990	1550	1960	3330	4030	3500	3400	4220	3840	7730	9800	9300
0	1	1070	1970	910	3530	4260	5280	3160	4730	4150	7760	10960	10340
0	2	1030	1070	2260	3660	5150	4490	2510	4010	5000	7200	10230	11750
1	0	1110	1600	1580	5870	4490	4230	3130	3740	2790	10110	9830	8600
1	1	1230	1370	2280	4420	3470	4260	2620	2960	4730	8270	7800	11270
1	2	1520	1540	2220	3760	4820	6370	3840	2990	4590	9120	9350	13180
2	0	1520	2110	1310	3890	3530	5540	3740	2920	4420	9150	8560	11270
2	1	1320	2470	2250	5050	5220	5580	5030	4660	3940	11400	12350	11770
2	2	1700	2040	2450	3800	5640	5640	2420	5070	4760	7920	12750	12850

\* O efeito do calcário foi significativo ao nlve1 de 1% no 1º corte e na produção total e de 5% no 3º corte.

O efeito do potássio foi significativo ao nlve1 de 5% no 1º corte e ao de 2,5% na produção total e os coeficientes de variação foram 36, 30, 29 e 20%, respectivamente.

\*\* As doses de potássio foram 0, 30 e 60 kg, e fósforo, 0, 20 e 40 kg/ha.

TABELA 10. Produção de matéria seca (kg/há) de *Calopogonium mucunoides* em função dos tratamentos com calcário, potássio e fósforo em Podzol hidromórfico de caronal – sub-região da Nhecolândia\*.

K**	P**	1º CORTE			2º CORTE		
		CALCÁRIO (t/há)			CALCÁRIO (t/há)		
		0	1	2	0	1	2
0	0	1040	1430	2470	5460	5800	4290
0	1	1600	1560	3900	3590	8010	4420
0	2	1130	2380	1430	5200	6630	4680
1	0	2210	2120	1990	2860	4030	4240
1	1	2560	1560	1990	3640	3430	5330
1	2	1520	3030	2470	4160	5700	5410
2	0	1560	1690	2730	3510	5280	4810
2	1	3340	3470	2210	2890	5780	3670
2	2	2040	2510	1600	6240	5590	4760

\* Houve efeito significativo ao nível de 10% para potássio, no 1º corte, e para calcário e potássio no 2º corte, Os coeficientes de variação de 51 e 45%, respectivamente.

\*\* As doses de potássio foram 0,30 e 60 kg/há, e de fósforo de 0,20 e 40 kg/há.



TABELA 11 Produção de matéria seca (kg/há) de *Brachiaria humidicola* em função dos tratamentos com calcário, potássio e fósforo em Podzol hidromórfico de caronal – sub-região da Nhecolândia\*.

K**	P**	1º CORTE			2º CORTE		
		CALCÁRIO (t/há)			CALCÁRIO (t/há)		
		0	1	2	0	1	2
0	0	1550	1670	1950	810	660	420
0	1	2480	1670	2570	660	720	810
0	2	2080	2540	2420	810	690	900
1	0	2050	2230	2110	990	810	570
1	1	2950	1920	2170	870	600	780
1	2	1360	2670	2480	660	720	570
2	0	1550	2110	2110	630	510	900
2	1	1920	1980	2170	720	840	690
2	2	1490	1710	2570	730	510	630

\* Não houve diferenças significativas entre os tratamentos.

\*\* As doses de potássio foram 0,30 e 60 kg/há, e fósforo de 0,20 e 40 kg/há.

TABELA 12 Produções médias de matéria seca (kg/há) de *Vigna unguiculata*, *Brachiaria ruziziensis*, *Calopogonium mucunóides* e *Brachiaria humidicola*, em função dos tratamentos com calcário, potássio e fósforo em Podzol Hidromórfico de caronal-sub-região da Nhecolândia.

TRATAMENTOS*	<i>V. unguiculata</i>		<i>B. ruziziensis</i>			<i>C. muconóides</i>		<i>B. humidicola</i>	
	Cortes		Cortes			Cortes		Cortes	
	1º	2º	1º	2º	3º	1º	2º	1º	2º
Cal. - 0	350b	820	1280b	4150	3320b	1890	4170	1940	760
T/há 1	480a	1150	1750a	4510	3920ab	2200	5580	2060	670
2	540a	1310	1920a	4990	4250a	2310	4620	2280	700
K - 0	380b	810	1420b	4140	3890	1880	5340	2100	720
Kg/há 30	480a	1200	1600ab	4630	3490	2160	4310	2220	730
60	500a	1280	1910a	4880	4110	2350	4730	1960	680
P - 0	360b	920	1530	4270	3580	1920	4480	1930	700
Kg/há 20	500a	970	1650	4560	4000	2470	4530	2210	740
40	510a	1390	1760	4820	3910	2010	5380	2150	690
K.P.	480	1160	1440	4260	3480	2360	4230	1930	740
Cal. K	460	1260	1650	4450	3470	2130	4590	2140	700
Cal. P	510	1090	1550	4900	4470	2320	5930	2300	780
Cal. K P	580	1400	2080	5130	4210	2360	4960	2210	670

\* As médias dos tratamentos seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Onde não há indicação, não houve diferença entre os tratamentos.

