

CLOVIS ROBERTO HOFFMANN

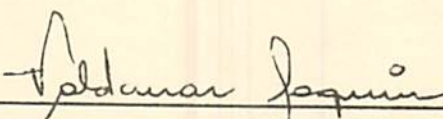
NUTRIÇÃO MINERAL E CRESCIMENTO DA BRAQUIÁRIA E DO COLONIÃO, SOB INFLUÊNCIA DAS APLICAÇÕES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO, POTÁSSIO E ENXOFRE EM LATOSSOLO DA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do grau de "MESTRE".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS
1992

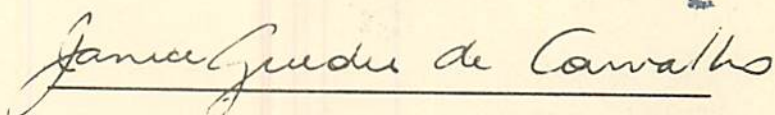
NUTRIÇÃO MINERAL E CRESCIMENTO DA BRAQUIARIA E DO COLÔNIO, SOB
INFLUÊNCIA DAS APLICAÇÕES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO, POTÁSSIO
E ENXOFRE EM LATOSSOLO DA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ

APROVADA:

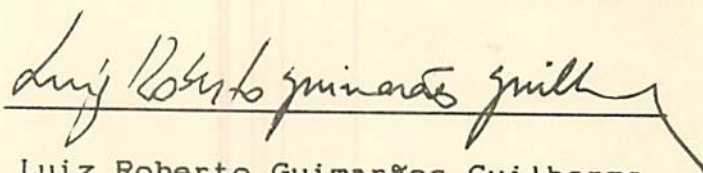


Valdemar Faquin

Orientador



Janice Guedes de Carvalho



Luiz Roberto Guimarães Guilherme

"Meditas e estuda muito antes de escolheres
o caminho que deves seguir, pois, uma vez
nele entrado, terás que agir, terás de
semear e de colher os frutos conforme a
a semente que escolheste."

Sérgio B. de Souza

Aos meus pais,

Sirio e Maria

pela vida, pelo esforço para minha formação
moral e profissional e pelo exemplo

Dedico

AGRADECIMENTOS

As minhas irmãs Arlete, Ana, Claudete e Marisete, meus cunhados Valmor e Ernestino e minhas sobrinhas Grazielli, Danielli e Bruna, pelo carinho compreensão e apoio dado nesses anos de vida.

Aos ex-professores Laila, Herta, Mihsfeld e Aduino Barros Fernandes (in memoriam), por acreditarem em mim.

Ao professor Valdemar Faquin, pelo apoio, orientação e amizade.

Aos professores e funcionários da ESAL com os quais convivi, e que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos colegas e amigos da pós-graduação e graduação, que compartilharam as expectativas do cotidiano da vida escolar, nesse período de estudo e cultivaram comigo uma amizade que certamente o tempo amadurecerá.

A Escola Superior de Agricultura de Lavras e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela oportunidade de aprendizado, pela bolsa de estudo e pelo financiamento de parte das pesquisas.

SUMÁRIO

	PÁG.
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Respostas de gramíneas forrageiras à adubação com Nitrogênio, Fósforo, Potássio e Enxofre..	4
2.2. Níveis críticos de nitrogênio, fósforo, potás- sio e enxofre nos tecidos de forrageiras.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.1. Solo, clima e espécie vegetal.....	32
3.2. Caracterização física e química do material de solo.....	34
3.3. Delineamento experimental e tratamentos.....	36
3.4. Condução do experimento.....	37
3.5. Análise química dos tecidos.....	38
3.6. Análises estatísticas.....	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1. Produção de matéria seca e perfilhamento das espécies.....	40
4.2. Níveis críticos de N, P, K e S nos tecidos ve- getais.....	60

4.2. Níveis críticos de N, P, K e S nos tecidos vegetais.....	60
4.3. Teores e Quantidades de Nutrientes Acumulados na Parte Aérea.....	70
4.4. Eficiência de Utilização de N, P, K e S.....	142
5. CONCLUSÕES.....	150
6. RESUMO.....	152
7. SUMMARY.....	155
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	158
APÊNDICE.....	189

LISTA DE FIGURAS

	PAG.
FIGURA 1. Área delimitando solos originados do Arenito Caiuá (extraído de BRONDANI et alii, 1991)..	2
FIGURA 2. Efeito de doses crescentes de N sobre a produção de matéria seca (1Q, 2Q e 1Q + 2Q cortes) pela parte aérea da braquiária (a) e colonião (b).....	46
FIGURA 3. Efeito de doses crescentes de K sobre a produção de matéria seca (1Q, 2Q e 1Q + 2Q cortes) pela parte aérea da braquiária (a) e colonião (b).....	49
FIGURA 4. Efeito de doses crescentes de P sobre a produção de matéria seca (1Q, 2Q e 1Q + 2Q cortes) pela parte aérea da braquiária (a) e do colonião (b).....	52
FIGURA 5. Efeito de doses crescentes de S sobre a produção de matéria seca (1Q, 2Q e 1Q + 2Q cortes) pela parte aérea da braquiária (a) e do colonião (b).....	54
FIGURA 6. Efeito de doses crescentes de N, P, K e S sobre o perfilhamento (1Q corte) da braquiária	

	e do coloniço.....	58
FIGURA 7.	Faixa de teores críticos de N na parte aérea (1º corte) da braquiária (a) e do coloniço (b) correspondentes a 80-90% da produção máxima estimada.....	63
FIGURA 8.	Efeito de doses crescentes sobre a eficiência de utilização de N, P, K e S na M.S total da parte aérea (1º+ 2º cortes) da braquiária e do coloniço.....	145

LISTA DE QUADROS

	PAG.
QUADRO 1. Caracterização química e física do perfil do latossolo vermelho escuro, coletado na região de Paranavaí-PR.....	35
QUADRO 2. Produção de matéria seca pela parte aérea (1 Ω , 2 Ω e 1 Ω + 2 Ω cortes) raiz e perfilhamento da braquiária e do colonião.....	41
QUADRO 3. Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e produção de matéria seca da parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.....	45
QUADRO 4. Doses estimadas de N, P, K e S para obtenção de 80,90 e 100% da produção máxima de matéria seca da braquiária e do colonião, diferença absoluta e percentual destes valores.....	56
QUADRO 5. Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicados (X) e n Ω de perfilhos planta (Y) da braquiária e do colonião.....	57

QUADRO 6.	Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e os teores de N, P, K e S na parte aérea do 1º e 2º cortes, da braquiária e do coloniço.....	61
QUADRO 7.	Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e os teores de N, P, K e S nas folhas novas do 1º corte da braquiária e do coloniço (Y).....	61
QUADRO 8.	Faixas críticas de N, P, K e S (%) na parte aérea da braquiária e do coloniço, para 80-90% da produção máxima no 1º e 2º cortes.....	62
QUADRO 9.	Faixas críticas de N, P, K e S (%) nas folhas novas da braquiária e do coloniço, para 80-90% da produção máxima, no 1º corte.....	62
QUADRO 10.	Teor (%) e acumulação (mg/vaso) de nitrogênio na parte aérea da braquiária e do coloniço em função de doses crescentes de N,P,K e S aplicadas ao solo.....	72
QUADRO 11.	Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e nitrogênio acumulado (mg/vaso) na parte aérea (Y) da braquiária e do coloniço.....	73

