



INFLUÊNCIA DA CALAGEM E DA FERTILIZAÇÃO COM FÓSFORO E MOLIBDÊNIO SOBRE O CULTIVO DA ASSOCIAÇÃO GREEN-PANIC X GALÁXIA EM SOLO DE CERRADO¹

VANDERLEY BENEDITO DE OLIVEIRA LEITE², FRANCISCO ANTONIO MONTEIRO³, JOAQUIM CARLOS WERNER⁴

RESUMO - Em experimento de parcelas, em blocos ao acaso com quatro repetições, conduzido no Posto Experimental do Instituto de Zootecnia, em Brotas, SP, em solo de cerrado classificado como Areia Quartzosa, estudaram-se os efeitos de níveis de fósforo (30, 80 e 130 kg de P_2O_5 /ha) combinados com calagem (0 e 1,2 t/ha) e molibdênio (125 e 250 g de Mo/ha) sobre o capim green-panic consorciado com galáxia. Foram avaliadas, por dois anos, as produções de matéria seca (capim, leguminosa e conjunto) e os teores de proteína, fósforo, cálcio, magnésio, potássio, zinco, cobre e manganês no capim e na leguminosa. O aumento do molibdênio não afetou significativamente essas variáveis. Os níveis de fósforo aumentaram significativamente ($p < 0,01$) e de forma linear a produção de matéria seca da leguminosa, no primeiro e na somatória do primeiro e segundo anos. Na ausência de calagem e os níveis de fósforo induziram variações quadráticas ($p < 0,01$) nos teores do elemento nos tecidos do capim, no primeiro e segundo anos e variações lineares ($p < 0,01$) na presença da calagem. Na leguminosa, os teores de fósforo variaram segundo uma equação de segundo grau ($p < 0,01$) no primeiro ano e uma linear ($p < 0,01$) no segundo ano, independentemente da calagem. A calagem proporcionou aumentos nas produções de matéria seca da leguminosa e do capim mais leguminosa no primeiro ano, na somatória do primeiro mais segundo anos e na leguminosa no segundo ano. Os níveis de fósforo e de calagem influenciaram, também, a maioria das outras variáveis estudadas.

Termos para indexação: areia quartzosa, calcário, consorciação, fósforo, molibdênio, produção de matéria seca.

LIME, PHOSPHORUS AND MOLIBDENUM IN A CERRADO SOIL, FOR GREEN-PANIC + GALAXIA GROWTH

SUMMARY - A field experiment was carried out in a complete randomized block design in a cerrado soil classified as an Entisol to study the effects of phosphorus levels (30, 80 and 130 kg P_2O_5 /ha), combined with lime (0 and 1.2 t/ha) and molybdenum (125 and 250 g Mo/ha) upon a grass-legume mixture (green-panic and *Galactia striata*). During two years, it was evaluated the dry matter yield (grass, legume and grass + legume) and the concentrations of crude protein, phosphorus, calcium, magnesium, potassium, zinc, copper and manganese in the grass and legume tissues. The increase in the molybdenum rates did not affect significantly any of these variables. The phosphorus rates increased linearly ($p < 0.01$) the legume herbage yield in the first and first plus second years. In the absence of lime phosphorus rates caused variations ($p < 0.01$) in the concentrations of phosphorus in the grass according to quadratic regressions in the first and in the second years. In the presence of lime the plant phosphorus concentration increased linearly with phosphorus fertilization. In the legume herbage the phosphorus concentration varied according to a quadratic regression ($p < 0.01$) in the first year and linearly in the second, independently of liming. Lime increased legume and grass plus legume dry matter yield in the first year and

¹ - Parte do projeto IZ 14-004/78 - Convênio IZ-FINEP

² - Posto Experimental de Brotas, Instituto de Zootecnia (IZ).

³ - Departamento de Química, Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz", USP. Bolsista do CNPq.

⁴ - Seção de Nutrição de Plantas Forrageiras, IZ.



in the first plus second years and in the legume in the second year. The phosphorus and lime rates influenced also almost all the other variables studied.

Key words: lime, phosphorus, molibdenum, dry matter yield, entisol.

INTRODUÇÃO

A maioria dos solos das regiões de cerrado se caracteriza por apresentar baixa fertilidade natural e acidez elevada. A proposição da melhoria da fertilidade desses solos via adubação química tem sido freqüentemente contestada, principalmente em virtude dos altos custos de fertilizantes, em especial os do nitrogênio. Nesse aspecto, as leguminosas vêm sendo apontadas como uma das melhores opções para recuperação dessas áreas, podendo ser utilizadas tanto como adubação verde quanto em pastagens, consorciadas com gramíneas forrageiras.

Com relação às pastagens consorciadas, os insucessos têm sido enormes na persistência das mesmas. Isso ocorre, especialmente, devido à difícil manutenção da leguminosa nas pastagens por períodos mais longos, e essa dificuldade tem sido atribuída a vários fatores, com destaque para a carência nesses solos de alguns minerais necessários ao atendimento da exigência do sistema leguminosa - *Rhizobium* e para o manejo inadequado dessas pastagens.

Considerando, particularmente, a carência de nutrientes desses solos, alguns autores afirmam que as leguminosas tropicais são capazes de se desenvolver, quase que normalmente, em solos ácidos ou com baixos teores de cálcio (NORRIS, 1959; ANDREW e NORRIS, 1961). Outros informam que as leguminosas diferem na sua habilidade de nodular em substratos com variáveis valores de pH e suprimento de cálcio (MUNNS e FOX, 1977; ANDREW, 1978; MONTEIRO, 1980). Dentre os fatores que mais limitam o desenvolvimento das leguminosas nas áreas de cerrado, são citadas a acidez elevada e a baixa disponibilidade de fósforo e molibdênio (COLOZZA e WERNER, 1982; COLOZZA et al., 1987; MONTEIRO et al., 1980); acidez elevada e baixos níveis de enxofre, potássio e micronutrientes (MIRANDA, 1979; MONTEIRO et al., 1983 a,b); baixa disponibilidade de fósforo (KORNELIUS, 1978) e baixa disponibilidade de molibdênio (WERNER, 1975; MONTEIRO, 1980; COLOZZA e WERNER, 1982).