#### EXPERIMENTO 4

Em casa-de-vegetação foram obtidos aumentos de produção de MS de 113% e 40% com a aplicação de enxofre em *C. pubescens* em Podzol Hidromórfico de cordilheira e vazante, respectivamente (Cunha et al. 1981). Enxofre e nitrogênio foram os principais nutrientes limitantes da produção de *B. humidicola* nos solos arenosos do leque aluvial do Rio Taquari (Dyenia & Cunha 1984).

A evidência de acentuada deficiência de enxofre nos solos arenosos de caronal tornou necessário testar no campo a resposta de *B. decumbens* a este nutriente. Como a resposta a enxofre é limitada pelo baixo nível de nitrogênio no solo, foram estabelecidas duas doses integradas destes nutrientes, embora seja evidente que nas condições locais as deficiências deste último elemento deverão ser sanadas pelo uso de leguminosas com boa capacidade de fixação de nitrogênio. Para efeito comparativo, foram estabelecidos tratamentos de enxofre e nitrogênio com calcário e com outros nutrientes, em virtude da necessidade de se estabelecer parâmetros de produtividade da *B. decumbens* em área de caronal.

Deficiências de enxofre ocorrem comumente na estação quente em gramíneas que crescem em solos arenosos de baixo conteúdo de matéria orgânica. Normalmente, a maior fonte de enxofre ao solo são as precipitações pluviométricas, que segundo Bertramson & Tisdale (1950), podem incorporar 30 kg/ha/ano. A permanência do ânion sulfato ( $\text{SO}_4$ ) no perfil do solo, em disponibilidade para as plantas, está relacionada à sua incorporação ao complexo orgânico do solo e à sua liberação gradativa às plantas. A taxa de liberação do ânion sulfato é um função direta do conteúdo de matéria orgânica, teor e natureza das argilas, precipitação pluviométrica e condições favoráveis à oxidação da matéria orgânica pelos microrganismos (nutrientes, relações C/S e N/S, temperatura, aeração etc.). Segundo Sanchez (1976), em geral doses de 10 a 40 kg/ha de enxofre são suficientes para suprir a necessidade das plantas em solos deficientes neste nutriente. Na área de caronal, o conteúdo de matéria orgânica, que varia geralmente de 0,3 a 0,5%, provavelmente seja insuficiente para manter o teor de sulfatos necessário às forrageiras exóticas. No primeiro corte de *B. decumbens* não houve diferenças sig-

TABELA 13. Produção de matéria seca (t/há) de dois cortes, de *Vigna unguiculata*, *Calopogonium mucunoides*, *Brachiaria humidicola* e anual de *Brachiaria ruziziensis* com tratamento de calcário, potássio e fósforo em Podzol Hidromórfico de caronal – sub-região da Nhecolândia.

TRATAMENTOS	<i>V. unguiculata</i>	<i>C. mucunoides</i>	<i>B. humidicola</i>	<i>B. Ruziziensis</i>
Testemunha	0,6	6,5	2,4	7,7
Calcário 0	1,2	6,0	2,7	8,7
(t/ha) 1	1,6	7,8	2,8	10,2
2	1,9	6,9	3,0	11,2
Potássio 0	1,2	7,2	2,8	9,5
(kg/ha) 30	1,7	6,5	3,0	9,7
60	1,8	7,1	2,6	10,9
Fósforo 0	1,3	6,4	2,6	9,4
(kg/ha) 20	1,3	7,0	2,9	10,2
40	1,9	7,4	2,8	10,5
K x P	1,6	6,6	2,7	9,2
Cal. x K	1,7	7,7	2,8	9,6
Cal. x P	1,6	8,3	3,1	10,8
K x P x Cal.	2,0	7,3	2,9	11,4

nificativas entre doses de enxofre, tanto em tratamentos isolados como nos aplicados com calcário ou com nutrientes (Tabela 14). Os tratamentos com enxofre somente não diferiram da testemunha, entretanto, sua aplicação juntamente com calcário ou com nutrientes foi benéfica.