QUADRO 12. Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor (%) de nitrogênio na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.	73
QUADRO 13. Teor (%) e acumulação (mg/vaso) de fósforo na parte aérea da braquiária do colonião em função de doses crescentes de N, P, K e S aplicadas ao solo.....	79
QUADRO 14. Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e fósforo acumulado (mg/vaso) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.....	80
QUADRO 15. Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor de fósforo (%) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.....	80
QUADRO 16. Teor (%) e acumulação (mg/vaso) de potássio na parte aérea braquiária e do colonião em função de doses crescentes de N, P, K e S aplicadas ao solo.....	85
QUADRO 17. Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas(X) e potássio acumulado (mg/vaso) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.....	86
QUADRO 18. Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor de potássio (%) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião	86

QUADRO 19. Teor (%) e acumulação (mg/vaso) de enxofre na parte aérea da braquiária e do coloniço em função de doses crescentes de N, P, K e S aplicadas ao solo.....	92
QUADRO 20. Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e enxofre acumulado (mg/vaso) na parte aérea (Y) da braquiária e do coloniço....	93
QUADRO 21. Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor de enxofre (%) na parte aérea (Y) da braquiária e do coloniço.....	93
QUADRO 22. Teor (%) e acumulação (mg/vaso) de cálcio na parte aérea da braquiária e do coloniço em função de doses crescentes de N,P,K e S aplicadas ao solo.....	99
QUADRO 23. Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e cálcio acumulado (mg/vaso) na parte aérea (Y) da braquiária e do coloniço....	100
QUADRO 24. Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor de cálcio (%) na parte aérea (Y) da braquiária e do coloniço.....	100
QUADRO 25. Teor (%) e acumulação (mg/vaso) de magnésio na parte aérea da braquiária e coloniço em função de doses crescentes de N, P, K e S aplicadas ao solo.....	106

QUADRO 26.	Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e magnésio acumulado (mg/vaso) na parte aérea (Y) da braquiária e do coloniço.....	107
QUADRO 27.	Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor de magnésio (%) na parte aérea (Y) da braquiária e do coloniço.....	107
QUADRO 28.	Teor (ppm) e acumulação (mg/vaso) de boro na parte aérea da braquiária e do coloniço em função de doses crescentes de N, P, K e S aplicadas ao solo.....	113
QUADRO 29.	Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e boro acumulado (mg/vaso) na parte aérea (Y) da braquiária e do coloniço..	114
QUADRO 30.	Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor de boro (ppm) na parte aérea (Y) da braquiária e do coloniço.....	114
QUADRO 31.	Teor (ppm) e acumulação (mg/vaso) de cobre na parte aérea da braquiária e do coloniço em função de doses crescentes de N, P, K e S aplicadas ao solo.....	119
QUADRO 32.	Equação de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e cobre acumulado (mg/vaso) na parte aérea (Y) da braquiária e do coloniço.....	120

QUADRO 33.	Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor de cobre (ppm) na parte aérea (Y) da braquiária e do coloniço.....	120
QUADRO 34.	Teor (ppm) e acumulação (mg/vaso) de ferro na parte aérea da braquiária e do coloniço em função de doses crescentes de N, P, K e S aplicadas ao solo.....	124
QUADRO 35.	Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e ferro acumulado (mg/vaso) na parte aérea (Y) da braquiária e do coloniço.....	125
QUADRO 36.	Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor de ferro (ppm) na parte aérea (Y) da braquiária e do coloniço.....	125
QUADRO 37.	Teor (ppm) e acumulação (mg/vaso) de manganês na parte aérea da braquiária e do coloniço em função de doses crescentes de N, P, K e S aplicadas ao solo.....	130
QUADRO 38.	Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e manganês acumulado (mg/vaso) na parte aérea (Y) da braquiária e do coloniço.....	131
QUADRO 39.	Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor de manganês (ppm) na parte aérea (Y) da braquiária e do coloniço	131

QUADRO 40.	Teor (ppm) e acumulação (mg/vaso) de zinco na parte aérea da braquiária e do coloniço em função doses crescentes de N, P, K e S aplicadas solo.....	137
QUADRO 41.	Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e zinco acumulado (mg/vaso na parte aérea (Y) da braquiária e do coloniço.....	138
QUADRO 42.	Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor de zinco (ppm) na parte aérea (Y) da braquiária e do coloniço.....	138
QUADRO 43.	Eficiência de utilização de N, P, K e S pela braquiária e coloniço no 1º e 2º cortes e total, e índices de utilização.....	143
QUADRO 44.	Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e eficiência de utilização desses nutrientes (g^2 M.S./mg) na parte aérea da braquiária e coloniço (Y).....	144

1. INTRODUÇÃO

A região do Arenito Caiuá é composta por 91 municípios, abrangendo as regiões Noroeste e parte do Norte e Oeste do Estado do Paraná, com uma área de 3.510.800 hectares. Destes, 59% (2.074.295 hectares) são utilizados atualmente com pastagens, que servem de alimento a um rebanho bovino de 3.502.116 cabeças, representando 43% do rebanho total do Estado (BRONDANI et alii, 1991). A Figura 1 mostra a área onde ocorre a formação de solos originados do Arenito Caiuá. A bovinocultura da região Noroeste, especificamente, apresenta, de modo geral, baixos índices de produtividade de carne e leite. Para isto contribuem vários fatores, com destaque para relevo ondulado, baixa fertilidade natural e suscetibilidade acentuada à moderada em relação a erosão hídrica, além de um manejo inadequado das pastagens. Como consequência, as mesmas encontram-se parcialmente ou totalmente degradadas e infestadas por plantas invasoras, apresentando baixa produtividade. Para agravar o problema, vem se tornando comum na região, por ocasião da reforma dos pastos, o cultivo de mandioca por um ano, como forma de amortizar os seus custos de implantação.

nos custos de produção. Neste contexto, a determinação de níveis críticos dos nutrientes nas plantas, contribuiriam sobremaneira para o uso racional e eficiente dos fertilizantes.

Em trabalho anterior (FERRARI NETO, 1991), as principais limitações minerais de um Latossolo Vermelho Escuro (LEd), predominante na citada região, foram determinadas para a Braquiária e Colonião, sendo em ordem decrescente o N, P, K e S, cujas omissões na adubação, promoveram, na média de dois cortes, reduções de 75,75, 70 e 59%, respectivamente, na produção de matéria seca em relação ao tratamento completo; portanto, sendo considerados em deficiência severa.

Assim, objetivou-se neste trabalho, usando-se o mesmo material de solo do trabalho supra citado, avaliar o crescimento e a nutrição mineral, sob influência de doses crescentes de N, P, K e S, de duas gramíneas forrageiras (braquiária e colonião) predominantes na região do Arenito Caiuá (PR), visando a criação de uma base sustentada de informações para futuros estudos de manejo da adubação sob condições de campo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Respostas de gramíneas forrageiras à adubação com Nitrogênio, Fósforo, Potássio e Enxofre.

A necessidade de adubação decorre do fato do solo não fornecer nutrientes em quantidades suficientes ao crescimento adequado das plantas. Esta situação é particularmente importante para os macronutrientes devido às altas quantidades exigidas pelas plantas e à baixa disponibilidade dos mesmos na maioria dos solos brasileiros.

As gramíneas forrageiras, de modo geral, apresentam elevado potencial de resposta a adubação, sendo esta variável com o tipo de solo, a exigência da espécie e a presença ou não de leguminosas. Neste contexto, o capim braquiária é bem adaptado a solos menos férteis, enquanto que o colonião necessita de solos com maior fertilidade.

- Nitrogênio

O nitrogênio é um dos elementos mais deficientes em solos ácidos dos trópicos, ao mesmo tempo um dos mais importantes na nutrição mineral de gramíneas, tendo influência marcante sobre o crescimento e a qualidade das mesmas (SALINAS & GUALDRÓN, 1988).

A produção de matéria seca de gramíneas em resposta a adubação com níveis crescentes de N, dentro de limites, é normalmente linear, variando principalmente com a frequência de cortes e com as condições de solo e clima (BOIN, 1986). Em explorações intensivas tem sido observado respostas positivas até 800 kg de N/ha ano (FERNANDES & ROSSIELLO, 1986). Todavia, as considerações econômicas em geral, reduzem as doses ótimas de aplicação para cerca de 400 kg/ha ano ou menos (SANCHES, 1981).