O objetivo do presente trabalho foi determinar a adubação mais adequada para melhorar a produtividade e fixação de nitrogênio da galáxia (*Galactia striata* Jacq. urb.), quando consorciada com o capim green-panic (*Panicum maximum* Jacq, var. trichoglume cv Petrie) e cultivada em solo de cerrado na região de Brotas-SP. .

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Posto Experimental de Brotas, em área originalmente coberta por vegetação de cerrado, após desmatamento, destoca e enleiramento.

O local está situado a uma altitude de 650m, longitude de 48° 7'W e latitude de 22° 16' S. Os dados climatológicos da região, no período de andamento do trabalho, são mostrados no quadro 1.

A análise granulométrica de amostra de terra da área revelou 9% de argila; 33% de areia fina; 57% de areia grossa e 1% de limo, sendo o solo classificado como Areia Quartzosa profunda (detalhes em MONTEIRO et al., 1983a). As amostras de solo para análise química antes da instalação do experimento foram coletadas em cada bloco, por estarem dois deles em local com maior acúmulo de matéria orgânica. Os resultados são apresentados no quadro 2.

Estudaram-se, em esquema fatorial, três níveis de fósforo, combinados com dois níveis de molibdênio, na ausência e presença de calagem, em experimento de parcelas (2,5 x 6,0 m) dispostas em blocos ao acaso com quatro repetições. A leguminosa utilizada foi a galáxia (*Galactia striata* Jacq. Urb.) consorciada com o capim green-panic (*Panicum maximum* Jacq. Var. trichoglume cv Petrie).

Os níveis de adubação empregados foram: P1 = 30 kg de P₂O₅/ha; P2 = 80kg P₂O₅/ha; P3 = 130 kg P₂O₅/ha ; Mo1 = 125 g de Mo/ha; Mo2 = 250 g Mo/ha; C0 = 0 kg de calcário / ha e C1 = 1200 kg de calcário /ha. A fonte de fósforo foi o superfosfato simples, a de molibdênio o molibdato de sódio e o calcário usado foi o dolomítico.

Quadro 1 - Dados meteorológicos da região de Brotas-SP, no período de 1979 a 1981

Mês	1º. ano			2º. ano			3º. ano		
	Chuva (mm)	Temperatura máx. (°C)	Temperatura mín. (°C)	Chuva (mm)	Temperatura máx. (°C)	Temperatura mín. (°C)	Chuva (mm)	Temperatura máx. (°C)	Temperatura mín. (°C)
Janeiro	97	30	17	218	31	18	314	32	20
Fevereiro	232	31	19	358	32	19	20	37	19
Março	92	30	17	75	35	19	165	34	18
Abril	104	29	15	178	31	17	35	31	16
Maió	124	26	14	22	31	15	62	31	15
Junho	-	26	11	119	28	12	108	27	12
Julho	32	25	10	1	29	13	-	27	11
Agosto	78	29	14	8	32	15	2	32	13
Setembro	190	27	14	48	30	13	16	35	14
Outubro	215	31	15	94	33	16	355	30	15
Novembro	134	33	18	171	33	17	442	34	18
Dezembro	253	32	18	445	29	19	311	34	17
Total	1551			1737			1830		
Média	-	29	15	-	31	16	-	32	16

Quadro 2 - Características químicas de amostras de solo coletadas por bloco antes do plantio

Especificação	M.O. %	pH (H ₂ O)	Al+ +	Ca+ + meq/	Mg+ + 100 ml	K µg/	P ml
Bloco A	2,0	5,0	0,7	0,6	0,2	44	14
Bloco B	1,7	4,8	1,1	0,4	0,1	16	8
Bloco C	1,3	5,0	1,0	0,1	0,0	8	4
Bloco D	1,1	4,4	1,1	0,0	0,0	4	2

O corretivo foi aplicado nas parcelas correspondentes em fevereiro de 1979. A adubação e o plantio foram realizados em março daquele ano, sendo aplicados 6 kg de sementes por ha para cada uma das espécies.

O plantio foi em linhas alternadas de gramínea e leguminosa, com espaçamento de 0,25 m entre linhas. Fósforo e molibdênio nas respectivas combinações foram depositados no sulco a uma profundidade de 5 a 7 cm e cobertos com terra. As sementes foram então distribuídas, cobertas com uma pequena camada de terra e compactadas.

As sementes iniciaram germinação 7 dias após o plantio e, a partir dessa data, foram realizadas irrigações diárias até 22 dias após a germinação. Ao final de abril desse primeiro ano, ocorreram fortes chuvas que danificaram algumas parcelas experimentais. Em vista disso, houve necessidade de replantio dessas parcelas efetuado em maio daquele ano. No início de junho ocorreram geadas, prejudicando as plantas recém germinadas de green-panic.

O primeiro e o segundo cortes do experimento foram efetuados, respectivamente, em 10 de outubro e 5 de

dezembro de 1979; o terceiro em 1 de fevereiro de 1980; o quarto em 11 de março; o quinto em 5 de maio; o sexto em 11 de novembro; em 1981 efetuaram-se o sétimo em 5 de janeiro e o oitavo em 12 de maio.

Os resultados dos quatro primeiros cortes foram agrupados para formar os dados do primeiro ano e os cinco últimos cortes os do segundo ano. Após cada corte, efetuava-se adubação de reposição de potássio, na base de 80 kg de cloreto de potássio/ha, em todas as parcelas.

O material colhido em cada corte era separado em seus componentes (gramíneas e leguminosas) e retiradas amostras, as quais eram secadas a 65°C em estufa de circulação forçada de ar, até peso constante. Em seguida, era determinada a porcentagem de matéria seca e calculada a produção por área. As amostras, depois de moídas, foram encaminhadas ao laboratório para determinação dos teores de proteína bruta, cálcio, fósforo, magnésio, potássio, cobre, zinco e manganês.

Ao final de cada ano foram retiradas amostras de solo e enviadas ao Instituto Agrônomo, em Campinas - SP, para análises químicas.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Características químicas do solo

No quadro 3 são apresentados os resultados da análise de terra do local do experimento ao final do primeiro e do segundo ano de experimentação.