A adição de nitrogênio, logo após o primeiro corte, trouxe maior resposta de todos os tratamentos em relação à testemunha e houve diferenças entre as doses de enxofre no tratamento com calcário, sendo a dose de 40 kg/há ( $S_2$ ) superior. Nos tratamentos com outros nutrientes, a aplicação de enxofre e nitrogênio apresentou resposta positiva, entretanto tratamento enxofre e nitrogênio ( $S_2$ ) com calcário produziu mais do que o tratamento com nutrientes. No último corte não houve resposta a enxofre e nitrogênio, enquanto que nos tratamentos destes nutrientes com calcário e com adubação mineral ainda persistiram respostas em relação à testemunha. Na produção total não houve diferenças entre os tratamentos com enxofre e nitrogênio. Houve, entretanto, aumento de produção de 44% de matéria seca com a adição de enxofre e nitrogênio, de 70% com calcário + enxofre e nitrogênio, e de 120% com adubação mineral + enxofre e ni-

TABELA 14 Produções médias de matéria seca (kg/há) de *Vigna unguiculata*, *Brachiaria ruziziensis*, *Calopogonium mucunoides* e *Brachiaria humidicola*, em função dos tratamentos com calcário, potássio e fósforo em Podzol Hidromórfico de caronal – sub-região da Nhecolândia.

TRATAMENTOS	PRODUÇÃO					TOTAL (t/ha)	RELATIVA (%)
	1º Corte (03/8/82)	2º Corte (14/12/82)	3º Corte (10/2/83)	4º Corte (28/4/83)			
Testemunha	1,3e*	2,6c	1,4e	1,9e	7,2d	45	
S <sub>1</sub> **	1, 8cde	4,1b	2,1d	2,3de	10,3c	64	
S <sub>2</sub>	1,7de	4,5b	2,1d	2,3de	10,6c	66	
Calcário + S <sub>1</sub>	1,9cd	4,1b	2,4cd	2,7cd	11, 1bc	70	
Calcário + S <sub>2</sub>	2,2c	5,2a	2,8bc	3,0bc	13,2b	82	
Adubação mineral ***	2,9b	4,2b	2,5cd	3,1abc	12,7b	78	
Adubação mineral + S <sub>1</sub>	3,7 <sup>a</sup>	5,6a	3,2ab	3,4ab	15,9a	97	
Adubação mineral + S <sub>2</sub>	4,0a	5,2a	3,4a	3,5a	16,1a	100	

\* Nas colunas, médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*\* S<sub>1</sub> = enxofre (20kg/há) e S<sub>2</sub> = enxofre (40kg/há).

\*\*\* Adubação mineral – calcário (2t/há); nitrogênio (20kg/há); fósforo (20kg/há); potássio (30kg/há); cobre (0,5 kg/há); zinco (0,5 kg/há) e molibdênio (0,1 kg/há).

trogênio, em relação à testemunha. Ao longo do ano, o efeito da adubação mineral sem enxofre foi igual à resposta de produção do tratamento de calcário com enxofre. Acentuou-se no último corte o efeito transitório do enxofre e de nitrogênio neste solo.

Resumindo, as produções totais de matéria seca de *B. decumbens* não diferiram com a aplicação de doses de enxofre, conjugadas com nitrogênio, tanto isoladas como juntamente com calcário ou com adubação mineral. Em relação à testemunha, os tratamentos com enxofre + nitrogênio, enxofre + nitrogênio + calcário, e enxofre + nitrogênio + adubação mineral aumentaram a produção total de 44, 70 e 120% ,respectivamente.

## EXPERIMENTO 5

As deficiências de enxofre em *B. humidicola*, observadas em casa-de-vegetação em solos arenosos do leque aluvial do Rio Taquari (Dyner & Cunha 1984), evidenciaram a necessidade de conhecer a resposta de forrageiras exóticas a este nutriente em áreas de caronal, que são promissoras ao estabelecimento de pastagem cultivada. A aplicação de enxofre



nestes solos arenosos, com lençol freático sempre próximo à superfície, envolve aspectos relativos à persistência efêmera do ânion sulfato na parte superior do perfil. A incorporação dos restos orgânicos da vegetação nativa, além do uso de calcário ou nutrientes, insumos com respostas positivas nestes solos, são parâmetros a se relacionarem com a necessidade inicial ou posterior da aplicação de enxofre.

A aplicação inicial de enxofre (Tabelas 15 e 16) nas doses de 20 e 40 kg/ha produziu aumento de 30% de matéria seca de *B. decumbens* em relação aos tratamentos que não levaram enxofre no primeiro ano de cultivo. A produção total, com a reaplicação de enxofre após um ano não apresentou diferenças significativas entre as parcelas com enxofre e a testemunha. Além disso, as doses não diferiram significativamente entre si, na produção, tanto em cortes isolados como na produção total (Tabelas 15 e 16). As produções totais com a aplicação de doses de enxofre de 20 e 40 kg/ha após um ano de cultivo não diferiram da produção da testemunha. A remoção de nutrientes, principalmente de nitrogênio, pela parte aérea a

TABELA 15. Produção de matéria seca de *Brachiaria decumbens* em Podzol Hidromórfico de caronal em função da aplicação de enxofre isoladamente e em presença de calcário e de adubação básica.

