

## EFEITO DE NÍVEIS DE FOSFOGESSO, FÓSFORO E CALAGEM SOBRE O CULTIVO DO CAPIM ANDROPOGON (*Andropogon gayanus* Kunth)

Valdinei Tadeu Paulino<sup>1</sup>  
Eurípedes Malavolta<sup>2</sup>  
Antonio Marco Pigato<sup>1</sup>

### INTRODUÇÃO

A produção de carne, principal fonte proteica animal, é obtida principalmente através de animais em regime de pastejo. Os solos tropicais, utilizados em grande parte para produção de forragens, apresentam, em sua maioria, pH ácido, baixa disponibilidade de nutrientes, presença de elementos tóxicos, constituindo-se em desafio técnico-econômico sua utilização racional na exploração pecuária.

Atualmente, em decorrência da crise energética, os solos mais férteis são utilizados para produção de fontes alternativas de energia, enquanto que as áreas cobertas com vegetação de cerrado "prestam-se" para produção de proteína animal. Os fatores mais limitantes nesses solos são os baixos teores de fósforo, aliados a níveis tóxicos de alumínio e manganês. Geralmente, os teores de enxofre total nos solos brasileiros, são relativamente baixos (MALAVOLTA, 1952). Além desse fato, algumas culturas têm exigências de S maiores que de P, dentre as quais estão algumas gramíneas forrageiras (MALAVOLTA, 1982). Algumas razões vêm agravando a deficiência de enxofre, tais como: a) pobreza dos solos em matéria orgânica; b) Alta relação C/S, que dificulta a mineralização e, portanto, o suprimento de enxofre; c) insuficiên

<sup>1</sup>Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP.

<sup>2</sup>Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.

cia da adição via chuva; d) uso de adubos concentrados, que não possuem S na sua composição; e) prática de queimadas, que causam volatilização do S contido no material vegetal; f) exportação pelas colheitas e erosão.

O uso de gesso tem-se destacado como uma fonte importante de Ca, S e como corretivo da toxidez de Al em solos de cerrado (MALAVOLTA, 1979; CARVALHO, 1986).

WERNER et alii (1967) em ensaio de vaso do tipo subtração, com capim-colonião cultivado em um solo de Andradina, SP, utilizando o enxofre como  $H_2SO_4$ , em dose correspondente a 40 kg/ha, observaram que a sua falta resultou em redução de 35% na produção de matéria seca do capim e que, depois do fósforo e do nitrogênio, foi ele o elemento que mais a limitou.

McCLUNG & QUINN (1959), em pasto de grama batatais (*Paspalum notatum*) adubado por 18 meses com nitrato de amônio, verificaram respostas à fertilização com S e P, tanto isoladamente como em combinação. Uma aplicação de 20 a 40 kg/ha de S foi suficiente para obter resultados próximos do ótimo. O sulfato de sódio e o cálcio proporcionaram pronta correção de clorose e melhoria no crescimento. A recuperação da grama foi um pouco retardada no tratamento com enxofre elementar, mas, após dois meses, comportava-se tão bem como nos tratamentos que receberam sulfatos. Os AA. levantaram a hipótese de que a aplicação de nitrogênio teria provocado acúmulo da matéria orgânica no solo e a consequente imobilização do enxofre orgânico.

CASAGRANDE & SOUZA (1982) estudaram, em casa de vegetação, os efeitos dos níveis de enxofre (0; 15; 30, 45 e 60 kg/ha de S) em solos de cerrado (Areia Quartzosa) sobre os capins gordura, jaraguá, braquiária e setária cv. Kazungula. Concluíram que a maior frequência de resposta ao enxofre ocorreu com a aplicação de até 30 kg/ha de S, na forma de  $H_2SO_4$ , sendo o gordura e a braquiária os que mais se destacaram em termos de aumento de produção.

Num Latossolo Vermelho Amarelo de São Pedro (SP) (8 ppm S-SO<sub>4</sub><sup>-</sup>) e num Latossolo Vermelho Escuro, textura média, de Jaticabal (SP) (5ppm S-SO<sub>4</sub><sup>-</sup>), MALAVOLTA et alii (1984), compararam o efeito de três fontes de S (sulfato de amônio, sulfato duplo de potássio e magnésio (K-Mg) e gesso) na produção de matéria seca do capim colônia. Com os dados obtidos sugere-se que as fontes citadas foram praticamente equivalentes e que a dose adequada era de 30 kg/ha de S. Os seguintes níveis e relações foram indicativos de deficiência de S: 0,10 a 0,15% S; N/S = 20 e P/S = 2.

Diante dos custos elevados dos fertilizantes, e tendo-se em vista que somente a calagem não deve ser suficiente para aumentar a produção, uma alternativa bastante otimista é a utilização de espécies forrageiras adaptadas a essas condições.

O capim Andropogon é uma das espécies de forrageira que vegeta bem em solos ácidos, sendo tolerante a solos problemáticos como os Oxissóis e Ultissóis, que apresentam baixos níveis de fósforo e altos níveis de saturação de alumínio (JONES, 1979).

EMRICH (1967), estudando as respostas a fertilização NPK em cinco forrageiras em solos sob vegetação de cerrado, observou que o capim gamba (Andropogon) apresentou maior resistência a seca e a acidez, além de menor exigência em fertilidade de solo, podendo adaptar-se muito bem a esses tipos de solos.

Relatando os efeitos de níveis de calcário, o CIAT (1977) informa que níveis de 0; 0,5; 2,0 e 6,0 t/ha, na forma de carbonato de cálcio, foram usados em solos com saturação de alumínio de 90, 85, 50 e 10% de saturação de alumínio, e o rendimento médio para todos os cortes realizados foi de 7,5 t de matéria seca/ha; contudo os rendimentos máximos foram obtidos sem aplicação de calcário.

Conforme informação do CIAT (1979), o capim *Andropogon* apresentou boa resposta a aplicação de fósforo. Nos níveis mais altos de fósforo (345 kg de  $P_2O_5$ /ha) mas não se observou efeito de calcário na produção de matéria seca. Isto pode ser interpretado como uma resposta do cálcio, mais que a calagem (como corretivo) visto que a aplicação do fósforo aumentou o cálcio do solo.

FALADE (1976) trabalhando com níveis de fósforo de 0; 15; 30, 60; 120; 180 mg P/vaso mais a adubação completa nos outros nutrientes, encontrou-se as produções máximas de matéria seca na dosagem de 60 kg P/ha (equivalente a 678 kg de superfosfato simples).

COUTO et alii (1985) semearam *Andropogon gayanus* com o objetivo de avaliar o fosfato natural de Araxá, o termofosfato magnésiano (Yoorin) e o superfosfato triplo aplicados em um Latossolo Vermelho-Escuro argiloso de cerrado. As produções de matéria seca obtidas com o fosfato de Araxá nas doses de 52 e 105 kg/ha de P foram comparáveis às obtidas com 52 kg/ha de P aplicados na forma de superfosfato triplo. No entanto, a maior produção obtida com a dose de 105 kg/ha de P na forma de superfosfato triplo, sendo que com a aplicação do dobro desta dose na forma de fosfato de Araxá, a produção não foi superior. O superfosfato triplo proporcionou melhores rendimentos na presença de calcário enquanto que o fosfato de Araxá não mostrou diferenças de produção em função do corretivo.