Vários trabalhos demonstram o efeito da adubação nitrogenada sobre a produção de gramíneas forrageiras, medido através de diversos parâmetros.

Respostas diferenciais de três espécies de gramíneas forrageiras à fertilização de nitrogênio, foram obtidas em Quilichao (Colômbia) pelo CIAT (1978), ao utilizar níveis crescentes desse elemento (0; 50; 100; 200 e 400 kg de N/ha ano). A *Brachiaria decumbens* 606 respondeu positivamente até a dose de 400 kg de N, enquanto que *Panicum maximum* precisou de 200 kg de N para atingir seu máximo rendimento de matéria seca e *Andropogon gayanus* 621 necessitou apenas 100 kg de N/ha ano, indicando maior capacidade desta última, em utilizar o N. No segundo ano do

experimento (CIAT, 1980), *A. gayanus* 621 apresentou resposta significativa até 200 kg de N/ha.ano, *P. maximum* e *B. decumbens* 606 respostas lineares até 400 kg/ha ano.

Ao estudar o efeito de três níveis de nitrogênio (0, 100 e 300 kg/ha.ano) e dois níveis de fósforo (0 e 105 kg de P_2O_5 /ha.ano) sobre a produtividade de pastagens de *Hyparrhenia* spp (*H. dissoluta*; *H. filipendula* e *H. cymbaria*) KENYA (1973), verificou que não houve interação entre estes nutrientes. Contudo, a aplicação nitrogênio proporcionou resposta positiva e linear na produção de matéria seca, e influenciou na proteína bruta de modo quadrático nos tratamentos que receberam fósforo e linear nos tratamentos que não o receberam.

Em um Latossolo Amarelo (LA) de Matozinhos-MG, previamente corrigido (2,0 t de calcário dolomítico, 100kg de P_2O_5 , e 70 kg de K_2O /ha), VILELA et alii (1981) estudaram o efeito da aplicação de 100 kg de N/ha na forma de uréia, sobre a produtividade do capim braquiária. Encontraram taxas de lotação nas pastagens com e sem adubação nitrogenada de 2,4 e 1,9 unidades animal por hectare, respectivamente, enquanto que os rendimentos médios em peso vivo/ha.ano foram respectivamente, 525 kg e 365 kg, com novilhos mestiços.

Em ensaio de campo num Podzólico Vermelho Amarelo (PV) variação Laras, de Nova Odessa-SP, MATTOS & WERNER (1979) estudaram, por um período de três anos, a resposta do capim colonião ao nitrogênio, nos níveis de 0, 75, 150 e 225 kg/ha, sendo 1/3 aplicado no início das águas e 2/3 no final. Observaram que

produção de matéria seca e proteína bruta aumentou linearmente com a elevação da dose de N.

Mott (1974) citado por SANCHES (1981), avaliou em Araçatuba-SP, o efeito de aplicações anuais de 200kg de N/ha durante oito anos consecutivos e 200 kg de P₂O₅ e 60 kg de S/ha nos dois primeiros anos, em pastagens de colônia. Este tratamento mais que duplicou o rendimento anual de energia digerível e aumentou de 300 a 700 kg/ha ano os ganhos em peso vivo. Além disso, até três anos após a suspensão das aplicações com N, foram registradas produções sempre superiores à testemunha, demonstrando haver um certo efeito residual deste elemento.

A adubação nitrogenada pode aumentar a produção e melhorar a qualidade nutritiva das gramíneas nos períodos de menor disponibilidade de pastos. Uma aplicação de 75 e 150 kg de N/ha em *Hyparrhenia rufa* (capim jaraguá) um mês antes da estação seca manteve a produção de matéria seca, proteína bruta e o conteúdo de fósforo em níveis adequados por 1 a 2 meses da estação seca em Guanacaste, Costa Rica (Tergas e Blue citados por SANCHES, 1981). No Rio Grande do Sul, a aplicação de nitrogênio (0 a 400 kg/ha) elevou a produção de feno de campim-pangola e aumentou o período de utilização desta pastagem, possibilitando um aproveitamento desta forrageira até fins de outubro (GONÇALVES et alii 1975). Por outro lado, ZUNIGA, (1966) em Viçosa-MG, ao avaliar treze gramíneas forrageiras para corte, constatou que apesar de haver-se aplicado quantidade relativamente grande de adubo nitrogenado no início do inverno (80 kg/ha), as forrageiras não tiveram suas produções

significativamente aumentadas neste período.

A frequência de corte das pastagens e forrageiras pode afetar diferentemente as respostas à adubação nitrogenada. FAVORETO (1981), testou quatro frequências de corte (28, 35, 42 e 49 dias) e quatro níveis de nitrogênio (0; 75; 100 e 125 kg/ha) em pastagens de capim colonião. A adubação nitrogenada influenciou favoravelmente no aumento da produção de matéria seca e proteína bruta, sendo que esta última, teve produções mais elevadas mediante aplicação da maior dose de N. Com relação aos intervalos entre os cortes, a medida em que estes aumentaram, as produções de matéria seca cresciam e de proteína bruta decresciam.

Em ensaio semelhante, COSTA et alii (1983) observaram para o capim braquiária que as frequências de corte de 35 a 42 dias proporcionaram as maiores produções de feno e esta produção cresceu com a elevação das doses de nitrogênio (0 a 150 kg de N/ha). Segundo SANCHES (1981), as frequências de corte mais comumente usadas para a maioria das gramíneas forrageiras situam-se na faixa de 6 a 8 semanas.

Diante do apresentado, torna-se evidente o grande potencial responsivo das gramíneas forrageiras à adubação nitrogenada, sendo que a mesma deveria constituir-se numa prática comum na exploração das pastagens. E além disso, conforme salientado por TEITZEL et alii (1991), sob as condições econômicas atuais a fertilização de pastagens com N tem um papel crescente na produtividade e na sustentação dos sistemas de manejo das propriedades tropicais e sub-tropicais.

- Fósforo

O fósforo é um dos principais elementos para a nutrição das plantas forrageiras. Se o seu teor no solo é baixo, a produção é grandemente diminuída, além de ocorrer em baixos teores do elemento na forragem, com graves conseqüências para a nutrição dos animais que a consumirem (WERNER et alii, 1968).

Um dos maiores problemas no estabelecimento e na manutenção de pastagens nos Oxissolos e Ultissolos brasileiros reside nos níveis extremamente baixos de fósforo disponível. Acrescente-se à pobreza natural em fósforo a elevada capacidade de fixação deste elemento nos solos em conseqüência da sua acidez e teores elevados de óxidos de ferro e alumínio (FENSTER & LEON, 1982 e LOBATO et alii, 1986).

É evidente, portanto, que para aumentar a produtividade o valor nutritivo da forragem, deve-se adicionar fertilizantes fosfatados a estes solos, bem como selecionar espécies forrageiras que o utilizem eficientemente (FENSTER & LEON, 1982). Assim, tornam-se comum respostas de pastagens e gramíneas forrageiras à adubação fosfatada em toda a região tropical, sendo este fato amplamente comprovado pela pesquisa.

Trabalhando com quatro espécies de gramíneas: *Brachiaria decumbens*, *Panicum maximum*, *Hyparrhenia rufa* e *Andropogon gayanus*, e com vários níveis de fósforo (0; 50; 100 e 400 kg de P_2O_5 /ha) CIAT (1978) encontrou num Oxissolo de Carimagua, respostas significativas em todos os níveis de fósforo aplicados. Contudo a

resposta mais expressiva foi obtida com o nível de 50 kg de P_2O_5 /ha para todas as espécies, exceto para *H. rufa*, que respondeu linearmente às adições do elemento até 100 kg de P_2O_5 /ha. Estes resultados são média de três ou quatro cortes durante o primeiro ano após o estabelecimento.