Quadro 3 - Resultados de análise de terra em amostras coletadas ao final do 1º e 2º ano do experimento, em função dos fatores estudados. Médias de duas repetições

Fatores	M.O %		pH H ₂ O		Al ⁺⁺		Ca ⁺⁺ meq/100		Mg ⁺ ml		K ⁺ µg/ml		P ml	
	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano
P-30	1,91	1,84	5,31	4,75	0,35	0,49	0,72	0,35	0,21	0,15	58,50	38,50	13,80	4,60
P-80	1,68	2,04	5,34	4,76	0,39	0,48	0,62	0,48	0,16	0,19	65,50	48,00	21,70	15,80
P-130	1,76	2,01	5,30	4,99	0,38	0,22	0,62	0,58	0,19	0,20	61,00	57,50	23,80	18,95
Cal - 0 t.	1,71	1,74	5,17	4,74	0,48	0,55	0,42	0,31	0,10	0,10	55,67	38,00	17,10	9,90
Cal - 1,2 t	1,75	2,09	5,46	4,91	0,26	0,32	0,91	0,62	0,29	0,26	67,67	57,17	19,50	16,30

Observa-se, no quadro 3, que os níveis de fósforo aplicados ao solo pouca influência exerceram sobre as suas propriedades químicas, no primeiro ano, a não ser um pequeno decréscimo no teor de cálcio, do menor para o nível médio e maior, além de aumentos crescentes no teor de fósforo. Ao final do segundo ano, variações mais expressivas que no primeiro ano, em função dos níveis de fósforo aplicados, foram evidenciadas, ou seja, o teor de alumínio tendeu a diminuir e aumentar os teores de fósforo, cálcio, magnésio, potássio e pH.

Os efeitos da calagem sobre as propriedades químicas do solo são apresentados no quadro 3 e verifica-se que a calagem provocou algum aumento nos teores de matéria orgânica do solo, principalmente no segundo ano. Atuou no solo elevando o pH, diminuindo o teor de alumínio e aumentando os teores de cálcio e magnésio. Resultados concordantes com o uso do corretivo foram obtidos por SIQUEIRA (1986); MALAVOLTA (1976), entre outros. O uso do calcário também propiciou aumento dos teores de potássio e fósforo no solo, tanto no primeiro como no segundo ano.

2. Produção de matéria seca em função dos níveis de fósforo e de calagem.

O quadro 4 mostra as produções de matéria seca da leguminosa e do capim mais leguminosa em função das aplicações de fósforo e calcário.

2.1. Resposta aos níveis de fósforo.

Os níveis de fósforo provocaram efeitos altamente significativos ($p < 0,01$) na produção de matéria seca da galáxia no primeiro ano do experimento. Esse aumento foi linear conforme a equação mostrada no quadro 14.

No segundo ano, os aumentos na produção de matéria seca da leguminosa devido aos níveis de fósforo não foram significativos. Nesse caso, cabe ressaltar que houve uma diminuição drástica na proporção da leguminosa na consorciação, refletindo-se na baixa disponibilidade de matéria seca da leguminosa (quadro 4). Isto já vinha acontecendo desde o final do primeiro ano. Devido à diminuição acentuada da proporção da leguminosa na consorciação, o C.V.(82,7%) da produção de matéria seca, neste último ano, foi bastante elevado, fazendo com que a diferença não chegasse a ser estatisticamente significativa.

Uma das causas da redução da produtividade da galáxia pode ter sido a sua baixa resistência a sistema de cortes drásticos como o que foi empregado (8 a 10 cm do solo). Outras causas também poderiam, em parte, explicar essa queda, tais como: retirada de nutrientes do solo (cálcio e magnésio) no primeiro ano, devido as altas produções obtidas nesse período e à lixiviação de alguns elementos, principalmente enxofre e baixos níveis de zinco na planta, especialmente no segundo ano (quadro 13). Essa queda de produção da leguminosa coincide com o verificado por LEITE et al. (1985), que utilizaram colômbio mais siratro nesse mesmo solo. Sabe-se que a leguminosa é mais exigente em fósforo que as gramíneas, prevalecendo o domínio da gramínea sobre a leguminosa no segundo ano. Essa exigência maior em fósforo da leguminosa foi confirmada por CARRIEL et al. (1989), que trabalharam com colômbio e siratro. Ainda sobre esse aspecto, VILELA (1982) concluiu que a adubação de reposição aumentou a porcentagem de leguminosa na pastagem e LEITE et al.(1991) atribuíram a queda da produção da galáxia nesse tipo de solo à falta de adubação potássica de reposição.



Ainda com relação à produção de matéria seca da leguminosa, os resultados evidenciaram que a maior produção dentro de níveis estudados foi obtida com a maior dose de P_2O_5 usada (130 kg/ha) e que a produção

máxima seria obtida com doses maiores que a empregada, de acordo com a equação de regressão (quadro 14).

Quadro 4 - Produções de matéria seca da leguminosa e do capim + leguminosa, relativas ao primeiro e segundo anos e à soma do primeiro mais segundo anos, em função das aplicações de fósforo e calagem. Médias de quatro repetições dos dois níveis de molibdênio, dos níveis do outro fator e soma dos cortes efetuados dentro de cada ano

Fatores	Leguminosa			Capim + Leguminosa		
	1º Ano	2º Ano	1º+2º Ano	1º Ano	2º Ano	1º+2º Ano
			kg/Ha			
P-30	2.814	101	2.915	6.902	6.478	13.380
P-80	3.888	173	4.061	8.798	7.654	16.452
P-130	3.788	198	3.986	8.093	6.919	15.012
Reg. L	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.
Reg. Q	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cal-0	3.118	89	3.207	7.138	6.717	13.855
Cal-1,2	3.876	225	4.101	8.724	7.317	16.041
F	*	**	**	*	n.s.	*
C.V.%	28.3	82.7	27.9	28.7	21.8	24

Obs: * = significativo a 5%; ** = significativo a 1% e n.s. = não significativo

Com relação à produção do capim mais leguminosa, observa-se que os níveis de adubo fosfatado não influenciaram significativamente as produções de matéria seca (quadro 4). Também, a produção do capim no segundo ano foi bem maior que no primeiro, fato esse que pode ser atribuído a diversos aspectos, tais como: maior perfilhamento do capim, maior teor de matéria orgânica no solo, principalmente devido à incorporação de nitrogênio pela leguminosa no primeiro ano, maior crescimento das raízes, explorando melhor a fertilidade do solo.