Nota-se na literatura nacional uma escassez elevada de dados relativos a resposta à aplicação de enxofre em *Andropogon*.

O presente trabalho foi realizado com objetivo de se estudar a resposta do capim *Andropogon* a aplicação de calagem, fósforo e doses de S aplicado como fosfogesso, através das produções de matéria seca e de proteína bruta e composição mineral dessa gramínea forrageira cultivada num Latossolo Vermelho Escuro-Álico.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em vasos, em condições de casa-de-vegetação, junto à Seção de Nutrição de Plantas Forrageiras do Instituto de Zootecnia, no período de setembro de 1985 a fevereiro de 1986.

O solo utilizado foi classificado como Latossolo Vermelho Escuro Álico, proveniente da Estação Experimental de Nova Odessa, coletado a uma profundidade de 0-30 cm.

A análise da amostra original do solo, realizada pela Seção de Fertilidade do Solo do Instituto Agrônômico, apresentou os seguintes resultados: M.O. (%) = 4,1; pH = 4,3;  $Ca^{2+}$  = 0,7;  $Mg^{2+}$  = 0,4;  $H^+ + Al^{3+}$  = 6,0;  $K^+$  = 0,22 (em e.mg/100 ml de T.F.S.A.) e P = (em  $\mu g/ml$  de T.F.S.A.).

Para a realização do ensaio, foram empregados vasos de cerâmica com 5,0 kg de solo seco, pintados internamente com tinta impermeabilizante e revestidos com sacos plásticos.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, dispostas num esquema fatorial  $4 \times 2 \times 2$ , para os fatores níveis de fosfogesso, níveis de fósforo e presença ou ausência de calcário e um tratamento testemunha.

O critério adotado para a calagem foi o da elevação do índice de saturação em bases a 60%, correspondente a 2,9 toneladas de calcário calcinado por hectare (PRNT = 130%; CaO = 44% e MgO = 20%). A calagem foi efetuada aproximadamente 25 dias antes da semeadura, misturando-se cuidadosamente o corretivo com o solo e adicionando água deionizada até próximo à capacidade de campo.

O fosfogesso foi aplicado junto com o calcário em quantidades equivalentes às seguintes doses de S (enxo-

fre):  $G_0 = 0$  kg S/ha;  $G_1 = 20$  kg S/ha;  $G_2 = 60$  kg S/ha e  $G_3 = 120$  kg S/ha.

O gesso apresentava a seguinte composição química: 17,7% de enxofre; 30,0% de CaO, e 0,7% de  $P_2O_5$ .

O fósforo foi utilizado como superfosfato triplo (45% de  $P_2O_5$ ):  $P_1 = 20$  ppm de P e  $P_2 = 100$  ppm de P.

O demais nutrientes foram adicionados logo após a semeadura, na forma de soluções. Suas dosagens e respectivas fontes fornecedoras são apresentadas no quadro I.

Quadro I - Doses dos nutrientes e respectivas fontes empregadas.

Nutrientes	Doses (ppm)	Fontes
N(1)	125	$CO(NH_2)_2$
K(2)	150	KCl
B	0,75	$H_3BO_3$
Cu	0,75	Quelato (14% Cu)
Zn	1,50	Quelato (14% Zn)

- (1) N aplicou-se 50 ppm no plantio e 75 ppm após o primeiro corte.
- (2) K aplicou-se 50 ppm no plantio e 100 ppm após o primeiro corte.

Em 14/12/85 fez-se o plantio do *Andropogon gayanus* cv. Planaltina. Após a emergência das plântulas foram executados desbastes periódicos, deixando-se no final 5 plantas por vaso. Durante todo o período experimental os vasos foram irrigados diariamente com água deionizada.

Devido a um ataque de lagartas foi necessário uma pulverização geral. Empregou-se o piretróide Ambush (1 ml por 5 litros de solução).

O primeiro corte da gramínea forrageira foi efetuado em 23/01/86, deixando-se as plantas rebrotar para um segundo corte, realizado após cerca de trinta dias.

Após o segundo corte as raízes foram lavadas e todo o material coletado (parte aérea no primeiro e segundo cortes, e raízes) foi seco em estufa a 65°C por 48 horas. O material da parte aérea e das raízes foi moído e encaminhado ao laboratório e, através de digestão por via úmida, segundo Hunter (1975) obteve-se o extrato para determinação dos teores de nitrogênio (Método Kjeldahl modificado por Sarruge & Haag, 1974). Apenas na parte aérea determinaram-se o fósforo (método colorimétrico com vanado-molibdato de amônio), o cálcio, o magnésio, o potássio, o cobre, o ferro, o manganês, o zinco e o enxofre (por espectrofotometria de absorção atômica).

Foram realizadas amostragens de solo, após a incubação do solo com corretivo e antes do plantio, e por ocasião do corte final, cujas amostras foram enviadas ao Instituto Agrônomo de Campinas, para análises químicas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos quadros Ia, Ib e Ic são apresentados os resultados das análises de variância para os fatores fósforo, calagem e gesso e interações entre esses fatores sobre as diversas variáveis estudadas.

### Efeitos da adubação fosfatada

No quadro II são apresentados os resultados relativos às produções de matéria seca da parte aérea, das raízes, teor de nitrogênio, nitrogênio total do capim *Andropogon*, dados referentes a dois cortes, em função dos ní-

Quadro Ia - Graus de liberdade e níveis de significância pelo teste F para o peso de matéria seca da parte aérea, raízes, quantidades totais de nitrogênio e teores de N e P.

F.V.	GL	Peso seco						N total						P					
		19 corte		29 corte		Raízes		19 corte		29 corte		19 corte		29 corte		19 corte		29 corte	
Calagem (Cal)	1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Cesso (G)	3	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
FGsfuro (F)	2	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*
Cal x G	3	**	**	**	**	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*
Cal x P	2	**	**	**	**	**	ns	**	ns	**	ns	**	ns	**	ns	**	ns	**	ns
G x F	6	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Cal x G x P	6	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

\* ( $P \leq 0,05$ ) e \*\* ( $P \leq 0,01$ ) e ns não significativo.



Quadro Ib - Graus de liberdade e níveis de significância pelo teste F para os teores de K, Ca, Mg e S.

F. V.	GL	K		Ca		Mg		S	
		1º corte	2º corte	1º corte	2º corte	1º corte	2º corte	1º corte	2º corte
Calagem (Cal)	1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Cenoso (C)	3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Fósforo (P)	2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Cal x C	3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Cal x P	2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
C x P	6	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Cal x C x P	6	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

\* ( $P \leq 0,05$ , \*\* ( $P \leq 0,01$ ) e ns não significativo.