TRATAMENTOS	ENXOFRE (kg/há)		PRODUÇÃO (t/há)						
	INICIAL	2º Ano	CORTES (1º ANO)				CORTES (2º ANO)		
	(16/3/82)	(28/4/83)	(1/4/82)	(13/12/82)	(11/2/82)	(28/4/83)	(13/10/83)	(24/1/84)	(30/4/84)
Testemunha	0	0	1,7def	2,9cd	2,3cd	2,4cd	1,9a	1,2c	0,6d
S <sub>1</sub>	0	20	1,6ef	2,9cd	2,3cd	2,4cd	2,0a	1,5c	0,7d
S <sub>2</sub>	0	40	1,5f	2,7d	2,0d	2,2d	2,0a	1,6bc	0,8cd
S <sub>3</sub>	20	20	2,3cde	3,6bcd	2,9bcd	2,9bcd	2,3a	1,9abc	0,9bcd
S <sub>4</sub>	40	40	2,1cdef	3,9bc	3,1abc	2,8bcd	2,0a	1,7bc	0,7d
Calcário	0	20	2,3cd	3,4bcd	2,9bcd	3,2abc	2,6a	2,5ab	1,7a
Calcário + S <sub>3</sub>	20	20	2,8bc	4,2b	3,5ab	3,5ab	2,7a	2,7a	1,6ab
Adubação mineral**	0	20	3,3ab	4,0b	3,2abc	3,3ab	2,3a	2,3a	1,5abc
Adubação mineral + S <sub>3</sub>	20	20	3,8a	5,8a	4,1a	3,9a	2,5a	2,5ab	1,7a

\* Nas colunas, médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*\* Adubação mineral – calcário (2 t/há); nitrogênio (20 kg/há); fósforo (20 kg/há); potássio (30 kg/há); cobre (0,5 kg/há); zinco (0,5 kg/há) e molibdênio (0,2 kg/há).

TABELA 16. Produções anuais e total de matéria seca de *Brachiaria decumbens* em área de caronal em função da aplicação de enxofre, isoladamente, e em presença de calcário e de adubação mineral.

TRATAMENTOS	ENXOFRE (kg/há)		Produção (t/há)		
	INICIAL	2º Ano	1º Ano	2º Ano	TOTAL
	(16/3/82)	(28/4/83)	(t/ha)	(t/ha)	(t/ha)
Testemunha	0	0	9,3cde	3,7c	13,0d
S <sub>1</sub>	0	20	9,2de	4,2bc	13,4d
S <sub>2</sub>	0	40	8,4e	4,4bc	12,8d
S <sub>3</sub>	20	20	11,7bcd	5,1abc	16,8bcd
S <sub>4</sub>	40	40	11,9bc	4,4bc	16,3bcd
Calcário	0	20	11,8bc	6,8ab	18,6bc
Calcário + S <sub>3</sub>	20	20	14,0b	7,0a	21,0ab
Adubação mineral**	0	20	13,8b	6,1ab	19,9ab
Adubação mineral + S <sub>3</sub>	20	20	17,6a	6,7ab	24,3a

\* Nas colunas, médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*\* Adubação mineral – calcário (2 t/há); nitrogênio (20 kg/há); fósforo (20 kg/há); potássio (30 kg/há); cobre (0,5 kg/há); zinco (0,5 kg/há) e molibdênio (0,2 kg/há).

cada corte, torna sem efeito o uso de enxofre para manter produção adequada da *B. decumbens*.

*B. decumbens* tratada com calcário apresentou no primeiro ano aumento significativo de produção (30%), em relação à que não levou adubação, enquanto que o tratamento calcário + enxofre (20 kg/ha) apresentou aumento de 55%. Entretanto, estas diferenças de produção, quando comparadas entre si, não foram significativas. Na produção total não houve diferenças entre os tratamentos com calcário que levaram enxofre inicialmente e no início do 29 ano, daqueles que levaram calcário inicial a enxofre somente no 29 ano de cultivo, entretanto, diferem em 22% em relação à testemunha.

*B. decumbens* com adubação mineral sem enxofre apresentou no primeiro ano, em relação às parcelas que não levaram tratamentos, aumento de produção de 50%. Com adubação mineral + enxofre (20 kg/ha) o aumento de produção foi de 98%. As diferenças entre os dois tratamentos foram significativas.

O efeito da adubação mineral sem enxofre foi equivalente ao da aplicação de calcário com enxofre. O tratamento com enxofre + calcário aplicado no segundo ano não diferiu

significativamente do tratamento adubação mineral + enxofre aplicado no segundo ano. No segundo ano de cultivo e na produção total, os tratamentos que receberam adubação mineral + enxofre, aplicados inicialmente e um ano depois, não diferiram significativamente dos tratamentos adubação mineral + enxofre aplicados um ano depois.

O solo arenoso do caronal, por um conjunto de fatores que cabe à pesquisa definir e que são discutidos no experimento anterior, não mantém níveis de sulfatos ( $=\text{SO}_4$ ) suficientes a *B. decumbens*. O efeito do enxofre aplicado tende a desaparecer antes do período de um ano, entretanto, em um sistema de manejo em que os restos orgânicos voltem ao solo, possivelmente o efeito da adição de enxofre seja maior e mais estável.