2.2. Resposta à calagem

As produções de matéria seca da leguminosa e do capim mais leguminosa na ausência e presença de calagem são apresentadas no quadro 4. Observa-se que a aplicação de calcário aumentou significativamente ($p < 0,05$) a produção de matéria seca da leguminosa no primeiro ano. No segundo ano e

na somatória dos anos, esses aumentos foram altamente significativos ($p < 0,01$). Esses resultados confirmam os encontrados por COLOZZA et al. (1987). Leguminosas forrageiras, quando implantadas, principalmente, em solo de cerrado, têm respondido significativamente à aplicação de calcário, MIRANDA (1979) obteve resposta positiva à aplicação de calcário em solo Areia Quartzosa cultivado com galaxia. Também, MONTEIRO et al. (1983b) obtiveram respostas positivas ao trabalharem em solo Podzólico Vermelho - Amarelo var. Laras cultivado com essa leguminosa. No caso de capim mais leguminosa, os efeitos da calagem foram significativos ($p < 0,05$) no primeiro ano e na somatória dos dois anos

3. Porcentagem de proteína

O quadro 5 mostra os teores de proteína bruta no capim e na leguminosa, no primeiro e segundo ano, em função de aplicações de fósforo e calcário.



Quadro 5 - Porcentagens de proteína bruta no capim e na leguminosa, no primeiro e no segundo ano, em função das aplicações de fósforo e calcário. Médias de quatro repetições, dos dois níveis de molibdênio, dos níveis do outro fator e soma dos cortes efetuados dentro de cada ano

Fatores	Capim		Leguminosa	
	1º Ano	2º Ano	1º Ano	2º Ano
P-30	8,77	9,33	20,36	18,06
P-80	8,74	8,99	20,52	18,91
P-130	8,54	8,90	20,49	17,94
Reg. L	n.s.	**	n.s.	n.s.
Reg. Q	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cal-0	8,90	9,21	20,86	18,79
Cal-1,2	8,48	8,94	20,05	17,81
F	**	*	**	*
C.V.%	5,6	4,3	3,4	7,5

Obs: * = significativo a 5% ; ** = significativo a 1% n.s. = não significativo

3.1. Fósforo

Os efeitos dos níveis de fósforo sobre a porcentagem de proteína bruta na leguminosa não foram significativos. No capim, esses efeitos foram observados somente no segundo ano ($p < 0,01$), quando os maiores níveis proporcionaram as menores porcentagens de proteína bruta no capim, que se ajustou a uma regressão linear, conforme equação mostrada no quadro 14. Esses efeitos ocorreram, provavelmente, devido aos aumentos de produção da matéria seca do capim por influência dos níveis de fósforo, provocando diluição nos teores de proteína. CARRIEL et al. (1989) constataram diminuição no teor de proteína do capim com o aumento das quantidades aplicadas de fósforo e justificaram também que esse fato poderia ter ocorrido devido ao efeito de diluição. Observa-se, ainda, que os teores de proteína encontrados por aqueles autores foram maiores no primeiro que no segundo ano. No presente trabalho, houve aumento desses teores do primeiro para o segundo ano. Esses aumentos, mesmo com maior produção de matéria seca, podem ser explicados pela maior produção de matéria seca da leguminosa no primeiro ano, que se traduziu em aumentos no teor de matéria orgânica no solo e maior potencial de suprimento de nitrogênio no segundo ano. Por outro lado,

como a leguminosa praticamente desapareceu no segundo ano, o capim ocupou os espaços vazios através de maior perfilhamento. Isso provavelmente fez com que aumentasse também a sua produção de matéria seca.

3.2. Calagem

A calagem resultou em diminuição significativa dos teores de proteína do capim no primeiro ano ($p < 0,01$) e no segundo ($p < 0,05$) (quadro 5). O mesmo ocorreu para a leguminosa.

Com relação aos teores de proteína na leguminosa, COLOZZA et al. (1987) encontraram teores mais baixos de nitrogênio em presença de calagem, quando comparados à testemunha e justificaram essa queda por efeitos de diluição do nitrogênio, devido à maior produção de matéria seca quando a leguminosa recebia calagem. Isso coincide com o obtido no presente trabalho.

4. Produções de proteína bruta

No quadro 6, são apresentadas as produções de proteína bruta da leguminosa e do capim mais leguminosa em função dos fatores estudados.

Quadro 6 - Produções de proteína bruta da leguminosa e do capim+ leguminosa, relativas ao primeiro e ao segundo ano e à soma do primeiro + segundo ano em função das aplicações de fósforo e calagem. Média de quatro repetições, dos dois níveis de molibdênio, dos níveis do outro fator e soma dos cortes efetuados dentro de cada ano (kg/ha)

Fatores	Leguminosa			Capim + Leguminosa		
	1º ano	2º ano	1º + 2º ano	1º ano	2º ano	1º + 2º ano
P - 30	571	18	589	907	604	1511
P - 80	795	33	828	1195	703	1898
P - 130	777	35	812	1125	630	1755
Reg. L.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.
Reg. Q.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cal - 0	650	17	667	981	620	1601
Cal - 1,2	779	40	819	1171	671	1842
F	n.s.	**	*	*	n.s.	n.s.
CV %	28,2	82,7	27,7	26,2	23,3	23,5

Obs: * = significativo a 5% ; ** = significativo a 1% e n.s. = não significativo



4.1. Fósforo

Houve aumento altamente significativo ($p < 0,01$) na produção de proteína bruta da leguminosa, no primeiro ano do experimento, em função dos níveis de fósforo (quadro 6). Esses aumentos foram lineares, conforme equação inserida no quadro 14. Também, na somatória dos dois anos, as produções de proteína bruta responderam às aplicações dos níveis de fósforo da mesma forma como o fizeram no primeiro ano e a correspondente equação de regressão linear encontra-se no quadro 14.

A quantidade de proteína produzida pela leguminosa foram basicamente conseqüência do incremento na produção de matéria seca. COLOZZA et al. (1987) constataram redução na quantidade de nitrogênio da galáxia cultivada, em solo de cerrado, quando o fósforo estava ausente da adubação.

4.2. Calagem

A calagem exerceu efeitos altamente significativos ($p < 0,01$) sobre a produção de proteína bruta da galáxia no segundo ano e efeitos significativos ($p < 0,05$) na somatória dessa produção dos dois anos (quadro 6). No caso da produção de proteína bruta da galáxia, MONTEIRO (1980) também encontrou respostas positivas à calagem.