Quadro 1c - Graus de liberdade e níveis de significância pelo teste F para os teores de Cu, Fe, Mn, Zn e B.

F.V.	GL												
	Cu		Fe		Mn		Zn		B				
	1º corte	2º corte	1º corte	2º corte	1º corte	2º corte	1º corte	2º corte	1º corte	2º corte	1º corte	2º corte	
Calagem (Cal)	1	ns	ns	*	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns
Tempo (T)	3	ns	ns	**	*	ns	ns	**	**	*	*	ns	ns
Fósforo (P)	2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	*	*	ns	ns
Cal x C	3	ns	ns	**	ns	ns	ns	**	**	**	**	ns	ns
Cal x P	2	ns	ns	*	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns
C x P	6	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Cal x C x P	6	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

\* (P ≤ 0,05), \*\* (P ≤ 0,01) e ns não significativo.

Quadro II - Produções de matéria seca da parte aérea (P.A.) e das raízes, teores de nitrogênio (N) e quantidades totais de nitrogênio (NT) da parte aérea do *Andropogon*, dados de dois cortes, em função das doses de fósforo. Média das quatro repetições e dos níveis de gesso.

Dose de fósforo aplicado (ppm)	P.A.		Raízes		N		NT	
	1º Corte	2º Corte	1º Corte	2º Corte	1º Corte	2º Corte	1º Corte	2º Corte
0	1,77	3,22	1,09		2,17	2,03	38	65
20	6,12	8,57	7,09		2,18	2,50	132	190
100	7,57	9,87	9,25		2,03	2,30	153	236
F	**	*	**		*	**	**	**
DMS (Tukey 5%)	0,45	0,33	1,51		0,02	0,05	3,6	9,31
C.V. 0	13,0	9,2	14,3		5,7	11,9	13,2	12,9

\* e \*\* - Valores F significativos ao nível de 5% e 1%

veis de fósforo e independente dos níveis de gesso ou da aplicação de calcário.

A análise de variância revelou diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) resultantes da aplicação dos níveis de adubação fosfatada nas produções de matéria seca, teores e quantidades de nitrogênio. Verificou-se que o *Andropogon* respondeu bem a adubação fosfatada até a dose equivalente a 450 kg de  $P_2O_5$ /ha na forma de superfosfato triplo. Resultados similares a esses foram obtidos por outros pesquisadores (JONES, 1979 e no CIAT, 1979).

Mediante a aplicação de 20 ppm de fósforo (90 kg de  $P_2O_5$ /ha) as produções de matéria seca da parte aérea do primeiro e do segundo corte corresponderam respectivamente a 80% e 86% das produções obtidas com a aplicação de 100 ppm de fósforo (450 kg de  $P_2O_5$ /ha).

Comparando-se as médias de produção de matéria seca da parte aérea e das raízes pelo Teste de Tukey a 5%, observou-se rendimentos significativamente mais elevado com a aplicação de 100 ppm de fósforo na forma de superfosfato triplo em relação a testemunha sem fósforo ou com aplicação de 20 ppm de P. Para os conteúdos de nitrogênio da parte aérea foram denotadas diferenças significativas (Tukey 5%) entre os tratamentos em ambos os cortes. Assim sendo, no primeiro corte na ausência de aplicação de adubação fosfatada ou mediante a adição de 20 ppm de P corresponderam os teores mais elevados de nitrogênio. Por outro lado no segundo corte no tratamento com adição de 20 ppm de fósforo foi obtido teores mais elevados de N. Esses efeitos são resultantes da diluição desse nutriente decorrente da maior produção de matéria seca na maior dose de adubação fosfatada.

**Teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre**

Os conteúdos médios de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre do *Andropogon* durante dois cortes em

função dos níveis de adubação fosfatada e independente dos níveis de gesso são mostrados no quadro III.

O teste F não revelou diferenças significativas para os conteúdos de fósforo (2ª corte), potássio (2ª corte), cálcio (2ª corte), magnésio (ambos cortes) e enxofre (2ª corte).

As porcentagens de fósforo na matéria seca da parte aérea do capim Andropogon variaram significativamente pelo teste de Tukey 5% de 0,15 a 0,21% no tratamento sem adição de fósforo e com adição de 100 ppm de P (Quadro III).

Para as doses de 20 e 100 ppm de fósforo aplicadas houve pequenos aumentos nos conteúdos de fósforo, porém essas elevações foram maiores quando comparados os tratamentos sem fósforo em relação a aplicação da menor dose de fósforo (20 ppm). Esses dados sugerem que o capim Andropogon apresenta uma boa capacidade em absorver fósforo mesmo quando este macronutriente se apresenta em baixas concentrações no solo.

Os resultados encontrados são semelhantes aos obtidos por FALADE (1975) para os níveis de 30, 60 e 120 mg de P/vaso equivalente a 337,5; 675 e 1012,5 kg de superfosfato simples/ha; porém são superiores aos encontrados por ADEMOSUM & BOUMGARD (1967) que obtiveram apenas 0,14% de P na matéria seca.

Para os conteúdos de potássio na parte aérea do primeiro corte, verificou-se que a medida que se aumentou as doses de fósforo aplicadas houve redução significativa pelo teste de Tukey a 5% nos conteúdos desse elemento. Isto pode ser explicado como consequência de diluição do nutriente no interior da planta devido à maior produção de matéria seca, e, talvez por antagonismo entre cálcio e o potássio. Esses resultados também foram encontrados por WERNER et alii, 1983.

Quadro III - Teores de alguns nutrientes na matéria da parte aérea do capim *Andropogon* não adubado ou adubado com duas doses de  $P_2O_5$ . Média de 12 repetições.

Doses de Fósforo ppm	P		K		Ca		Mg		S	
	19Corte	29Corte	19Corte	29Corte	19Corte	29Corte	19Corte	29Corte	19Corte	29Corte
0	0,15	0,18	2,40	2,37	0,34	0,44	0,28	0,31	0,05	0,09
20	0,20	0,20	2,17	2,39	0,41	0,47	0,31	0,37	0,09	0,08
100	0,21	0,21	1,96	2,32	0,46	0,48	0,32	0,36	0,11	0,11
F	**	ns	**	ns	**	ns	ns	ns	*	ns
D.M.S. (Tukey 5%)	0,03	-	0,12	-	0,02	-	-	-	0,02	-
C.V. (%)	7,50	9,61	7,69	7,70	7,00	8,83	9,90	11,3	12,8	14,5

O teste F revelou diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) para os teores de cálcio do primeiro corte, considerando as diferentes doses de fósforo aplicadas. O teste de Tukey (5%) evidenciou aumentos crescentes e significativos nos teores de cálcio até a dose mais alta do fertilizante fosfatado solúvel aplicado, que também continha cálcio.

Os teores de enxofre no capim andropogon foram incrementados até a dose mais elevada de adubação fosfatada. VITTI\* observou que para essa gramínea forrageira os teores de enxofre considerados críticos estão bem abaixo aos reportados para o capim colômbio.