Resumindo, o uso de enxofre em solo de caronal trouxe 30% de aumento de produção de *B. decumbens* no primeiro ano, sem diferenças entre as doses. Na produção bianual, em virtude da remoção da parte aérea a cada corte, não houve respostas a doses e épocas de aplicação de enxofre. Esta forrageira, no solo previamente tratado com calcário, não apre-

sentou diferença entre o tratamento com enxofre aplicado no 1º e no 2º ano, e o que omitiu o uso de enxofre no 1º ano. Na produção bianual não houve diferença entre enxofre aplicado inicialmente e após um ano, e aplicado somente após um ano de cultivo. A queda de produção pela não reposição dos restos orgânicos diminuiu o efeito dos tratamentos.

## EXPERIMENTO 6

Em testes de introdução de forrageiras exóticas em área de caronal, algumas espécies têm se mostrado promissoras. Entretanto, tais espécies respondem à aplicação de macronutrientes e calcário, aspecto que evidencia que os baixos níveis de nutrientes existentes nestes solos arenosos são insuficientes para mantê-las em produção satisfatória.

Brum (1983) relatou níveis considerados baixos de cobre e zinco nesses solos ( $\text{Cu} < 1 \text{ ppm}$  e  $\text{Zn} < 1,3 \text{ ppm}$ ), em forrageiras nativas ( $\text{Zn} = 6 \text{ ppm}$  e  $\text{Cu} = 2 \text{ ppm}$ ) e em tecidos animais. Testes em casa-de-vegetação com solos arenosos de cordilheira, considerados mais férteis, não evidenciaram respostas positivas a micronutrientes, embora as doses usadas em

alguns tenham sido inadequadas (Cunha et al 1981). Essas informações, que espelham um equilíbrio ambiental com baixos níveis de nutrientes, e a falta de indicações seguras sobre a disponibilidade de microelementos tornou necessário saber se os níveis de microelementos seriam suficientes para atender às exigências de forrageiras exóticas e, ainda, se aumentando os teores de macronutrientes no solo, os teores de microelementos existentes seriam suficientes para manter produção adequada. As respostas a enxofre, um dos elementos limitantes para forrageiras exóticas nestes solos, induziram que se incluísse na pesquisa este elemento para se obter indicações do seu efeito interativo com os micronutrientes. No caso, nos solos ácidos (Podzóis Hidromórficos) formados de sedimentos areno-quartzosas, zinco, cobre e molibdênio, são os elementos com maior probabilidade de estarem insuficientes.

No primeiro corte (Tabela 17), a produção da testemunha foi superior à dos tratamentos com cada elemento aplicado isoladamente, fazendo supor que ocorreu um desequilíbrio nutricional, facilmente induzido em areia, mesmo com doses baixas de micronutrientes. Na adição simultânea de dois ele-

TABELA 17. Produção de matéria seca (t/há) de *Brachiaria decumbens* com tratamentos de micronutrientes (cobre, zinco e molibdênio) e enxofre e suas interações em Podzol Hidromórfico de caronal – sub-região da Nhecolândia.

TRATAMENTOS	PRODUÇÃO (t/há)				TOTAL (t/há)	RELATIVA (%)
	1º Corte (10/9/82)	2º Corte (15/12/82)	3º Corte (22/2/83)	4º Corte (27/4/83)		
Testemunha	2,1ab*	4,4bc	2,8b	1,8ab	11,1ab	72
Cu	1,8b	4,2bc	2,9b	1,7ab	1,6b	68
Zn	1,9b	4,3bc	2,9b	1,5b	10,6b	68
Mo	1,8b	4,0c	2,8b	1,6b	10,4b	67
Cu Zn	2,0ab	4,2bc	2,8b	1,7ab	10,7b	69
Cu Mo	2,3ab	4,6abc	2,8b	1,8ab	11,5ab	74
Zn Mo	2,4ab	4,6abc	3,0ab	1,9ab	11,9ab	76
S	2,5ab	6,2ab	3,7ab	2,1ab	14,6ab	94
S Cu	2,5ab	5,5abc	3,6ab	1,8ab	12,4ab	60
S Zn	2,9a	5,7abc	3,8ab	2,0ab	14,4ab	92
S Mo	2,6ab	6,5a	4,0a	2,4a	15,5a	100

\* Nas colunas, médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.



mentos, as médias de produção foram iguais à da testemunha. Não houve efeito das interações dos micronutrientes com enxofre, entretanto, os tratamentos com enxofre + molibdênio e enxofre + zinco apresentaram produções mais altas do que o tratamento com enxofre.

Com a adição de nitrogênio, fósforo e potássio - após o 1º corte - embora tenha havido aumento de produção, não ocorreram respostas significativas aos micronutrientes nas doses usadas, salvo molibdênio que, juntamente com enxofre, condicionou aumento de produção de 48% em relação à testemunha. Considerando-se a produção total, verifica-se tendência de aumento de produção nos tratamentos com enxofre e nos tratamentos com enxofre + molibdênio e enxofre + zinco.