Houve uma sensível diminuição na quantidade de proteína bruta da galáxia, no segundo ano, em relação ao primeiro, semelhante ao que aconteceu com a produção de matéria seca. COLOZZA et al. (1987), trabalhando com a galáxia em solo de cerrado no mesmo local do presente experimento, verificaram que na ausência de calagem houve redução significativa na quantidade total de nitrogênio da ordem de 48%. Em trabalho realizado em

Pindamonhagaba - SP, CONSENTINO et al. (1987) obtiveram quantidade de proteína bruta, (médias de três anos), bem maior que a do presente estudo para a galáxia. Isso provavelmente ocorreu devido a adubação de reposição com fósforo (30 kg de P_2O_5 /ha/ano). MONTEIRO et al. (1983b) também encontraram resultados positivos para produção de proteína bruta em função do emprego de corretivo num solo Podzólico Vermelho - Amarelo.

Para o capim mais leguminosa, observa-se (quadro 6) que houve, no primeiro ano, aumento significativo ($p < 0,05$) na produção de proteína bruta, em função da calagem. Isso demonstra que a calagem para pastagem consorciada, quando a leguminosa efetivamente está presente, promove aumento na produção de proteína da gramínea, em decorrência do efeito que a calagem exerce sobre o aumento de fixação de nitrogênio pela leguminosa e conseqüente transferência para o capim. No segundo ano não houve, para a produção de proteína bruta, resposta significativa para o conjunto capim mais leguminosa. Isso coincide com a queda drástica da produção da leguminosa, ficando o capim sem o adequado suprimento de nitrogênio. Pelos dados de análise química de amostra de solo (quadro 3), verifica-se que no segundo ano o pH no solo, nas parcelas com calagem, está em níveis mais baixos que nas parcelas sem calagem no primeiro ano. Isso pode ser uma explicação para o desaparecimento da leguminosa da consorciação já no segundo ano, devido à grande redução de cálcio pelo sistema de corte adotado e, conseqüentemente, no pH do solo, além da queda do teor de zinco disponível que se refletiu na forragem, como já comentado.

5. Porcentagem de fósforo

Quadro 7 - Porcentagem de fósforo no capim e na leguminosa, no primeiro e no segundo ano, em função das aplicações de fósforo e calcário. Médias de quatro repetições, dos dois níveis de molibdênio, do níveis do outro fator e soma dos cortes efetuados dentro de cada ano

Fatores	Capim				Leguminosa	
	1º ano		2º ano		1º ano	2º ano
	Cal - 0	Cal-1,2	Cal - 0	Cal-1,2	---	---
P - 30	0,151	0,151	0,142	0,146	0,185	0,181
P - 80	0,195	0,191	0,174	0,170	0,208	0,188
P - 130	0,141	0,220	0,168	0,201	0,206	0,198
Reg. L.	**	**	**	**	**	**
Reg. Q.	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.
Cal 0	0,176		0,161		0,198	0,189
Cal 1,2	0,188		0,172		0,201	0,189
F	*		**		n.s.	n.s.
C.V. %	8,4		7,5		7,1	8,7

Obs: * = significativo a 5% ** = significativo a 1% e n.s. = não significativo



Na leguminosa, os teores de fósforo não se alteraram significativamente com a aplicação de calcário, mas aumentaram com os níveis de fósforo na adubação (quadro 7). No primeiro ano, esses aumentos variaram segundo uma regressão quadrática e, no segundo, linearmente (quadro 14). MONTEIRO et al. (1983b), em função das aplicações de calcário em solo Podzólico Vermelho-Amarelo (experimento em vaso), obtiveram teores crescentes de fósforo na galáxia com os aumentos nos níveis de calagem no primeiro corte e esses teores foram maiores que os encontrados no presente trabalho. No segundo corte, os referidos autores também encontraram variação significativa do teor de fósforo em função da calagem (apesar dessa variação ser muito pequena) e esses teores foram bem mais baixos que os encontrados nesse trabalho.

Vários trabalhos têm evidenciado aumento do teor de fósforo na leguminosa com as aplicações de

adubos fosfatados, como os de CARRIEL et al. (1989); DELISTOIANOV et al. (1992); entre outros.

Para o capim, o teor de fósforo aumentou significativamente com a calagem no primeiro ($p < 0,05$) e no segundo ano ($p < 0,01$). Como a interação calagem x fósforo foi significativa, tanto no primeiro como no segundo ano, são apresentados no quadro 7 os resultados considerando presença e ausência de calagem, em função dos níveis de fósforo aplicados ao solo. Na ausência de calagem, as variações no teor de fósforo do capim, nos dois anos de experimentação, seguiu regressão quadrática (quadro 14), enquanto que na presença de calagem o teor de fósforo aumentou linearmente tanto no primeiro como no segundo ano (quadro 14).

6. Porcentagem de magnésio

Quadro 8 - Porcentagem de magnésio no capim e na leguminosa, no primeiro e no segundo ano, em função das aplicações de fósforo e de calagem. Médias de quatro repetições, dos dois níveis de molibdênio, dos níveis do outro fator e dos cortes efetuados dentro de cada ano

Fatores	Capim		Leguminosa	
	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano
P - 30	0,346	0,305	0,322	0,329
P - 80	0,350	0,294	0,331	0,338
P - 130	0,349	0,326	0,318	0,356
Reg. L	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Reg. Q	n.s.	*	n.s.	n.s.
Cal - 0	0,259	0,227	0,278	0,281
Cal - 1,2	0,438	0,390	0,370	0,400
F	**	**	**	**
CV %	16,7	10,9	15,1	17,9

Obs: * = significativo a 5% ** = significativo a 1% e n.s. = não significativo

Quadro 9 - Porcentagens de cálcio no capim e na leguminosa, no primeiro e no segundo ano, em função das aplicações de fósforo e de calcário. Médias de quatro repetições, dos dois níveis de molibdênio, dos níveis do outro fator e dos cortes efetuados dentro de cada ano

Fatores	Capim		Leguminosa	
	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano
	Cal - 0	Cal - 1,2	---	---
P - 30	0,371	0,446	0,369	0,752
P - 80	0,449	0,451	0,382	0,751
P - 130	0,480	0,459	0,433	0,817
Reg. L	**	n.s.	**	n.s.
Reg. Q	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cal - 0	0,433	0,361	0,834	0,711
Cal - 1,2	0,452	0,429	0,970	0,835
F	n.s.	**	**	**
C.V. %	10,8	10,8	9,7	18,4

Obs: * = significativo a 5% ** = significativo a 1% e n.s. = não significativo



A calagem aumentou expressivamente os teores de magnésio, tanto no green-panic como na galáxia, nos dois anos de experimento (quadro 6). Esses resultados eram esperados em virtude dos teores originais de magnésio no solo (quadro 2) serem extremamente baixos. LEITE et al. (1985) já haviam constatados teores de magnésio extremamente baixos em colômbio e siratro, cultivados no mesmo solo que o do presente trabalho.