Resultados obtidos em condições de casa-de-vegetação em experimentos realizados em Brisbane, Austrália, com gramíneas tropicais demonstraram que as concentrações críticas de enxofre estiveram na faixa de 0,07% a 0,11% (SMITH & SIREGAR, 1983). É muito comum utilizar-se a relação de nitrogênio por enxofre para determinar o estado nutricional em enxofre, porém ANDREW (1977) prevê que os valores dessa relação poderiam resultar em interpretação confusa, considerando que as plantas podem utilizar-se do nitrogênio biológico e no solo ocorrem interações entre o fósforo, pH e cálcio. SMITH & DOLBY (1977) também apontaram que altas relações entre N:S em gramíneas poderia resultar tanto de inadequada absorção de S ou alta absorção de N e seu uso deveria ser procedido com cautela.

#### Teores de boro, cobre, ferro, manganês e zinco

O quadro IV ilustra os teores médios (ppm) de boro, cobre, ferro, manganês e de zinco do capim andropogon, dados relativos aos dois cortes de avaliação considerando os efeitos dos níveis de adubação fosfatada aplicados.

---

\* Dr. Godofredo Vitti (1986), Informação Pessoal de dados não publicados.

Quadro IV - Teores de alguns micronutrientes na matéria seca da parte aérea do *ca* pim *Andropogon* não adubado ou adubado com duas doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Média de 12 repetições.

Doses de Fósforo Ppm	B		Cu		Fe		Mn		Zn	
	1º Corte	2º Corte	1º Corte	2º Corte	1º Corte	2º Corte	1º Corte	2º Corte	1º Corte	2º Corte
0	45	65	6,0	6,9	105	177	243	310	28	35
20	42	45	5,3	6,9	112	192	223	299	19	28
100	41	36	5,2	6,7	109	166	217	288	16	25
ppm										
F	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
D.M.S. (Tukey 5%)	-	6,77	-	-	-	-	-	-	-	1,31
C.V. (%)	18,6	22,5	13,1	23,7	23,1	22,3	9,7	16,7	10,0	11,1



Não houve efeitos significativos quanto aos teores de cobre, ferro e manganês em ambos os cortes e de boro no primeiro corte.

Os teores de boro do segundo corte mostraram reduções significativas ( $P < 0,01$ ) com aumento nas quantidades de fósforo empregadas. Possivelmente os efeitos de redução dos conteúdos de boro sejam decorrentes da interação antagônica entre o cálcio do fertilizante e o boro. Tal interação foi observada por diversos pesquisadores com outras plantas cultivadas conforme relatado por OLSEN, 1972.

Os teores de zinco no capim andropogon em ambos cortes diminuíram significativamente com a aplicação do fertilizante fosfatado. Essa interação entre o fósforo e o zinco é conhecida como deficiência de zinco induzida pelo fósforo. De um modo geral esse fato tem sido atribuído a quatro possíveis causas: a) interação P-Zn no solo; b) uma taxa de translocação de Zn mais lenta das raízes para a parte aérea devido a uma resposta de crescimento a P; e d) uma desordem metabólica intracelular relacionada a um desbalanço entre P e Zn, ou uma concentração excessiva de P interfere com a função metabólica do Zn em certos sítios nas células.

Nas condições do presente experimento, as três primeiras causas podem explicar os efeitos observados com relação a redução dos teores de Zn com a aplicação do fertilizante fosfatado, porém a quarta e última causa parece ser de pouco provável pois os teores de fósforo obtidos no primeiro e segundo cortes (Quadro III) mediante aplicação de P não são excessivos e estão próximos ao nível crítico para essa espécie (CIAT, 1982).

Considerando o nível de deficiência de zinco no tecido como 20 ppm (JONES, 1972) verifica-se a importância de um adequado suprimento desse micronutriente na presença de adubação fosfatada do modo a prevenir que sua carência torne-se um estágio posterior limitante ao

crescimento da planta e conseqüentemente com reflexos na dieta animal.

### Efeito da combinação fósforo e calagem

No quadro V, encontram-se os resultados referentes à produção de matéria seca (da parte aérea e das raízes), teores de nitrogênio, nitrogênio total do capim andropogon em função da adição ou não de calagem dentro dos diferentes níveis de fósforo aplicados.

Observa-se que o efeito médio do calcário foi significativo e negativo ( $P < 0,01$ ) sobre a produção de matéria seca em ambos cortes e das raízes dentro dos diferentes níveis de adubação fosfatada. Esses resultados corroboram com os dados da literatura (EMRICH, 1967; JONES, 1979; CIAT, 1977) que classificam o capim andropogon como planta forrageira pouco exigente em termos de fertilidade do solo e tolerante aos fatores de acidez (pH e alumínio). A tolerância ao alumínio solúvel pelo capim andropogon de acordo com JONES (1979) chega a ser significativamente maior que a obtida para a *Brachiaria decumbens*, *Panicum maximum*, *Hyparrhenia rufa* e *Cenchrus ciliaris*. A resposta negativa do capim andropogon à aplicação de calagem não é exclusivamente decorrente de sua maior tolerância ao alumínio, porém possivelmente, deve estar ocorrendo um desbalanço nutricional, como por exemplo entre magnésio x cálcio ou zinco x magnésio. Resalta-se porém os efeitos positivos do uso de cálcio solúvel contido no superfosfato triplo e do cálcio do solo, auxiliando o atendimento das necessidades de Ca dessa gramínea na ausência de calagem (quadro VI).

Para os teores de nitrogênio da parte aérea do primeiro corte e do segundo, houve um efeito significativo e positivo da aplicação de calcário na dose mais elevada de fósforo (primeiro corte) e ambas doses (segundo corte). Esse efeito pode ser facilmente explicado como concentração de nitrogênio decorrente da menor

Quadro V - Produção de matéria seca da parte aérea (P.A.) e das raízes (R), teores de nitrogênio (N) e quantidades totais de nitrogênio (NT) da parte aérea do *Andropogon*, em função das doses de fósforo, na presença ou ausência da calagem. Média de quatro repetições e dos níveis de ges-  
SO.

Doses de Fósforo ppm	Calagem	P.A.		Raízes	N		NT	
		1ºCorte	2ºCorte		1ºCorte	2ºCorte	1ºCorte	2ºCorte
0	Cal <sub>0</sub>	1,77C	3,22C	1,09C	2,17A	2,03C	38D	65B
	Cal <sub>0</sub>	6,89A	11,71A	9,07A	2,13A	2,30B	146B	207A
20	Cal <sub>1</sub>	5,35B	8,63B	5,11B	2,23A	2,69A	119,0C	173A
	Cal <sub>0</sub>	8,33A	102A	11,21A	1,93B	2,05C	160A	241A
100	Cal <sub>1</sub>	6,83B	7,10B	7,27B	2,13A	2,56A	145B	231A

Calagem: Cal<sub>0</sub> (ausência de calagem)

Cal<sub>1</sub> (presença de calagem)

Médias seguidas das mesmas letras, dentro do mesmo nível de fósforo não diferem entre si pelo Teste de Tukey à 5% de probabilidade. Ausência de letras: interação adubação fosfatada e calagem não significativa.