GONÇALVES & OLIVEIRA (1981) ao avaliar, pelo segundo ano, a aplicação de 50 kg de P_2O_5 /ha proveniente de três fontes (super simples, super triplo e hiperfosfato), na produção de capim colonião em Porto Velho-RO, concluíram que independente das fontes testadas, o fósforo proporcionou um efeito benéfico no aumento da produtividade do colonião.

Estudando diferentes níveis de fósforo em solução nutritiva sobre a produção e os teores do elemento em quatro capins tropicais, WERNER & HAAG (1972), constataram que as produções dos capins colonião e napier aumentaram até o nível máximo de fósforo na solução (125 ppm para Napier e 40 ppm para o Colonião). O capim gordura aumentou bruscamente a produção do nível mais baixo (2,5 ppm) para o segundo nível (5,0 ppm) estabilizando-se nos demais (10, 20 e 40 ppm). Já o capim jaraguá aumentou a produção até o penúltimo nível (20 ppm), sofrendo decréscimo no nível máximo (40 ppm). Em relação aos teores de P nos capins, verificou-se que estes foram sempre crescentes com os níveis de fósforo na solução.

Em um Latossolo Roxo textura argilosa fase cerrado, EMPRABA/CNPGC (1985) estudou a resposta de *Brachiaria decumbens* tipo "australiana" e de *Setaria anceps* cv. Kazungula à doses crescentes de fósforo (0, 40, 160, 320, 640 e 1280 kg de P_2O_5 /ha).

Antes da aplicação foi feita adubação básica e calagem. No período de três anos, observou-se que tanto a braquiária quanto a setária responderam mais acentuadamente até o nível de 160 kg de P_2O_5 /ha, com produção de 41,10 e 36,30 t/ha de matéria seca, respectivamente, ou seja, 80% e 78% da produção máxima verificada, sugerindo pouca eficiência da adubação fosfatada em níveis mais elevados.

O efeito benéfico de interações entre elementos essenciais, principalmente N x P, para gramíneas forrageiras é um fato bem conhecido. MONTEIRO & WERNER (1977) estudaram os efeitos de N, P, K e S no capim colonião cultivado em vasos com Latossolo Vermelho Amarelo (LV) variação Laras, com doses de adubo correspondentes a 100, 55, 51 e 21 kg/ha de N, P_2O_5 , K_2O e S respectivamente, em ensaio do tipo subtração. Observaram que na fase inicial do estabelecimento, o fósforo foi o elemento que isoladamente proporcionou a maior resposta, aumentando quatro vezes a produção de matéria seca em relação a testemunha sem P (1,3 g/vaso). Porém, quando se aplicaram P e N conjuntamente, a produção foi grandemente aumentada, alcançando 14,2 g de matéria seca por vaso.

Para a *Brachiaria decumbens*, EMBRAPA/CNPGC (1979) verificou grande interação entre os elementos N, P e K em um Latossolo Roxo álico (LRa), fase cerradão. Os tratamentos com estes três elementos chegaram a propiciar produções de quatro a cinco vezes superiores àquelas da testemunha.

Tanto a braquiária quanto o colonião parecem ter o

fósforo como o elemento que mais limita o desenvolvimento da planta, fato este, verificado pelo CIAT (1986) e SERRÃO et alii (1971) para braquiária, e, WERNER et alii (1967) e ITALIANO et alii (1982) para o colonião, quando se usou a técnica de elemento faltante. Também FERRARI NETO (1991) com esta mesma técnica, constatou que a omissão do P causou uma redução igual à do N (75%) na produção de matéria seca da parte aérea destas gramíneas, quando cultivadas em LED de Paranavaí - PR.

Deste modo, é de se esperar que um aumento na produção de forragem esteja também condicionado a uma adubação adequada com fósforo, tal como demonstrado pelos dados apresentados.

- Potássio

Em geral, as gramíneas forrageiras são exigentes em potássio, porém a importância da adubação potássica dependerá, em grande parte, da utilização da massa produzida. Assim, se as gramíneas forem colhidas periodicamente para feno ou silagem, uma grande quantidade do elemento será exportado. Todavia, admite-se que, em sistemas de pastoreio, haverá uma reciclagem da maior parte do K, através das fezes e urina dos animais (SANCHES, 1981; GLÓRIA, 1986; WERNER, 1986).

Apesar das respostas de pastagens e gramíneas forrageiras ao potássio serem menos abundantes e freqüentes que ao nitrogênio e fósforo, existem trabalhos em número suficiente para demonstrar que especial atenção deverá ser dispensada à adubação potássica.

VICENTE-CHANDLER et alii (1962) estudaram durante três anos em ensaio de parcelas, o efeito da adubação potássica nos capins coloniã, napier, pará e pangola, intensivamente manejados sob condições tropicais úmidas. As produções de todos os capins, exceto o pangola, aumentaram abruptamente com doses de K até 400 kg/ha, e mais gradualmente com aplicações maiores que esta dose (1790 kg/ha). No solo, o conteúdo de K trocável manteve-se constante quando aplicou-se 800 kg/ha ano, e decresceu na proporção de 65 kg/ha ano na ausência de K.

Com muita frequência, a resposta de gramíneas forrageiras ao potássio está associada a adubação nitrogenada e/ou fosfatada.

Em Nova Odessa - SP, em ensaio de campo conduzido num PV Laras, MONTEIRO et alii (1980) constataram no período de um ano, que a adubação potássica (100kg K_2O /ha) em capim coloniã quando submetido a diferentes níveis de N, proporcionou aumentos significativos na produção de matéria seca, no teor de proteína total por área e no teor de potássio nos tecidos, e por outro lado redução no teor de proteína do capim.

Ao estudar o efeito da aplicação de nitrogênio (0 e 100 kg/ha corte), fósforo (0 e 120 kg/ha no plantio e início do segundo corte) e potássio (0 e 110 kg/ha corte) sobre o rendimento forrageiro e valor nutritivo do capim elefante, COMASTRI FILHO (1977) observou que a produtividade do mesmo só foi influenciada pela interação NK, sendo a eficiência do adubo aplicado muito baixa. Em média foram obtidos aumentos de 2,7 kg de MS/kg de N ou 5,4 kg de MS/kg de K aplicado. A adubação potássica afetou o teor

médio de carboidratos solúveis, fazendo-o cair de 9,4 para 7,2%. A porcentagem de recuperação do potássio aumentou do primeiro (41%) para o segundo corte (84,5%).

FERNANDES et alii (1970) avaliaram o efeito da fertilização potássica, em dois experimentos, sobre a produção e valor nutritivo dos capins gordura, sempre-verde, pensacola-baía e jaraguá, em parcelas que receberam, após cada corte, 0, 20 ou 40 kg de cloreto de potássio juntamente com 125 kg de sulfato de amônio e 125 kg de superfosfato de cálcio por hectare. A aplicação de K resultou em aumentos na produção de gramíneas e na digestibilidade "in vitro" da celulose, após doze horas de fermentação. Observou-se também, decréscimo nos teores de N total, N proteico e N não-proteico, e uma tendência de aumento nos teores de potássio e carboidratos solúveis nos tecidos.

Em ensaio de canteiros, instalados num pasto de gordura + centrosema formado há cerca de dez anos, em um solo LE-orto, WERNER & MONTEIRO (1974) testaram três níveis de adubação fosfatada (0, 48 e 96 kg de P_2O_5 /ha) na ausência e presença de adubação potássica (0 e 48 kg de K_2O /ha). Os resultados mostraram baixos teores de K no solo e nos tecidos de ambas as forrageiras, que conjugados aos fracos aumentos de produção de forragem, sugeriram que a dose do adubo aplicado utilizada foi insuficiente para suprir as necessidades da pastagem consorciada.