Os níveis de adubação fosfatada não alteraram significativamente os teores de magnésio na leguminosa, em ambos anos experimentais, nem os do capim no primeiro ano. No segundo ano, houve efeito significativo ($p < 0,05$) dos níveis de fósforo no teor de magnésio do green-panic, efeito esse representado pela equação de segundo grau mostrada no quadro 14.

7. Porcentagem de cálcio

A calagem aumentou significativamente ($p < 0,01$) os teores de cálcio no capim no segundo ano e na

leguminosa nos dois anos do experimento (quadro 9). Os níveis de adubação fosfatada aumentaram linearmente ($p < 0,05$) os teores de cálcio da leguminosa apenas no primeiro ano, e a equação é mostrada no quadro 14.

A interação calagem x fósforo para os teores de cálcio no capim no primeiro ano, foi significativa e no seu desdobramento verificou-se efeitos dos níveis de fósforo somente na ausência de calagem (quadro 9), onde os teores de cálcio foram aumentados significativamente ($p < 0,01$) e de forma linear (quadro 14) somente na ausência da calagem. Esse fato pode ser explicado porque a fonte de fósforo utilizada contém cálcio. Na presença de calagem, essa já forneceria cálcio em quantidade suficiente para o atendimento das necessidades do capim, não mostrando efeitos significativos.

8. Porcentagem de potássio.

Quadro 10 - Porcentagens de potássio no capim e na leguminosa no primeiro e no segundo ano. Médias de quatro repetições, dos dois níveis de molibdênio, dos níveis do outro fator e dos cortes efetuados dentro de cada ano

Fatores	Capim		Leguminosa	
	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano
P - 30	1,619	2,218	1,464	1,866
P - 80	1,564	2,090	1,383	1,845
P - 130	1,539	2,091	1,302	1,812
Reg. L	n.s.	*	*	n.s.
Reg. Q	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cal - 0	1,587	2,175	1,467	1,865
Cal - 1,2	1,562	2,091	1,299	1,816
F	n.s.	*	**	n.s.
C.V. %	11,1	6,3	12,4	10,5

Obs: * = significativo a 5% ** = significativo a 1% e n.s. = não significativo

Os níveis de fósforo aplicados ao solo provocaram efeitos significativos ($p < 0,05$) nos teores de potássio do capim no segundo ano e da leguminosa no primeiro ano (quadro 10). Esses efeitos foram lineares conforme equação de regressão apresentada no quadro 14. Os teores de potássio diminuíram com os aumentos das quantidades de adubo fosfatado. Isso, possivelmente, ocorreu devido aos aumentos de produção de matéria seca, tanto do capim como da leguminosa em função das adubações fosfatadas, provocando com isso, efeitos de diluição do potássio na planta.

A presença de calcário também provocou diminuição significativa ($p < 0,05$) no teor de potássio do capim no segundo ano e da leguminosa no primeiro ano ($p < 0,01$) (quadro 10). Nesses casos, deve ter ocorrido o antagonismo do cálcio e magnésio com o potássio, aliado à crescente de produção de matéria seca, provocando efeito de diluição do potássio.

Observa-se, ainda, no quadro 8, que os teores de potássio, tanto da gramínea como da leguminosa, foram mais elevados no segundo ano, provavelmente devido à adubação de reposição com esse nutriente. No caso da leguminosa, esse fato pode também estar relacionado com a concentração desse elemento devido a baixa produção dessa forrageira. VICENTE - CHANDLER et al. (1962) constataram em capim-colômbio que teor de potássio em torno de 2% foi associado com altas produções. Por outro lado, em pastagem consorciada, BARBER (1968) constatou que as necessidades de potássio são maiores do que para leguminosas solteiras.

9. Teores de micronutrientes

Nos quadros 11, 12 e 13 são apresentados os teores dos micronutrientes em função da aplicação de fósforo e de calcário ao solo.



Quadro 11 - Teores (mg/ kg) de cobre no capim e na leguminosa, no primeiro e no segundo ano em função das aplicações de fósforo e calcário. Médias de quatro repetições, dos dois níveis de molibdênio, dos níveis do outro fator e dos cortes efetuados dentro de cada ano

Fatores	Capim		Leguminosa	
	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano
P - 30	6,5	8,2	8,4	8,5
P - 80	5,8	7,2	7,6	8,4
P - 130	5,9	7,2	7,4	7,9
Reg. L	**	**	**	*
Reg. Q	*	*	n.s.	n.s.
Cal - 0	6,3	8,0	8,1	8,8
Cal - 1,2	5,8	7,2	7,5	7,8
F	**	**	**	**
C.V. %	9,2	8,6	8,5	8,3

Obs: * = significativo a 5% ** = significativo a 1% e n.s. = não significativo

Quadro 12 - Teores (mg/kg) de manganês no capim e na leguminosa, no primeiro e no segundo ano em função das aplicações de fósforo e calcário. Médias de quatro repetições, dos dois níveis de molibdênio, dos níveis do outro fator dos cortes efetuados dentro de cada ano

Fatores	Capim		Leguminosa	
	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano
P - 30	254	139	728	300
P - 80	286	153	761	301
P - 130	276	147	694	250
Reg. L	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Reg. Q	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cal - 0	302	153	725	306
Cal - 1,2	243	139	730	261
F	**	n.s.	n.s.	n.s.
C.V. %	19,0	16,7	15,9	33,3

Obs: * = significativo a 5% ** = significativo a 1% e n.s. = não significativo

Quadro 13 - Teores (mg/kg) de zinco no capim e na leguminosa, no primeiro e no segundo ano, em função das aplicações de fósforo e calcário. Médias de quatro repetições, dos dois níveis de molibdênio, dos níveis do outro fator e dos cortes efetuados dentro de cada ano

Fatores	Capim		Leguminosa	
	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano
P - 30	26,2	17,4	25,5	22,3
P - 80	25,6	16,2	24,8	22,8
P - 130	24,7	16,1	23,9	21,1
Reg. L	n.s.	**	n.s.	n.s.
Reg. Q	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cal - 0	25,7	16,4	26,0	24,4
Cal - 1,2	25,3	16,8	23,4	19,8
F	n.s.	n.s.	**	**
C.V. %	8,2	7,9	9,2	15,5

Obs: * = significativo a 5% ** = significativo a 1% e n.s. = não significativo

Os níveis de adubação fosfatada influíram significativamente nos teores de cobre do capim, tanto no primeiro como no segundo ano. Essa influência variou segundo equações de segundo grau (quadro 14).