Quadro VI - Teores de alguns nutrientes na matéria seca da parte aérea do capim *Andropogon* em função das doses de fósforo com ou sem calagem.

Doses de fósforo (ppm)	Calagem	P		K		Ca		Mg		S	
		19Corte	29Corte	19Corte	29Corte	19Corte	29Corte	19Corte	29Corte	19Corte	29Corte
0	Cal <sub>0</sub>	0,16B	0,16C	2,45	1,81U	0,33	0,44B	0,21B	0,31B	0,06	0,08B
	Cal <sub>0</sub>	0,18B	0,19B	2,18	2,54A	0,40	0,43B	0,22B	0,28B	0,08	0,07B
	Cal <sub>1</sub>	0,21A	0,21A	2,16	2,23B	0,41	0,47A	0,39A	0,46A	0,09	0,11A
100	Cal <sub>0</sub>	0,17B	0,21A	1,97	2,51A	0,45	0,44B	0,21B	0,25B	0,10	0,08B
	Cal <sub>0</sub>	0,20K	0,20A	1,95	2,12B	0,46	0,49A	0,38A	0,47A	0,11	0,14A
	Cal <sub>1</sub>										

Calagem: Cal<sub>0</sub> (ausência de calagem)

Cal<sub>1</sub> (presença de calagem)

Médias seguidas pelas mesmas letras, no mesmo nível de fósforo, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Ausência de letras, interação adubação fosfatada x calagem não foi significativa.

produção de matéria seca. Observando-se as quantidades totais de nitrogênio (teor de N multiplicado pela produção de matéria seca) verifica-se que no primeiro corte a ausência de calagem corresponderam maiores rendimentos em todos os níveis de adubação fosfatada, entretanto no segundo corte não foram observadas diferenças significativas pois os maiores teores de N com a aplicação da calagem compensaram as menores produções de matéria seca.

Nos quadros VI e VII são mostrados os efeitos da calagem dentro dos diferentes níveis de adubação fosfatada sobre os teores de alguns macronutrientes e micronutrientes. A calagem teve efeito significativo ( $P < 0,01$ ) aumentando os teores de fósforo e magnésio (ambos cortes) e cálcio e enxofre (segundo corte) em todos os níveis de adubação fosfatada estudados.

Tal fato é esperado pois além de ser fonte de cálcio e magnésio para o capim, o calcário elevando os valores de pH melhora a disponibilidade e aproveitamento do fósforo aplicado e acelera a mineralização do enxofre orgânico.

Com relação aos conteúdos de potássio e de boro (segundo corte), ferro, manganês e zinco (em ambos os cortes) a calagem teve influência significativa ( $P < 0,01$ ) diminuindo esses teores na parte aérea do capim andropogon, devido a redução na disponibilidade dos micronutrientes (boro, ferro, manganês e zinco) e ao antagonismo (inibição competitiva) entre cálcio e magnésio com o potássio.

### Efeito dos níveis de gesso

#### Gesso x calagem

Os efeitos dos níveis de enxofre, na forma de gesso sobre as produções de matéria seca da parte aérea, das raízes, teores e quantidades de nitrogênio são mostradas

Quadro VII - Teores de alguns micronutrientes na matéria seca da parte aérea do capim *Andropogon* em função das doses de fósforo com ou sem aplicação de calagem.

Doses de Fósforo (ppm)	Calagem	ppm							
		B	Cu	Fe	Mn	Zn			
0	Cal <sub>0</sub>	38	45A	100B	92C	319A	322A	26A	35A
	Cal <sub>1</sub>	40	44A	127A	187A	369A	482A	21A	31A
	Cal <sub>2</sub>	43	45A	96B	154A	78B	118B	17B	25B
100	Cal <sub>0</sub>	39	35B	110A	232A	349A	460A	18A	28A
	Cal <sub>1</sub>	44	38A	108A	146B	185B	117B	14B	21B

Calagem: Cal<sub>0</sub> (ausência de calagem)

Cal<sub>1</sub> (presença de calagem)

Médias seguidas pelas mesmas letras, dentro do mesmo nível de fósforo, não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Ausência de letras indicam que a interação adubação fosfatada e calagem não foram significativas.

Quadro VIII - Efeito dos níveis de gesso, na ausência e na presença de calagem, sobre a produção de matéria seca da parte aérea (P.A.), teores de nitrogênio (N) e quantidades totais de nitrogênio (NT) do *Andropogon*, dados de dois cortes. Média de quatro repetições.

Níveis de Gesso (kg/ha de S)	P.A.		Raízes		N		NT	
	1º Corte	2º Corte	1º Corte	2º Corte	1º Corte	2º Corte	1º Corte	2º Corte
0	7,50	8,87	10,16		2,02	2,23	150	201
20	7,47	10,17	9,68		2,03	2,21	150	215
60	7,63	11,49	10,12		2,00	2,14	153	227
120	7,84	11,71	10,61		2,07	2,19	160	206
F.R. linear	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	**
F.R. quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F.R. cúbica	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
					g/vaso			
					Na ausência de Calagem			
0	5,81	7,46	5,77		2,16	2,46	182	151
20	5,85	8,40	6,17		2,15	2,64	224	150
60	6,93	7,00	5,63		2,11	2,97	231	153
120	5,77	8,63	7,19		2,29	2,43	172	160
F.R. linear	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
F.R. quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
F.R. cúbica	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
					Na presença de Calagem			

no quadro VIII. Desdobrando-se a interação gesso x calagem observa-se que, na ausência de calagem, apenas para as produções de matéria seca da parte aérea e quantidades totais de nitrogênio (segundo corte) houve efeito significativo dos níveis de gesso. A produção de matéria seca (2º corte) do andropogon foi linearmente incrementada em consequência da adição dos níveis de gesso de acordo com a equação de regressão:  $Y = 8,52 + 0,014x$  ( $r^2 = 0,82$ ) onde Y representa as produções de matéria seca e x as doses de enxofre empregadas (Figura 1). WERNER et alii (1987) trabalhando com capim colômbio também obtiveram aumentos significativos na produção de matéria seca quando incluíram 40 kg de S/ha a uma adubação completa. Com relação as produções de matéria seca e quantidades totais de nitrogênio na presença de calagem, o efeito médio do gesso não chegou a ser estatisticamente significativo.

Com relação as quantidades totais de nitrogênio da rebrota na ausência de calagem, houve um efeito gradativo dos níveis de gesso adicionados ao solo, de acordo com a equação de regressão:  $Y = 201,72 + 0,815x - 0,0065x^2$  (coeficiente de determinação=0,85). A máxima quantidade total de nitrogênio foi alcançada com o emprego de 63 kg de S/ha (380 kg de gesso/ha) (Figura 2).