CIAT (1986) na Colômbia, trabalhando com três gramíneas em cultivos exclusivos e consorciados, não encontrou respostas significativas à aplicação de potássio (em doses que variaram de 0

a 40 kg/ha) sobre a produção de matéria seca de *Brachiaria decumbens* 606 e *Brachiaria humidicola* 679, quando em cultivos exclusivos. Todavia, *Andropogon gayanus* 621 respondeu positivamente a aplicações de potássio tanto em cultivos exclusivos quanto nos consorciados.

Em um LEd da região Noroeste do Paraná, FERRARI NETO (1991) verificou em casa-de-vegetação através da técnica do elemento faltante, que o potássio limitou grandemente a produção de capins braquiária e colonião, já que na sua ausência, estas forrageiras produziram, na soma de dois cortes, apenas 30% da matéria seca produzida pelo tratamento completo.

- Enxofre

O enxofre é um dos elementos mais abundantes no globo terrestre, entretanto a deficiência de aminoácidos contendo enxofre é um dos problemas mundiais em nutrição animal (SHIRLEY & MARIANTE, 1976).

Boa parte das plantas desenvolvidas em solos da América Tropical é deficiente em enxofre, sendo a deficiência mais comum nos solos arenosos, com baixos teores de matéria orgânica (WERNER & MONTEIRO, 1988). A situação tende a se agravar com o aumento significativo de matérias primas isentas deste nutriente nas formulações de fertilizantes, além de outros fatores, como: baixos teores de enxofre no perfil do solo explorado pelas raízes das plantas (predominantemente Oxissolos e Ultissolos), aumento da

produtividade, perdas de sulfato por lixiviação e perdas de enxofre por volatilização causada por queimadas (VITTI et alii, 1988).

Trabalhos envolvendo fertilização com enxofre em pastagens de gramíneas são ainda muito limitados. McLUNG & FREITAS (1959) relataram que quando o enxofre não foi aplicado em solos do Planalto Central do Brasil, o crescimento de plantas de azevém e alfafa foi apenas 4-30% do obtido quando em fertilizante completo foi aplicado. Estes pesquisadores sugeriram que o baixo teor de enxofre nos solos desta região, era devido a repetidas queimadas de pastagens secas que causavam perdas da ordem de 75% de S. por volatilização.

Ao estudar o efeito da fertilização com enxofre em um solo ácido com deficiência de S disponível, sobre a produção de matéria seca de várias gramíneas e leguminosas forrageiras, CIAT (1982) somente encontrou respostas significativas a doses muito pequenas de S (5-10 kg/ha). A ausência de maiores respostas foi atribuída ao incremento considerável (quase cinco vezes o valor inicial) na disponibilidade de enxofre nativo do solo, depois do preparo convencional do mesmo.

Respostas dos capins gordura, jaraguá, braquiária e setária a cinco níveis de enxofre (0, 15, 30, 45 e 60 kg de S/ha) em três solos de cerrado foram estudados por CASAGRANDE & SOUZA (1982), em casa-de-vegetação. Verificou-se após três cortes, que em uma Areia Quartzosa (AQ) distrófica, todas as gramíneas responderam significativamente até 30 kg de S/ha, com exceção do jaraguá que

respondeu até 15 kg de S/ha. Já em um LEa fase cerrado, cerrado, o capim braquiária respondeu até a maior dose de enxofre e as demais forrageiras até 30 kg de S/ha. Num LEd fase cerrado, o capim setária apresentou resposta significativa até 30 kg de S/ha e os outros capins até 45 kg de S/ha. Considerando-se todos os solos a maior frequência de resposta ocorreu de modo geral, até 30 kg de S/ha.

Em dois ensaios de campo, um em Jaboticabal-SP (Solo LEa) e o outro em São Pedro-SP (Solo LV), MALAVOLTA et alii (1984), estudaram o efeito de três fontes - sulfato de amônio, K-Mag e gesso e três níveis de enxofre (0, 30 e 60 kg de S/ha) na produção de matéria seca, composição mineral e bromatológica do capim colônia. Em Jaboticabal, os resultados mostraram que no conjunto dos cinco cortes realizados, a adição de S fez com que a produção de matéria seca aumentasse entre 6 (30kg de S/ha na forma de gesso ou K-Mag) e 14 t/ha (60 kg de S/ha na forma de sulfato de amônio). Já em São Pedro, a resposta ao elemento foi menor em termos globais, o que explicou-se pelo teor mais alto de S disponível encontrado no solo. Não se observaram efeitos consistentes dos tratamentos nos componentes bromatológicos da forragem.

O efeito de diferentes doses de enxofre na produção e composição mineral do capim colônia, também foi estudado por MONTEIRO & CARRIEL (1987) em casa-de-vegetação. Utilizaram-se dois solos arenosos do Estado de São Paulo e doses de 0, 30, 60, 90 e 120 kg de S/ha, na forma de gesso. As respostas do colônia foram

mais evidentes na AQ de Brotas do que no PV de Nova Odessa. Em qualquer dos solos um mínimo de 30-40 kg de S/ha foi necessário para a graminea ter de 0,08 a 0,12 % de S na parte aérea, bem como, apresentar uma relação N:S de 13,7:1 (níveis próximos do ótimo).

A adubação de gramíneas em cultivos exclusivos que não receberam adubações com N e P mostra pouca ou nenhuma resposta ao S pois a deficiência daqueles elementos é, normalmente, mais aguda e crítica (WERNER & MONTEIRO, 1988). Desta forma é comum estudos de enxofre associados a estes dois elementos. Assim, QUINN et alii (1961) estudaram em Araçatuba-SP, durante dois anos, os efeitos de doses crescentes de nitrogênio e de adubação com fósforo e enxofre no ganho de peso de zebuínos machos castrados, mantidos em pastagens de colônia. As doses totais dos nutrientes foram 0, 200 e 400 kg de N/ha (metade da dose em cada ano); 0, 100 e 200 kg de P_2O_5 /ha (antes do início do experimento); 0 e 40 kg de S no primeiro ano e 20 kg de S/ha no segundo ano. No primeiro ano, não houve resposta visível ao enxofre; entretanto, durante a segunda estação de verão, houve significativo aumento na quantidade de nutrientes digestíveis totais, na capacidade de lotação dos pastos e no peso vivo ganho por hectare, onde foi aplicado o enxofre à razão anual de 200 kg de N/ha.

Em Matão-SP, FREITAS & JORGE (1982) avaliaram por três anos, as produções de matéria seca do capim swannee bermuda resultantes da aplicação de N, P e S em cinco doses num ensaio de campo. O enxofre foi aplicado anualmente nas doses de 0, 20, 40, 80 e 160 kg de S/ha. As respostas ao S acentuaram-se com o decorrer do

experimento. As produções de matéria seca por quilo de S nos dois primeiros anos foram relativamente baixa, pouco mais de 5 kg, quando se elevou a aplicação deste elemento da dose 0 para 40 kg/ha; porém no terceiro ano, com o natural decréscimo das reservas do solo a relação aumentou substancialmente para 211kg na mesma faixa de aplicação.

EMGOPA (1982), estudando o uso de fertilizantes na recuperação de pastagens de capim coloniço, em Xambioá, Norte de Goiás, observaram após dois anos, que o fósforo e o enxofre foram os nutrientes que mais limitaram a produção de forragem deste capim.