No caso da leguminosa, os níveis de fósforo aplicados ao solo provocaram decréscimos no teor de cobre, tanto no primeiro ($p < 0,01$) como no segundo ano ($p < 0,05$). Esses decréscimos foram lineares (quadro 14). Isso está de acordo com MALAVOLTA (1976), que afirma que altas doses de fósforo aplicadas ao solo podem diminuir a absorção de cobre pelas plantas.

Com relação à calagem, verifica-se que o uso de 1,25 ton/ha diminuiu significativamente ($p < 0,01$) os teores de cobre, tanto do capim como da leguminosa, nos dois anos de experimento (quadro 11). Segundo MALAVOLTA (1976), a disponibilidade de cobre no solo diminui com o aumento do pH. Para a leguminosa, MONTEIRO (1980) e MONTEIRO et al. (1983b) não encontraram efeitos dos níveis de calcário sobre o teor de cobre da galáxia, entretanto, eles foram bem mais baixos que os obtidos no presente trabalho.



Os níveis de fósforo não afetaram significativamente os teores de manganês nas forrageiras estudadas (quadro 12), havendo queda acentuada desses teores do primeiro para o segundo ano, tanto no capim como na leguminosa. Esse fato pode ser explicado pela contínua ação do cálcio contido na fórmula do adubo fosfatado utilizado, diminuindo a disponibilidade de manganês para as plantas. MIRANDA (1979) obteve teor de manganês, na parte aérea da galáxia, cultivada também em Areia Quartzosa, em torno de 700 mg/kg, quando foram omitidas as aplicações de calcário e cálcio. No trabalho de MONTEIRO (1980) houve, também, queda acentuada do teor de manganês da galáxia do primeiro para o segundo corte.

O teor de manganês, em função da calagem, diminuiu significativamente ($p < 0,01$) somente no capim no primeiro ano. Isso pode ser, também, explicado de conformidade com MALAVOLTA (1976), que relatou ser a disponibilidade de manganês diminuída pela elevação do pH do solo.

Os níveis de fósforo aplicados ao solo exerceram efeitos significativos ($p < 0,01$), lineares e decrescentes sobre o teor de zinco, somente no capim no segundo ano (quadros 13 e 14). Isso pode ser explicado pela presença do cálcio no adubo fosfatado utilizado, provocando

diminuição no teor de zinco do capim nas dosagens maiores de fósforo (MALAVOLTA, 1976).

A calagem exerceu efeitos significativos ($p < 0,01$) sobre o teor de zinco somente na galáxia, tanto no primeiro como no segundo ano. A aplicação de calcário possivelmente diminui a disponibilidade desse micronutriente no solo, refletida em menor teor de zinco na leguminosa. MONTEIRO (1980) observou redução no teor do mesmo micronutriente nessa leguminosa cultivada na presença de calagem, concordando com MALAVOLTA (1976) que explicou ser a disponibilidade de zinco diminuída pela elevação do pH.

Não ocorreram efeitos significativos nas variáveis estudadas, quando se aumentada de 125 para 250g de Mo/ha aplicados ao solo. Diversos trabalhos com solo do local mostram respostas positivas da aplicação desse elemento na produção e/ou fixação de N_2 em leguminosas forrageiras (COLOZZA e WERNER, 1982; MONTEIRO et al., 1980; COLOZZA et al., 1987), os quais levaram os autores a não incluírem tratamentos sem molibdênio no presente experimento. Assim o nível mais baixo utilizado foi de 125g de Mo/ha e os resultados encontrados não permitem inferir que as plantas estudadas não precisariam da adubação com esse micronutriente.

Quadro 14 - Equações de regressão para níveis de fósforo

Variável (Y)	Equação de regressão
Matéria seca (kg/ha) leguminosa 1º ano.....	$Y = 2.717,917 + 9,734 \times P$
Matéria seca (kg/ha) leguminosa 1º e 2º anos.....	$Y = 2.798,092 + 10,699 \times P$
Proteína % gramínea 2º ano.....	$Y = 9,4179 - 0,0043 \times P$
Proteína (kg/ha) leguminosa 1º ano.....	$Y = 549,946 + 2,056 \times P$
Proteína (kg/ha) leguminosa 1º e 2º anos.....	$Y = 564,150 + 2,236 \times P$
P % gramínea 1º ano ausência de calagem.....	$Y = 0,0980 + 0,021 \times P - 0,000011 \times P^2$
P % gramínea 2º ano ausência de calagem.....	$Y = 0,1058 + 0,014 \times P - 0,0000075 \times P^2$
Ca % gramínea 1º ano ausência de calagem.....	$Y = 0,3463 + 0,00109 \times P$
P % gramínea 1º ano presença de calagem.....	$Y = 0,1325 + 0,000688 \times P$
P % gramínea 2º ano presença de calagem.....	$Y = 0,1285 + 0,00055 \times P$
P % leguminosa 1º ano.....	$Y = 0,1598 + 0,00097 \times P - 0,0000049 \times P^2$
P % leguminosa 2º ano.....	$Y = 0,1752 + 0,00017 \times P$
Mg % gramínea 2º ano.....	$Y = 0,3318 - 0,00115 \times P + 0,0000085 \times P^2$
Ca % gramínea 1º ano.....	$Y = 0,3942 + 0,00061 \times P$
Ca % gramínea 2º ano.....	$Y = 0,3433 + 0,00064 \times P$
Ca % leguminosa 1º ano.....	$Y = 0,8161 + 0,00109 \times P$
K % gramínea 2º ano.....	$Y = 2,2339 - 0,00126 \times P$
K % leguminosa 1º ano.....	$Y = 1,5131 - 0,00162 \times P$
Cu (mg/kg) gramínea 1º ano.....	$Y = 7,2725 - 0,03025 \times P + 0,00015 \times P^2$
Cu (mg/kg) gramínea 2º ano.....	$Y = 9,2000 - 0,039375 \times P + 0,000188 \times P^2$
Cu (mg/kg) -leguminosa 1º ano.....	$Y = 8,6333 - 0,0100 \times P$
Cu (mg/kg) leguminosa 2º ano.....	$Y = 8,7500 - 0,00625 \times P$
Zn (mg/kg) gramínea 2º ano.....	$Y = 17,6125 - 0,01312 \times P$

Obs. O P de cada equação de regressão é a adubação fosfatada expressa em kg de P_2O_5 /ha.