Resumindo, em solo de caronal, não houve respostas de *B. decumbens* à adição de cobre, zinco e molibdênio isolados ou aplicados em conjunto, nas doses usadas, tanto em presença como ausência de macronutrientes, salvo molibdênio, que em interação com enxofre elevou a produção, obtida com enxofre, de 41% para 48%, em relação à testemunha.

## EXPERIMENTO 7

A possibilidade de implantação de biodigestores para a geração de energia nas fazendas do Pantanal Mato-grossense, induziu a pesquisa da resposta de forrageiras ao biofertilizante, produto residual do processo de fermentação anaeróbica dos restos orgânicos por microrganismos. O uso deste fertilizante seria restrito a pequenas áreas, em função da quantidade produzida e do custo do transporte deste material para regiões distantes do local de produção. O presente trabalho teve o propósito de comparar o efeito da adição de biofertilizante com o da adubação mineral em áreas com *B. deawnbens* e em áreas de pasto. nativo, onde o capim-carona foi removido.

Em todos os cortes, houve tendência de aumento de produção com as doses crescentes de biofertilizante (Tabela 18). No primeiro corte, somente os tratamentos com doses iguais ou maiores do que 16 t/ha (20 kg/ha de nitrogênio, 14 kg/ha de fósforo, 8 kg/ha de potássio e 3,5kg/ ha de enxofre) superaram a testemunha; houve equivalência de produção com a adubação mineral a partir de doses de 32 t/ha de biofertilizante. Nos cortes seguintes houve maior variabilidade

TABELA 18. Produção de matéria seca (t/há) de *Brachiaria decumbens* com tratamentos de biofertilizante e adubação mineral em Podzol Hidromórfico de caronal – sub-região da Nhecolândia.

TRATAMENTOS	Produção (t/há)				TOTAL (t/há)
	1º Corte (02/8/82)	2º Corte (21/12/82)	3º Corte (22/2/83)	4º Corte (29/4/83)	
Testemunha	1,7t**	4,2a	1,8a	1,3bc	9,0d
Biofertilizante (t/há) 0,5	1,6ef	4,3a	1,7a	1,3bc	8,9d
1,0	2,0def	5,3a	2,5a	1,7abc	11,5bcd
2,0	2,1cdef	4,6a	2,2a	1,6abc	10,5cd
4,0	2,2cdef	4,9a	2,2a	1,6abc	10,9bcd
6,0	2,0def	4,2a	1,8a	1,1c	9,1d
8,0	2,1cdef	5,3a	2,2a	1,9abc	11,5bcd
12,0	2,3cdef	4,4a	1,6a	1,4bc	9,7d
16,0	2,9bcd	5,9a	2,9a	1,9abc	13,6abcd
24,0	2,8cde	5,7a	2,9a	2,0abc	13,4abcd
32,0	3,3abc	6,2a	3,1a	2,5abc	15,1abcd
48,0	4,0ab	7,3a	3,9a	2,5abc	17,7abc
64,0	4,0ab	7,2a	4,0a	2,9a	18,1ab
Adubação mineral	4,2a	7,6a	4,0a	2,6ab	18,4a

\* Adubação mineral – calcário (2t/há); nitrogênio (20kg/há); fósforo (20kg/há); potássio (30kg/há); enxofre (20kg/há); zinco (0,5 kg/há); cobre (0,5kg/há); e molibdênio (0,1 kg/há).

\*\* Nas colunas, médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

na produção das repetições, mas as médias indicaram a mesma tendência.

Na produção total de matéria seca não houve diferenças significativas entre os tratamentos até 32 t/ha de biofertilizante e houve equivalência estatística entre a adubação mineral e orgânica na faixa de 16 t/ha até 64 t/ha de biofertilizante. Entretanto, em valor absoluto somente na dose máxima testada (64 t/ha) a produção foi equivalente àquela obtida com adubação mineral.

A resposta de *B. decumbens* a doses altas de biofertilizante sugere que os nutrientes contidos neste são liberados gradativamente para o solo, fator importante em virtude da textura arenoso do solo, e, assim, a metodologia usada não estaria contabilizando o real efeito do biofertilizante. Outro aspecto é que a coloração amarelada das plantas observada nos tratamentos com altas doses de biofertilizante (características de deficiências de N e/ou S) sugere que não há liberação de nitrogênio e enxofre em taxa suficiente para atender às necessidades das plantas. Além disso, evidencia-se que o biofertilizante é pobre em nutrientes e por isso há necessidade de doses altas.