Na presença da calagem, as máximas quantidades totais de nitrogênio no primeiro corte do capim andropogon foram obtidas com o emprego de 68 kg de S/ha (410 kg de gesso/ha), conforme equação de regressão quadrática para os níveis de enxofre  $Y = 220 + 1,02x + 0,0075x^2$ .

Para as variáveis fósforo (1º corte), magnésio, potássio, enxofre, cobre, manganês e zinco (ambos cortes) não foram observados efeitos significativos dos níveis de gesso nem na presença nem na ausência de calagem.

As Figuras de 3 a 5 ilustram os efeitos significativos dos níveis de gesso sobre os teores de fósforo e de cálcio da rebrota, de ferro (ambos os cortes) e de bo



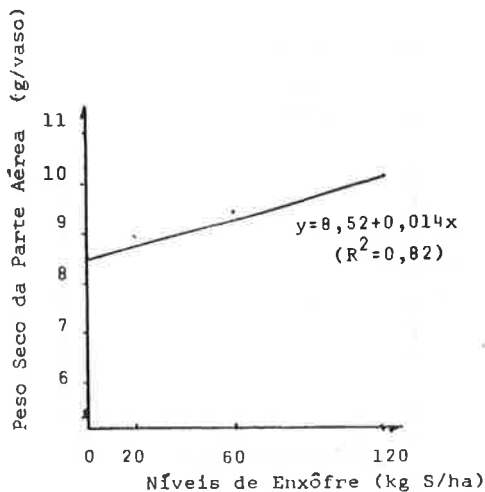


Figura 1. Produção de matéria seca da parte aérea (g/vaso) do *Andropogon* em função dos níveis de enxofre. Dados do segundo corte.

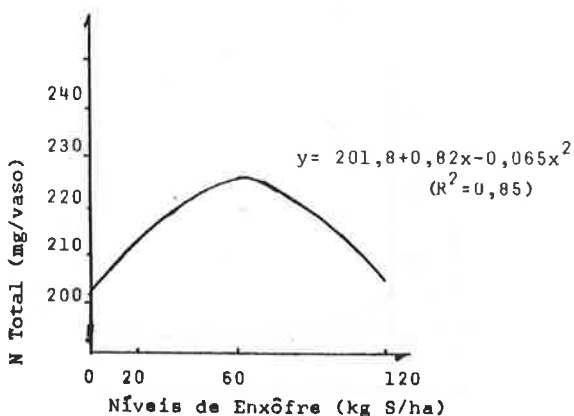


Figura 2. Quantidades totais de nitrogênio (mg/vaso) da parte aérea do capim *Andropogon* em função dos níveis de enxofre. Dados do segundo corte.

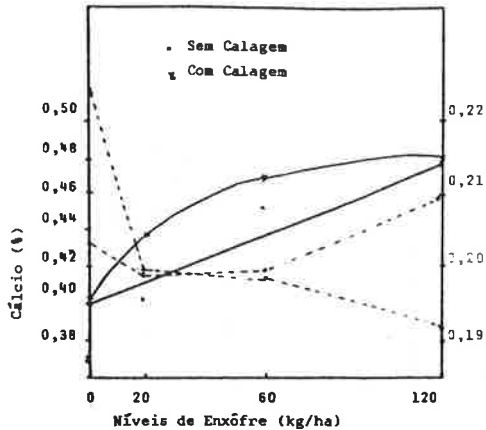


Figura 3. Teores de cálcio (—) e de fósforo (---) em porcentagem, do *Andropogon* em função dos níveis de enxofre. Dados do segundo corte.

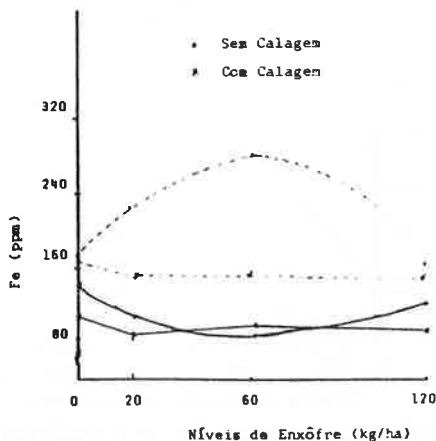


Figura 4. Teores de ferro (ppm) no *Andropogon* em função dos níveis de enxofre. Dados do primeiro (—) e do segundo (---) corte.

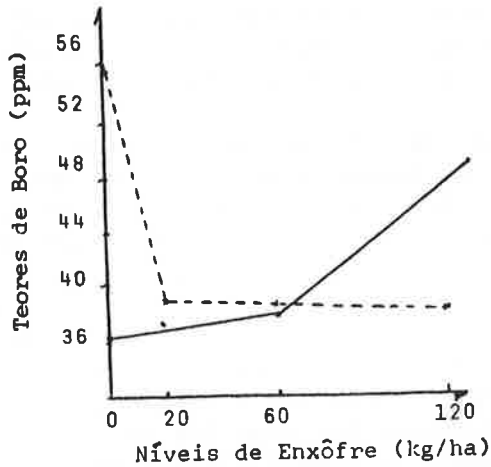


Figura 5. Teores de boro (ppm) no *Andropogon* em função dos níveis de enxofre, sem calagem (—) e com calagem (x--x). Dados do primeiro corte.

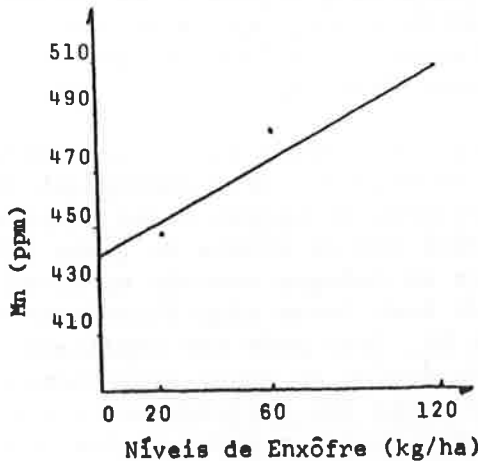


Figura 6. Teores de manganês (ppm) do *Andropogon* em função dos níveis de enxofre na ausência de calagem. Dados do segundo corte.

ro (1º corte). Registrou-se no capim andropogon, na presença de calagem, uma redução nos teores de fósforo com o aumento nos níveis de enxofre (gesso), entretanto, na ausência de calagem não houve diferenças entre os teores de fósforo para os diferentes níveis de gesso aplicados.

Com relação ao cálcio, encontrou-se o esperado, o gesso aplicado na ausência de calagem, contendo Ca em sua composição, teve influência significativa aumentando os teores de cálcio do capim andropogon (Figura 3). Os conhecimentos recentes da físico-química dos solos permitem interpretar melhor como as associações iônicas, acompanhadas por alterações de valências dos íons, podem influenciar a absorção do cálcio pelas raízes. CHAVES et alii (1984) demonstraram que a adição do gesso no solo altera a distribuição das espécies de cálcio, tais como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{CaCl}^+$ ,  $\text{CaCO}_3^+$  e  $\text{CaSO}_4^0$  e que a diminuição da valência do nutriente diminui sistematicamente a absorção pelas raízes. Na presença da calagem, o gesso não teve efeitos significativos na absorção de cálcio.