A adubação em pastagens, apesar de ser uma prática ainda incipiente na América Tropical, vem despertando grande interesse nos técnicos e pecuaristas nos últimos anos, particularmente no Brasil. Assim, conforme enfatizado por WERNER & MONTEIRO (1988), a inclusão de uma fonte de enxofre na formulação desta adubação terá, forçosamente, que ser considerada a fim de evitar que a deficiência deste elemento restrinja os resultados positivos que, por certo, advirão desta prática.

2.2. Níveis críticos de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre nos tecidos de forrageiras.

Existem várias definições de níveis críticos nos tecidos

vegetais, todas similares, mas não idênticas e em função destas, diferentes interpretações deverão ser dadas. ULRICH (1952) definiu nível crítico como sendo a concentração que separa nível adequado e deficiente para o máximo crescimento da planta. Para SANCHES (1981), esta concentração separa alta e baixa probabilidade de resposta a adubação. Fritz (1976) citado por MUNIZ et alii (1985) define nível crítico de um elemento na planta como sendo a concentração mínima de um nutriente nela presente quando o crescimento máximo ou percentual desta máximo é atingido, correspondendo na realidade, mais a uma estreita zona de transição do que um ponto definido. Também SUMMER (1979) definiu o nível crítico em relação a um percentual da produção máxima, mais especificamente, correspondente a 90-95% deste máximo. Já os pesquisadores do CIAT, trabalham em pastagens, geralmente com níveis críticos associados a 80% da produção máxima. Embora se fale em nível crítico ou concentração crítica, deve ficar entendido que, quando determinado experimentalmente não há um ponto, mas sim uma estreita faixa de concentração acima da qual a planta é bem suprida e abaixo é deficiente (ULRICH, 1952). Baseado nesta afirmação, é bastante comum classificar os teores de nutriente no tecido em zonas ou faixas, entre as quais a faixa crítica (Follet 1965, citado por DOW & ROBERTS, 1982; FAGERIA, 1976). Apesar de todas estas definições, normalmente os níveis críticos são estabelecidos por critérios econômicos, ou seja, acima do qual o aumento de produção devido a aplicação de fertilizantes não é econômica (BATES, 1971 e MALAVOLTA et alii, 1989).

De acordo com SANCHES (1981), os níveis críticos nas plantas serão menos variáveis do que no solo, em termos de local e situação, sempre que houver padronização em relação à parte anatômica a ser amostrada, à idade da planta e à variedade. Todavia, conforme enfatizado por MUNIZ et alii (1985), a capacidade da planta em absorver e utilizar os nutrientes interferem sobremaneira nos níveis críticos. Ressalta-se deste modo, que a capacidade tampão do solo terá grande importância para os níveis críticos na planta, visto que exerce influências diretas na absorção e utilização de nutrientes (FONSECA, 1987). Assim, variações nos resultados de pesquisa podem estar associados a diferenças de conceitos de níveis críticos além de outros atributos citados.

- Nitrogênio

Muitos métodos químicos e biológicos de avaliação da disponibilidade de nitrogênio do solo têm sido estudados, sem entretanto, conduzir a resultados consistentes que possibilitem sua adoção como critério seguro para recomendação de fertilizante nitrogenado para as culturas. As principais dificuldades encontradas são devidas ao caráter biológico da mineralização do nitrogênio do solo. Além das modificações que ocorrem no teor de nitrogênio da amostra antes da análise, fatores ambientais de difícil controle a nível de campo, como umidade e temperatura, afetam os processos biológicos de disponibilidade e perdas

(TEDESCO, 1986). Desta forma, o conhecimento dos níveis ou faixas críticas de nitrogênio no tecido das plantas é uma ferramenta de grande valor no manejo adequado da fertilização nitrogenada.

WERNER & HAAG (1972) num estudo sobre a nutrição de algumas gramíneas forrageiras tropicais em solução nutritiva, constataram que os capins coloniãõ e jaraguá com teores de 0,67 e 0,94% de N (considerando-se a planta inteira), respectivamente, tinham seus crescimentos limitados e que apresentavam crescimento normal quando estes teores alcançaram 1,06 e 1,35% de N, para os respectivos capins. Constataram ainda, que a concentração de nitrogênio era maior nas folhas novas do que nas folhas velhas. No coloniãõ, estes teores foram de 1,50 e 1,30% de N, enquanto que no jaraguá foram 1,47 e 1,28 de N, respectivamente, para folhas novas e velhas.

Estudando a absorção de macronutrientes por cinco espécies de gramíneas, HAAG et alii (1967) verificaram que os teores de nitrogênio decreceram com a idade da planta e os capins coloniãõ e gordura apresentaram, respectivamente, concentrações de 2,10 e 1,91% aos 28 dias, 1,71 e 1,58% aos 56 dias, e 1,09 e 1,06% aos 84 dias. O decréscimo de concentrações deste nutriente com a idade também foi observado por ORELLANA & HAAG (1982), que encontraram para o capim Andropógon valores médios nas folhas variando de 1,36% a 1,20% de N até os 140 dias. Do mesmo modo, WEBER & HAAG (1984) num estudo de nutrição mineral do *Panicum maximum* cv. Makueni verificaram que as concentrações de nitrogênio na planta inteira diminuíram, segundo uma regressão quadrática

negativa, indicando um ponto mínimo aos 136 dias com 0,70% de N e um ponto máximo aos 30 dias com 1,62% de N. Os conteúdos de N total na parte aérea de três espécies de *Brachiaria* (*B. humidicola*, *B. decumbens*, *B. brizantha*) estudados por SALINAS & GUALDRÓN (1988) em Carimagua, Colômbia, apresentavam-se relativamente baixos e decresceram rapidamente à medida em que aumentava a idade do rebrote. Para *B. decumbens* o teor de N diminuiu na estação chuvosa, de 2,04% aos 28 dias para 1,10% aos 84 dias, enquanto que na estação seca este decréscimo foi de 1,5% para 0,8% nesta mesma idade.

COOK & MULDER (1984) ao avaliar a resposta de nove gramíneas tropicais à fertilização nitrogenada no Sudoeste de Queensland (Austrália), verificaram que de modo geral, a concentração de N na parte aérea das plantas (colhidas de quatro em quatro semanas) aumentava com a elevação das doses de N (de 25 a 50 e 100 kg/ha), sendo esta concentração variável com a espécie. Considerando-se a média dos três níveis de fertilização, *Panicum maximum* cf. Makueni apresentou 2,25% de N e *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk 2,19% de N na parte aérea. Esta tendência linear entre doses de N aplicados ao solo e os teores do elemento nos tecidos vegetais normalmente é observada em gramíneas forrageiras tropicais, como demonstrado em vários trabalhos (KENYA, 1973; MATTOS & WERNER, 1979; CIAT, 1981; SINGHT et alii, 1988e CARVALHO et alii, 1991).

-Fósforo

Para se adotar uma estratégia correta e econômica no manejo da adubação fosfatada para a produção de forragem nos Oxissolos e Ultissolos ácidos dos trópicos devem ser considerados diversos fatores, entre os quais, o nível crítico do elemento na planta.

Trabalhos envolvendo níveis críticos de fósforo em gramíneas forrageiras, apesar de mais abundante do que para outros elementos, são bastante limitados.

ANDREW & ROBINS (1971) na Austrália, em ensaio de vasos com solo deficiente em fósforo, estabeleceram o nível crítico de P na parte aérea de nove gramíneas tropicais, as quais foram colhidas no estágio imediatamente pré-floração. Os níveis críticos foram 0,18; 0,26; 0,25; 0,19; 0,20; 0,22; 0,16; 0,22; e 0,23% de P, respectivamente para *Melinis minutiflora*, *Cenchrus ciliaris*, *Paspalum dilatatum*, *Panicum maximum*, *Sorghum aluum*, *Setaria anceps*, *Digitaria decumbens*, *Panicum clandestinum* e *Chloris gayana*.