Segundo Comastri Filho (1981), os resíduos sobrenadantes do biofertilizante apresentam 7% de matéria seca e nesta, 1,5 a 2,0% de nitrogênio, 1,0 a 1,5% de fósforo e 0,5 a 1,0% de potássio. Conforme Beduschi et al. (1983), o teor de enxofre nesse material seria de 2,5%. Entretanto, no processo de fermentação anaeróbica dos restos orgânicos (esterco) que origina o biofertilizante, há perdas de nitrogênio e enxofre sob forma de gases ( $\text{NH}_3$  e  $\text{H}_2\text{S}$ ),

No pasto nativo, após o corte de uniformização e remoção do capim-carona, houve o ressurgimento e aumento gradativo deste. No último corte, a composição botânica (em peso) foi de 70% de gramíneas palatáveis, 25% de capim-carona e 5% de outras espécies. Em relação à produção de MS, o pasto nativo apresentou resposta inferior à de *B. decumbens* com o uso de biofertilizante (Tabelas 18 e 19). O máximo aumento de produção das espécies nativas em relação à testemunha foi de 27%, contra 100% na *B. decumbens* (produção total). Não houve respostas significativas do pasto nativo à aplicação de biofertilizante ou de adubo mineral, exceto no 3º corte. Houve, entretanto, tendência de aumento da produção, com o aumento

TABELA 19. Produção de matéria seca (t/há) de pasto nativo com tratamentos de biofertilizante e adubação mineral em solo de caronal – sub-região da Nhecolândia.

TRATAMENTOS	Produção (t/há)				TOTAL (t/há)
	1º Corte (02/8/82)	2º Corte (21/12/82)	3º Corte (22/2/83)	4º Corte (29/4/83)	
Testemunha	1,6a**	2,3a	2,2c	1,5ab	7,7abcd
Biofertilizante (t/há) 0,5	1,1a	2,2a	2,2c	1,1b	6,6d
1,0	1,2a	2,3a	2,2c	1,0b	6,7cd
2,0	1,6a	2,3a	2,2c	1,1b	7,2bcd
4,0	1,3a	2,5a	2,4abc	1,2b	7,4bcd
6,0	1,3a	2,4a	2,3bc	1,2b	7,2bcd
8,0	1,4a	2,2a	2,4abc	1,2b	7,2bcd
12,0	1,5a	2,6a	2,3bc	1,2b	7,6abcd
16,0	1,4a	2,4a	2,5abc	1,3ab	7,5abcd
24,0	1,2a	2,2a	2,6abc	1,5ab	7,5abcd
32,0	1,6a	2,0a	2,6abc	1,5ab	7,7abcd
48,0	1,7a	2,7a	2,9ab	1,8a	9,1ab
64,0	1,9a	2,9a	3,1a	1,8a	9,7a
Adubação mineral	2,0a	2,8a	2,7abc	1,5ab	9,0abc

\* Adubação mineral – calcário (2t/há); nitrogênio (20kg/há); fósforo (20kg/há); potássio (30kg/há); enxofre (20kg/há); zinco (0,5 kg/há); cobre (0,5kg/há); e molibdênio (0,1 kg/há).

\*\* Nas colunas, médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

das doses de biofertilizante.

A adaptação das forrageiras nativas palatáveis entre as touceiras de capim-carona deve-se, entre outros fatores, à sua baixa exigência de nutrientes e ao seu hábito prostrado, o que lhes permite sobreviver no solo pobre e resistir ao pastoreio intenso. Possivelmente não foi avaliada toda a sua potencialidade produtiva pelo corte mecânico, mas os resultados gerais indicam que essas forrageiras são para uso intensivo e que não respondem à adubação.

Resumindo, *B. decumbens* em área de caronal respondeu significativamente à aplicação de biofertilizante, a partir de 48 t/ha, embora houvesse tendência crescente de produção entre 1 e 64 t/ha. Evidenciou-se durante o experimento, pela coloração amarelada da forrageira, que nitrogênio e/ou enxofre, elementos limitantes no solo, foram mineralizados em taxa insuficiente para atender às suas necessidades. Houve necessidade de 16 t/ha de biofertilizante para igualar a produção obtida com a adubação mineral de calcário (2 t/ha), nitrogênio (20 kg/ha), fósforo (20 kg/ha), enxofre (20 kg/ha), potássio (30 kg/ha) e microelementos. Forrageiras nativas não

responderam à aplicação de biofertilizante e adubação mineral, mas as médias sugerem que pode haver aumento de produção de até 27% com adição de 64 t/ha de biofertilizante e de 20% com adubação mineral.



## CONCLUSÕES

Nas cordilheiras de menor fertilidade, após a derrubada e a queima da vegetação, o potencial de nutrientes disponíveis possibilitou produção inicial de *B. decumbens* de 11 t de MS/ha/ano e a adubação com fósforo, potássio e calcário elevou a produção em 30%. A queda posterior de produção desta forrageira foi devida às deficiências de nitrogênio, enxofre e potássio.

Em área de caronal, em presença de enxofre, *V. unguiculata* respondeu acentuadamente a calcário, potássio e fósforo, e *B. ruzizensis*, a calcário e potássio. Não houve diferenças entre as doses testadas. Não responderam à aplicação destes insumos *B. humidicola* e *C. mucunoides*.