Conforme ilustra a Figura 4, na ausência de calagem a aplicação de gesso, equivalente a 60 kg de S/ha, aumentou os teores de ferro da parte aérea do capim andropogon porém houve diminuição na presença da maior dose de gesso.

A aplicação do gesso teve efeito significativo sobre os teores de boro do capim andropogon (Figura 5). Na ausência de calagem, os teores desse micronutriente foram incrementados com os níveis de gesso aplicados, porém na presença de calagem somente no nível zero de gesso os teores de boro foram significativamente mais elevados (54 ppm de B), isto pode ser explicado pelo efeito de concentração devido ao menor crescimento. Por outro lado, quando o gesso foi aplicado os teores de boro foram menores e estiveram em média em torno de 39 ppm.

A aplicação de níveis de gesso, na ausência de calagem, mostrou tendência em aumentar os níveis de manganês na parte aérea da rebrota do capim andropogon cv.

Planaltina (Figura 6), porém não houve efeitos negativos na produção de matéria seca. Aparentemente, a toxidez de manganês não é problema para essa espécie quando cultivada nesse solo. Experimentos realizados no CIAT (1981) corroboram com esses dados, classificando o capim andropogon como tolerante a altos níveis de manganês no solo (86 ppm).

### Efeito do gesso e da calagem sobre algumas características químicas do solo

A aplicação do calcário calcinado proporcionou elevação nos valores de pH, dos teores de cálcio e magnésio trocáveis e redução nos teores de hidrogênio e alumínio trocáveis no solo. Em virtude da extração pelo capim andropogon os teores de cálcio e magnésio na época da colheita foram sempre inferiores aos encontrados no solo por ocasião do plantio (Quadro IX).

Os níveis de gesso incrementaram os teores de cálcio no solo. A acidez potencial ( $H^+ + Al^{3+}$ ) mostrou tendência de redução mediante o emprego de gesso, porém os valores de pH não foram alterados. REEVE & SUMMER (1970) observaram que o gesso não neutralizada a acidez do solo, mas proporcionava uma redução nos níveis de alumínio trocável do solo.

Os teores de magnésio não foram alterados com a aplicação de gesso.

### CONCLUSÕES

1. O capim andropogon respondeu positivamente a adubação fosfatada, sendo que esta incrementou significativamente as produções de matéria seca e quantidades totais de nitrogênio.

2. Os teores de fósforo na matéria seca do capim,

Quadro IX - Valores de pH(CaCl<sub>2</sub>) e teores de cálcio, magnésio e hidrogênio mais alumínio (e.mg/100 ml TFSA) das amostras de solo coletadas por ocasião do plantio e da colheita final, em função dos níveis de gesso.

Níveis de Gesso (kg S/ha)	pH		Cálcio		Magnésio		H <sup>+</sup> Al <sup>+++</sup>									
	Cal <sub>0</sub>	Cal <sub>1</sub>	Cal <sub>0</sub>	Cal <sub>1</sub>	Cal <sub>0</sub>	Cal <sub>1</sub>	Cal <sub>0</sub>	Cal <sub>1</sub>								
	a	b	a	b	a	b	a	b								
0	4,1	4,0	5,5	5,1	0,8	0,7	3,0	2,6	0,5	0,1	1,9	1,3	6,4	6,7	2,4	3,1
20	4,1	4,1	5,6	5,2	0,8	0,8	3,1	2,8	0,4	0,1	1,8	1,4	6,2	6,5	2,4	3,1
60	4,1	4,1	5,5	5,2	0,9	0,8	3,4	3,0	0,5	0,2	1,9	1,4	6,0	6,3	2,6	3,1
120	4,1	4,2	5,5	5,3	1,1	0,9	3,5	3,0	0,8	0,2	1,9	1,5	6,0	6,2	2,5	3,1

Cal<sub>0</sub> = Ausência de calagem

Cal<sub>1</sub> = presença de calagem

(a) Amostras realizadas por ocasião do plantio

(b) Amostras realizadas por ocasião da colheita final

na ausência ou na presença da menor dose de adubação fosfatada, evidenciam a elevada capacidade do capim em extrair fósforo em solos com baixos níveis desse elemento.

3. Os teores de zinco do andropogon decresceram com a adubação fosfatada. A interação entre o fósforo e o zinco induziu a uma deficiência de zinco limitante ao crescimento do capim.

4. O capim andropogon não responde a calagem, mostrando maiores produções na ausência de calagem, apresentou, portanto uma boa tolerância aos fatores de acidez.

5. A aplicação de gesso, equivalente a 63 kg de S/ha corresponderam as máximas produções de N total da graminha no segundo corte.

6. Os teores de enxofre no capim andropogon não aumentaram significativamente com aplicação de gesso. Os baixos incrementos denotam que os níveis de gesso utilizados poderiam ter sido insuficientes para corrigir a deficiência do solo estudado.

7. Os teores de cálcio na rebrota da forragem foram aumentados com as aplicações de gesso. Por outro lado, os teores de ferro aumentaram até a dose de 60 kg de S/ha, decrescendo para dose superior de enxofre.

8. Na ausência de calagem, a aplicação dos níveis de gesso aumentou os teores de manganês da parte aérea da rebrota do capim andropogon, porém não afetou negativamente a produção de matéria seca.

## RESUMO

Estudou-se, nesse trabalho, os efeitos do gesso (equivalente a zero, 20, 60 e 120 kg S por hectare) combinado com adubações fosfatadas (zero, 20 e 100 ppm de P) em presença ou ausência de calagem, sobre o crescimen-

to (produção de matéria da parte aérea e das raízes), teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e dos micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) no capim *Andropogon gayanus* cv. Planaltina.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. As adubações fosfatadas (superfosfato triplo) aumentaram significativamente as produções de matéria seca e quantidades totais de nitrogênio do capim andropogon. Os teores de fósforo na matéria seca, sem ou com aplicação de 20 ppm de P evidenciam a alta habilidade do capim em extrair o P do solo com baixo nível desse elemento. Houve um efeito negativo da fertilização fosfatada sobre a absorção de zinco. *Andropogon* não respondeu a calagem, consequentemente com uma boa tolerância as condições de acidez. As máximas produções de nitrogênio total foram alcançadas com 63 kg de S/ha. Os teores de enxofre não aumentaram significativamente com a aplicação de gesso. Essas baixas respostas ao gesso poderiam ser devido as quantidades insuficientes de gesso para atender as necessidades do solo estudado. As concentrações de cálcio na rebrota foram aumentadas com a aplicação de gesso, por outro lado, as concentrações de ferro aumentaram até a dose de 60 kg de S/ha, mas decresceram para níveis superiores a esse. Na ausência de calagem, a aplicação de gesso, elevou a concentração de manganês na rebrota do capim andropogon, porém não reduziu as produções de matéria seca.