Na Nigéria, em ensaio de vasos com solo arenoso e seis doses de fósforo (0, 15, 30, 60, 120 e 180 mg de P/vaso), FALADE (1975) determinou o nível crítico de P para *Panicum maximum*, *Pennisetum purpureum* green e *Cynodon plectostachum*, os quais foram 0,185, 0,215 e 0,305% de P, respectivamente. Esta concentração crítica de fósforo refere-se a média de dois cortes, realizados 40 dias após o plantio e 16 dias após o rebrote.

Em experimento conduzido num Oxissolo de Carimagua -

Colômbia, CIAT (1978) estimou os níveis críticos internos de fósforo para três espécies de gramíneas, durante o ano de estabelecimento, os quais foram, respectivamente, 0,11% para *Andropogon gayanus* 621, 0,12% para *Brachiaria decumbens*, 0,15% para *Panicum maximum*. Estes dados indicam que a *B. decumbens* pode utilizar o P mais eficientemente que o *P. maximum* e por isso, adapta-se melhor em solos com baixa disponibilidade deste elemento.

SMITH (1975), na Austrália, estudou a possibilidade de se determinar o estado nutricional em fósforo do green-panic (*Panicum maximum* Jacq. var. *Trichoglume* cv. Petrie) através da determinação de nível crítico, amostrando para fins de diagnose as "folhas novas", ou seja, aquelas que apresentam a lâmina foliar totalmente expandida e com a lígula aparente. Os valores obtidos decresceram com a idade da planta, variando de 0,55% com três a quatro folhas para 0,32% com 4 a 5 folhas e 0,15% com 6 folhas, correspondendo a 21, 35 e 42 dias, respectivamente.

No Brasil, alguns trabalhos com gramíneas tem sido desenvolvidos nos últimos anos, no intuito de determinar os níveis críticos de fósforo. Neste contexto, MARTINEZ & HAAG (1980) cultivando vários capins entre os quais braquiária e colonião, em solução nutritiva completa, contendo 0,12; 0,48; 1,94; 7,75 e 31mg de P/litro, determinaram os níveis críticos para estas gramíneas, cujos resultados foram 0,32% P para a braquiária e 0,24% P para o colonião, considerando-se a parte aérea das plantas.

Ao estudar os efeitos de doses de fósforo sobre o crescimento e o seu teor nos capins jaraguá e colonião, COSTA et

alii (1983) observaram que os níveis críticos de P na parte aérea das plantas variavam do primeiro (46 dias após a semeadura) ao terceiro corte (20 dias após o segundo corte), sendo encontrados para o capim jaraguá valores de 0,40 e 0,31% de P, enquanto que para o colonião foram de 0,29 e 0,45% de P, respectivamente, correspondentes à aplicação de 213 e 275 ppm de P no solo.

Em Nova Odessa-SP, MEIRELLES et alii (1988) determinaram, em casa-de-vegetação, o nível crítico de fósforo em capim colonião cultivado em dois solos: PVd e LVa álico. Os níveis de fósforo estudados foram 0, 25, 50, 75, 100, 200 e 400 kg de P_2O_5 /ha. A faixa crítica nas folhas novas (parte da planta que verificou-se ser a mais adequada para a avaliação) foi de 0,16 a 0,18% de fósforo no primeiro e 0,16 a 0,19% de P no segundo corte para o solo podzólico, enquanto que para o Latossolo foi de 0,22 a 0,27% de P no primeiro e 0,17 a 0,19% de P no segundo corte. Os cortes foram efetuados, respectivamente, aos 35 dias após a emergência e 40 dias após o início da rebrota.

- Potássio

Como o potássio é um nutriente absorvido em grande quantidade pelas plantas e como a maior parte das pastagens brasileiras são exploradas, geralmente, em solos de baixa fertilidade natural, é de se esperar que a adubação potássica se faça necessária tanto para o estabelecimento quanto para a manutenção de pastagens. Deste modo, a determinação de níveis

críticos internos de K, assume um papel de destaque, não apenas por servir de base para uma aplicação racional de fertilizantes, mas também por possibilitar a manutenção de um nível adequado deste elemento na planta. Porém, poucos são os trabalhos enfatizando tal tema, o que se deve, possivelmente, à grande quantidade de potássio que é reciclada através das fezes e urina dos animais em pastejo (WERNER, 1986).

Em ensaio de campo, com germoplasma identificado para savanas isohipertérmicas bem drenadas, determinou-se as necessidades internas de potássio durante o período de estabelecimento dos ecotipos e espécies de capins. Os níveis críticos de K na parte aérea, associado a 80% da produção máxima obtida em oito semanas de crescimento, foram de 0,95 e 0,53% para o *Andropogon gayanus* 621; 0,74 e 0,39% para *Brachiaria humidicola* 679; 0,83 e 0,38% para *B. decumbens* 606, e 0,82 e 0,44% para *B. brizantha* 665, respectivamente, na estação chuvosa e seca (CIAT, 1982).

Normalmente, os níveis críticos de potássio nas plantas forrageiras, para serem adequados ao crescimento das mesmas, devem ser mais elevados do que os níveis requeridos pelos ruminantes. GALLO et alii (1974) analisando 249 amostras de plantas forrageiras do Estado de São Paulo, verificaram que não houve uma amostra sequer com teor de potássio abaixo de 0,6%, mínimo adequado para bovinos. Do total de amostras, cerca de 74% situaram-se na faixa de concentração de 1,2 a 2,8% de K, o que mostra a ocorrência de um teor de potássio na forragem relativamente alto em comparação com

a exigência animal.

FERNANDES et alii (1970) ao estudarem o efeito da adubação potássica sobre a produção e valor nutritivo de algumas gramíneas tropicais concluíram que 0,57% de K na parte aérea coletada aos 64 dias, indicava um "status" satisfatório de potássio para *Panicum maximum* Jacq. var. gongyloides, uma vez que a produção não foi aumentada, quando as plantas passaram a ter teores mais elevados deste elemento. Já VICENTE-CHANDLER et alii (1962), em Porto Rico, observaram que as maiores produções do capins elefante, napier, coloniço, pangola e angola estavam associadas aos teores de 1,5 a 2,0% de K na parte aérea das plantas, colhidas aos 60 dias após a emergência. Por outro lado, CARVALHO et alii (1991), ao estudar a resposta da *Brachiaria decumbens* Stapf à fertilização com nitrogênio e potássio em um Latossolo Vermelho Amarelo álico, constataram que os sintomas visuais de deficiência de K desapareceram quando as concentrações médias de K na forragem situavam-se entre 1,0 e 1,5%.

Os teores de potássio nas plantas forrageiras geralmente, decrescem com a maturidade da planta. HAAG et alii (1967) observaram que a concentração de potássio na matéria seca do capim coloniço decresceu de 3,89 para 3,33 e 2,98% com os cortes realizados aos 28, 56 e 84 dias, respectivamente. Observações semelhantes foram feitas por WEBER & HAAG (1984) para o *Panicum maximum* cv. Makueni, onde a concentração de potássio variou de 2,88 a 0,76% respectivamente, aos 30 e 180 dias após o rebaixamento do pasto. WERNER & HAAG (1972) constataram que os teores de K eram

mais elevados nas folhas mais novas do que nas mais velhas. O capim colonião tinha como adequado teores, 1,84, 1,43 e 2,96% de K, respectivamente, nas folhas novas, velhas e colmo. Já no capim jaraguá, os níveis adequados eram 1,65 a 1,08% de K nas folhas novas e velhas respectivamente, e 2,38% de K no colmo.