CONCLUSÕES

1. A calagem foi imprescindível para o aumento da produtividade da leguminosa e do conjunto capim + leguminosa.
2. As produções de matéria seca da leguminosa, no primeiro ano, e na somatória do primeiro e segundo

anos, aumentaram linearmente com o incremento da adubação fosfatada.

3. Não se constataram variações estatisticamente significativas nas variáveis estudadas, com o incremento da dose de molibdênio de 125 para 250g/ha.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREW, C. S. Legumes and acid soils. In: DOBEREINER, J. et al. Limitations and potentials for biological nitrogen fixation in the tropics. New York: Plenum, 1978. p. 135-160.
- , NORRIS, D. O. Comparative responses to calcium of five tropical and four temperate legumes species. Aust. J. Agric. Res., Melbourne, v.12, n.1., p. 40-45, 1961.
- BARBER, S. A., OLSON, R. A. Fertilizer use on corn. In: NELSON, L.B. et al. Changing patterns in fertilizer use. Madison Soil Science American, Madison, 1968. s.n.p.
- CARRIEL, J. M., et al. Efeitos de níveis de fósforo, potássio e molibdênio na consorciação capim colômbio e siratro. B. Industr. anim., Nova Odessa, v. 46, n.1, p. 75-98, 1989.
- COLOZZA, M. T. et al. Limitações de fertilidade em solos de três localidades do Estado de São Paulo para o cultivo da *Galactia striata* (Jacq Urb.) B. Industr. anim., Nova Odessa, v.44, n.1, p. 135-145, 1987.
- , WERNER, J. C. Peletização com inoculantes molibdênio e hiperfosfato combinados com adubação fosfatada, no estabelecimento da centrosema em solo de cerrado. B. Industr. anim., Nova Odessa, v. 39, n.2, p. 117-130, 1982.
- CONSENTINO, J. R. et al. Estimativa do potencial de fornecimento de nitrogênio de leguminosas forrageiras de clima tropical IV - Região de Pindamonhagaba, SP. B. Industr. anim., Nova Odessa, v. 44, n.1, p. 147-153, 1987.
- DELISTOIANOV, J. et al. Aplicação de fontes de fósforo e gesso em uma pastagem consorciada estabelecida em latossolo vermelho-escuro. B. Industr. anim., Nova Odessa, v. 49, n.2, p. 83-90, 1992.
- KORNELIUS, E. Efeitos de calcário, fósforo e potássio na produção de matéria seca de *Galactia striat* - Jacq. Urb. e *Centrosema pubescens*, em solo de cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 15., Belém, 1978. Anais... Belém, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1978. p. 347.
- LEITE, V. B. O., et al. Competição de plantas forrageiras no Estado de São Paulo. II Brotas. B. Industr. anim., Nova Odessa, v. 48, n.2, p. 115-122, 1991.
- et al. Uso de gesso combinado com fontes de fósforo, na consorciação colômbio e siratro cultivados em solo de cerrado. Zootecnia, Nova Odessa, v.23, n.3, p.263-294, 1985.
- MALAVOLTA, E. Manual de Química Agrícola. Nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo: Agron. Ceres, 1976. s.n.p.
- MIRANDA, M. T. de Contribuição ao estudo da nutrição mineral e da adubação do siratro (*Macrophilium atropurpureum*, D.C., cv siratro, Galactia (*Galactia striata* (Jacq. Urb.) e soja perene comum (*Glycine wightii*, Willd) em dois solos do Estado de São Paulo. Piracicaba: Escola Superior "Luiz de Queiroz", 1979. 132 f. Dissertação de Mestrado.
- MONTEIRO, F. A. Efeitos da aplicação de micronutrientes e de níveis de calagem em quatro leguminosas forrageiras tropicais. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1989. 146 f. Dissertação de Mestrado.
- et al. Aplicação de níveis de enxofre na forma de gesso para cultivo de leguminosas forrageiras. B. Industr. anim., Nova Odessa, v. 40, n.2, p.229-240, 1983a.
- et al. Efeitos da aplicação de micronutrientes e de níveis de calagem em leguminosas forrageiras. II - Centrosema e galaxia cultivadas em vasos. B. Industr. anim., Nova Odessa, v. 40, n.1, p. 127-148, 1983b.
- et al. Peletização de sementes de leguminosas forrageiras. I. Efeitos de micronutrientes, fontes de fósforo e cálcio em siratro. B. Industr. anim., Nova Odessa, v. 37, n.1, p. 159-171, 1980.
- MUNNS, D. N., FOX, R. L. Comparative lime requirements of tropical and temperate legumes. Plant Soil, The Hague, v.46, p.533-548, 1977.
- NORRIS, D. O. The role of calcium and magnesium in the nutrition of *Rhizobiums*. Austr. J. Agric. Res., Melbourne, v.10, p. 651-696, 1959.
- SIQUEIRA, C. Calagem para plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, Nova Odessa, 1986. Anais... Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. p. 77-91.
- VICENTE-CHANDLER, J. et al. Potassium fertilization of intensively managed grasses under humid tropical conditions. Agron. J., Madison, WIS, v.54, n.5, p. 450-453, 1962.
- VILELA, H. Pastagens em cerrados, produção de carne e leite. In: ENCONTRO SOBRE FORMAÇÃO E MANEJOS DE PASTAGENS EM ÁREA DE CERRADO 1, Uberlândia. Anais... Uberlândia, 1982. p. 113-161.
- WERNER, J. C. Uso de micronutrientes em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS 2., Piracicaba, 1975. Anais... Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1975. p. 87-111.