*B. decumbens*, em solo de caronal, respondeu inicialmente a calcário até a dose de 2 t/ha. A adição dos nutrientes (sem nitrogênio) aumentou gradativamente a produção da forrageira. Nutrientes com calcário mantiveram a produção alta. A cada corte, com remoção da parte aérea, a resposta a calcário diminuiu. O efeito do calcário deve estar mais relacionado à liberação de nutrientes do que propriamente a aspectos de correção da acidez do solo. A aplicação de enxofre no plantio

na dose de 20 kg/ha aumentou a produção em 30%, a aplicação de calcário (2 t/ha) em 30-50%, enxofre(20 kg/ha) e nitrogênio (10 kg/ha) em 50%, adubação mineral (sem S e N) em 55-80%, adubação mineral(com S) em 100% e adubação mineral (com S e N) em 100-120%. Dos resultados obtidos, salientam-se os efeitos efêmeros de enxofre, nitrogênio e potássio e a falta de resposta aos micronutrientes.

Nos solos mais pobres de campo cerrado com capim-furabucho na sub-região dos paiaguás, *B. decumbens* e *B. humidicola* responderam acentuadamente a calcário, adubação mineral e adubação mineral + calcário. Somente *B. humidicola* mostrou razoável capacidade de adaptação nestes solos em que são limitantes os níveis de todos os macronutrientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEDUSCHI, L.C.; LOPES, L.R.; BENINCASA, M.; ORTOLANI, A.F.; Jr. LUCAS, J.; SANTIAGO, A.C. & CASTANHEIRA, L.C. Viabilidade econômica do uso de biodigestor. Campinas ,CATI, 1983. 13p. (Documento Técnico CATI, 47).
- BERTRAMSON, B.R. Maurice Fried y Samuel L. Tisdale, Sulfur studies of Indiana Soil and Crops., Soil Sci., 20:27-42, 1950.
- BOONMAN, J.G. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. The effect of nitrogen and row width on seed crops of *Setaria sphacelata* cv. Nandi II. Netherlands Journal of Agricultural Science, 20:22-34, 1972.
- BRUM, P.A.R. de; SOUZA, J.C. de; ALMEIDA, I.L. de; CUNHA, N.G. da & COMASTRI FILHO, J.A. Determinação de macro e microelementos no solo, plantas e animais na sub-região dos paiaguás (parte Centro-oeste) no Pantanal Sul-Mato-Grossense. 1984. No prelo.

CARVALHO, M.M. de; ANDREW, C. S.; EDWARDS, D.E. & ASHER, C.J. Comparative performance of six *Stylosanthes* species in three acid soils. Australian Journal of Agricultural Research 31:61-76, 1980.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, Cali, Colombia, Report 1982. p.82-3. (CIAT. Séries No. 02E(1)-82).

COMASTRI FILHO, J.A. Biogás, independência energética do Pantanal Mato-grossense. Corumbá, EMBRAPA, UEPAE de Corumbá, 1981. 53p. (EMBRAPA, UEPAE de Corumbá. Circular Técnica, 9).

COMASTRI FILHO, J.A; Pesquisas em forrageiras no Pantanal Mato-grossense. EMBRAPA, UEPAE de Corumbá, 1984. p. (EMBRAPA, UEPAE Corumbá, Documentos, 3).

CUNHA, N.G. da; POTT, A.; COMASTRI FILHO, J.A.; CASAGRANDE, J.C.; DYNIA, J.F. & COUTO, W. Respostas de forrageiras a nutrientes em solos da planície sedimentar do Rio Taquari, Pantanal Mato-grossense. Corumbá, EMBRAPA, UEPAE de Corumbá, 1981. 43p. (EMBRAPA, UEPAE de Corumbá, Circular Técnica, 8).

- DYNIA, J.F. & CUNHA, N.G. da. Identificação de deficiências de nutrientes em solos do Pantanal Mato-grossense. PAB, 1984. (No prelo).
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 5a. ed. Piracicaba, Nobel 1973. 430p.
- KILLINGER, G. B. Florida pastures make good use of lime. Proc. Soil Crop Sci. Soc. Florida, 17: 36-8, 1957.
- KRETSCHMER JR., A.E.; HAYSLIP, N.C. & OZAKI, C. T. Liming experiments and observations with white dutch clover on immokalee fine sand. Proc. Soil Crop Sci. Soc. Flórida, 17: 274 -86, 1957.
- NORRIS, O.O. Nutrition of the legumes. New York, Academic Press, 1958. Citado por MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, P.A.F. & BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Pioneira, 1974. p.602.
- SANCHEZ, P.A. Properties and management of soils in the tropics. New York, John Wiley & Sons, 1976. p.286.
- TISDALE, S.L. & NELSON, W.L. Soil fertility and fertilizers. New York, Macmillan Publishing Co., 1975. p.412.