## SUMMARY

### EFFECTS OF GYPSUM, PHOSPHORUS AND LIME IN *Andropogon gayanus*

The effects of levels of gypsum (equivalent to nil, 20, 60 and 120 kg S per hectare) combined with phosphated fertilizations (nil, 20 and 100 ppm P) in presence or absence of liming, on the plant growth (shoot dry matter and roots), contents of macronutrients (N, P, K, Ca,



Mg and S) and micronutrients (B, Cu, Fe, Mn and Zn) were examined on two cuts in *Andropogon gayanus* cv. Planaltina grass. A randomized complete block design with four replications was used. The phosphate fertilizations (double superphosphate) increased significantly the dry matter and total nitrogen yields of *Andropogon* grass. Phosphorus concentration in the plant tissue without or with application of 20 ppm evidenced the high ability of the grass to extract P from soil with low level of P. There was a negative effect of P fertilization on the Zn absorption. *Andropogon* did not respond to liming, showing higher yields in absence of lime, consequently with a good tolerance of acidity condition. Maximum yields of total nitrogen would be reached at 63 kg S/ha. Sulphur concentrations between 0.66 and 0.11% did not increase significantly with gypsum application. The small responses to gypsum could be due to the insufficient amount of gypsum to supply the needs of the soil studied. Calcium concentrations in the plant tissue were increase with gypsum application in the other hand, the iron concentrations increase up to 60 kg S/ha, but decrease beyond this level. In lime absence, the gypsum applications increased the manganese concentrations herbage *Andropogon* regrowth, but did not diminish yields to the grass.

#### AGRADECIMENTOS

Ao pessoal de apoio da Seção de Nutrição de Plantas Forrageiras pela colaboração em diversas fases da execução dos experimentos e à escriturária Rosineri Aparecida Lapera Zorzeto pelo serviço de datilografia.

#### LITERATURA CITADA

- ADEMOSUM, A.A. & B.R. BAUMGART, 1967. Studies on the assessment of the nutritive value of some Nigerian forages by Analytical Methods. *Niger. Agric. J.* 4: 1-7.

- ANDREW, C.S., 1977. The effect of sulfur on the growth, sulphur and nitrogen concentrations of some tropical and temperate pasture legumes. *Austr. J. Agric. Res.* 28: 807-20.
- CARVALHO, L.J.C.B., R.L. GOMIDE, G.C. RODRIGUES, R.M.G. SOUZA & E. FREITAS JUNIOR, 1986. Resposta do milho à aplicação do gesso e déficit hídrico em solo de cerrado. *Anais do I Seminário sobre o Uso do Fósforo na Agricultura, Brasília, DF*, 61. 83p.
- CASAGRANDE, J.C. & O.C. SOUZA, 1982. Efeito de níveis de enxofre sobre quatro gramíneas forrageiras tropicais em solo sob vegetação de cerrado do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil - 1982. *Pesq. Agrop. Bras. Brasília*, 17(1): 21-15.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, 1979. *Pastos tropicales*, Informa Anual, Cali, Colombia, 186p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, 1981. *Pastos tropicales*, Informe Anual, Cali, Clômbia, 302p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, 1982. *Pastos tropicales*, Informe Anual, Cali, Colômbia, 286p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, 1977. Programa ganado de corte, Informe Anual, Cali, Colombia, p.A. 61.
- CHAVES, J.C.D., M.A. PAVAN & M. MIYASAKA, 1984. Disponibilidade de cálcio para cafeeiros em solos ácidos. snn.t. Trabalho apresentado no XI Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Londrina, PR, 1984.
- COUTO, W., G.G. LEITE & E. KORNELIUS, 1985. The residual effect of phosphorus and lime on the performance of four tropical grasses in high P fixing oxisol, 1985. *Agronomy Journal* 77(4): 539-542.

- EMRICH, E.S., 1967. Competição entre cinco gramíneas forrageiras para formação de pastagens em solo de cerrado. In: Reunião Brasileira de Cerrado, 2, Sete Lagoas, M.G., *Anais*, p.202-222, 1967.
- FALADE, J.A., 1975. The effect of phosphorus on growth and mineral composition of five tropical grass. *E.A. Agric. Journal*, Nairobi 40: 342-350.
- JONES, C.A., 1979. The potencial of *Andropogon gayanus*, Kunth in the oxisol and ultisol savanes of tropical America 1979. *Herbage Abstracts*, Hurley, Berks 1(40): 1-8.
- MALAVOLTA, E., 1952. Estudos químico-agrícolas sobre o enxofre. *An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"* 9: 39-130.
- MALAVOLTA, E., 1982. Nitrogênio e enxofre nos solos e culturas brasileiras, SN, Bol. Téc., 159p.
- MALAVOLTA, E., 1979. Tecnologia de fertilizantes para o Brasil - Subsídios. Palestra apresentada no Simpósio sobre Tecnologia da Academia de Ciência do Estado de São Paulo, 24p.
- MALAVOLTA, E., G.R. VITTI, D. FORNASIERI FILHO, P. T. G. GUIMARÃES, M.R. GUILHERME, I. EIMORI, L.A.B.C. VASCONCELLOS, C.L. MORAES, J. KAMISKY, M.A. MUTTON, J.G. CARVALHO & V.M. RUY, 1984. Efeito de doses e fontes de enxofre em culturas de interesse econômico. I. Capim colônião (*Panicum maximum* Jacq.) SN. Bol. Téc., São Paulo, 3: 9-22.
- McLUNG, A.C. & L.R. QUINN, 1959. Sulphur and phosphorus responses of batatais grass (*Paspalum notatum*). New York, IBEC Research Institute, 16p. (Bulletin 19).

- OLSEN, S.R., 1972. Micronutrient interations. In: MORTVEDT, J.J., P.M. GIORDANO & W.L. LINDSAY, ed. Micro-nutrients in Agriculture. Madison. p.243-264.
- REEVE, N.G. & M.E. SUMNER, 1970. Effects of aluminum toxicity and phosphorus fixation on crop growth on oxisols in Natal. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 34: 263-268.
- SARRUGE, J.R. & H.P. HAAG, 1974. *Análises químicas em plantas*, Piracicaba, ESALQ/USP, 27p.
- SMITH, F.W. & G.R. DOLBY, 1977. Derivation of diagnostic indices for assessing the sulphur status of *Panicum maximum* var. trichoglume. *Commun. Soil. Sci. Pl. Ind.* 8: 221-240.
- SMITH, F.W. & M.E. SIREGAR, 1983. Sulfur requirements of tropical forages. In: SULFUR IN S.E. ASIAN AND S. PACIFIC AGRICULTURE. Balir, G.J. and Till, A.R. (ed). Indonesia, UNE, pp.76-86.
- WERNER, J.C., J.C. QUAGLIATO & D. MARTINELLI, 1967. Ensaio de fertilização do colônião com solo da "noroeste". *B. Industr. anim.*, São Paulo, 24: 159-167.