- Enxofre

A análise de solos para enxofre tem sido relativamente pouco usada. Isto porque a disponibilidade de enxofre depende da interrelação de processos físicos, químicos, físico-químicos e biológicos do solo, os quais são afetados por fatores climáticos, da planta e de manejo das culturas (ALVAREZ V., 1988). O autor salienta que a falta de trabalhos de calibração não permite definir níveis críticos para análise de solos deste nutriente, embora como mostrado pelo próprio autor e ROCHA & MALAVOLTA (1988), as respostas em crescimento das plantas à sua aplicação, aumentam grandemente em teores de S-SO₄, menores que 15 ppm no solo, principalmente naqueles pobre em matéria orgânica.

Embora o nível crítico de S no solo seja uma ferramenta extremamente útil no estabelecimento de doses adequadas do elemento, as dificuldades anteriormente citadas fazem com que as necessidades de enxofre nas forrageiras tropicais sejam comumente avaliadas pela análise de tecido da planta. Determinações de S total e relação N/S de toda a parte aérea, bem como de partes definidas têm sido usadas para essas finalidades (VITTI & NOVAES, 1986).

Assim, WERNER & HAAG (1972) encontraram para o capim colonião (com 69 dias de crescimento) a faixa crítica de 0,11 a 0,15% nas folhas e 0,13% de S nos colmos de plantas adequadamente nutridas, enquanto que para o capim jaraguá (115 dias de idade), a faixa crítica era de 0,13 a 0,18% para as folhas e 0,35% de S para os colmos.

Seguindo a metodologia que considera como concentração crítica aquela necessária para as forrageiras apresentarem 90 a 100% de suas produções máximas, Smith & Siregar (1983) citados por WERNER & MONTEIRO (1988) apresentaram dados relativos às gramíneas *Panicum maximum* var. *trichoglume*, *Cenchrus ciliaris*, *Digitaria decumbens*, *Paspalum dilatatum*, *Chloris gayana*, *Setaria sphacelata* e *Pennisetum clandestinum*, e sugeriram concentrações de enxofre total nestas plantas da ordem de 0,07 a 0,11% como níveis críticos desse elemento.

Entretanto, um dos maiores problemas para a aplicação da concentração crítica de enxofre total, é o rápido declínio dos seus níveis no decorrer do desenvolvimento das plantas, principalmente em forrageiras tropicais, as quais apresentam um rápido crescimento. Assim, em capim colonião o nível crítico de S total diminuiu de 0,15% aos 18 dias após a rebrota para 0,13 e 0,08%, respectivamente 7 e 14 dias mais tarde (Smith & Dolby, 1977 citados por VITTI & NOVAES, (1986). De modo semelhante, WEBER & HAAG (1984) observaram que as concentrações de enxofre em plantas inteiras de *Panicum maximum* cv. Makueni, decresciam com o envelhecimento, segundo uma equação quadrática. Aos 30 dias a concentração de S era

de 0,14% decrescendo para 0,07% aos 120 dias e mantendo-se posteriormente em torno de 0,08% até 180 dias.

Djikshoorn & Van Weijk (1967) citados por HADDAD (1983), demonstraram que quando a planta atinge a maturidade a relação N/S tende a estabilizar-se em 14:1 nas gramíneas e 17:1 nas leguminosas. Para as gramíneas, quando a relação encontrada for aproximadamente 16:1 pode significar que a influência do enxofre esteja limitando a síntese protéica, ao passo que a relação N/S abaixo de 15, indica o acúmulo de S inorgânico.

Já WOODHOUSE Jr. (1969) verificou que uma relação N/S superior a 17:1 limitava o desenvolvimento da grama bermuda (*Cynodon dactylon* L.) e sugeriu como valores adequados à nutrição do capim em enxofre, relações N/S entre 12:1 e 17:1. Já HAAG et alii (1967) encontraram uma relação N/S na parte aérea do capim colônio da ordem de 16:1, 19:1 e 12:1, respectivamente aos 28, 56 e 84 dias.

A relação N/S de três gramíneas forrageiras tropicais (*Andropogon gayanus* 621, *Panicum maximum* e *Brachiaria decumbens*) foi avaliada em ensaio de fertilização nitrogenada pelo CIAT (1978). Assumindo que o nível crítico de 0,1% de S é o requerido pelas gramíneas forrageiras, verificou-se que o *A. gayanus* 621 embora tenha tido um rendimento potencial mais alto em todas as doses de N, o conteúdo de S nos tecidos esteve quase sempre abaixo do nível crítico indicando que este capim tenha um menor requerimento crítico de S, o qual pode ser insuficiente para satisfazer as exigências de enxofre pelos animais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Baseado nos resultados obtidos em trabalho anterior (FERRARI NETO, 1991), em mesmo material de solo, foram conduzido 4 experimentos em vasos sob condições de casa-de-vegetação no Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras, visando o estabelecimento de níveis críticos de N, P, K e S nos tecidos das forrageiras Braquiária e Colonião. Estes nutrientes foram identificados como em deficiência severa neste solo, para o bom crescimento destas forrageiras.

3.1. Solo, clima e espécie vegetal

O material de solo foi coletado na região de Paranaíba-PR, após o cultivo da mandioca por um ciclo na reforma da pastagem. O clima, segundo a classificação de Koeppen, é do tipo Cfa, cujas características são: sub-tropical úmido, mesotérmico, verões quentes, geadas pouco frequentes, com tendência à concentração de

chuvas nos meses de verão e com média anual de 1.200 a 1.500mm, sem estação seca. A temperatura média do mês mais quente é 22°C e do mês mais frio de 18°C (GODOY et alii, 1976).

O solo é um Latossolo Vermelho Escuro, predominante na região, que apresenta, segundo IGUE et alii (1976), as seguintes características: profundo, derivado de arenito, horizontes A, B e C vermelho escuro, poroso, bem drenado, relevo suave ondulado-plano, baixa fertilidade, ácido, baixo/médio Al³⁺ e baixa saturação por bases.

Uma quantidade suficiente de solo foi coletada na camada superficial (0-30cm), tomando-se o cuidado de remover a vegetação e restos culturais. Após secagem ao ar, foi passado em peneira com malha de 5mm. Por ocasião da coleta do solo, foi feita amostragem do perfil até 110 cm de profundidade a cada 20cm a partir de 30cm da superfície, para análises físicas e de fertilidade de rotina.

As espécies forrageiras utilizadas como plantas indicadores foram *Brachiaria decumbens* Stapf (Braquiaria) e *Panicum maximum* Jacq, cultivar IZ-1 (colonião) visto serem as mais utilizadas na região e apresentarem exigências nutricionais diferenciadas.

3.2. Caracterização física e química do material do solo

Foram tomadas sub-amostras para as determinações físicas e químicas do material de solo, seguindo-se o procedimento de secagem ao ar e tamizagem em malha de 2mm. As análises físicas realizadas foram granulometria, densidade de partículas e densidade do solo, determinadas através de análise de rotina pelo laboratório de física do solo da ESAL.

As determinações químicas foram pH_{H_2O} ; matéria orgânica, Ca, Mg e Al (extraídos pelo KCl) P, K, Zn, Cu, Fe e Mn (extraídos pelo HCl 0,05 N + H_2SO_4 0,025 N); N método Kjeldahl; e óxidos totais (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , P_2O_5) pelo ataque sulfúrico, conforme VETTORI (1969) com modificações da EMBRAPA (1979). O enxofre ($S-SO_4^{2-}$) foi determinado de acordo com HOEFT et alii (1973) com modificações. O boro foi determinado com água quente e no extrato, de acordo com o método da curcumina de Dible et alii (1954), descrito por JACKSON (1970).

No Quadro 1 são mostrados os resultados destas análises para o perfil do solo até 110cm. À exceção da camada de 0-30cm, os demais valores corroboram aqueles encontrados por FERRARI NETO (1991), visto o material de solo utilizado ser o mesmo.

QUADRO 1 - Caracterização química e física do perfil do latossolo vermelho escuro, coletado na região de Paranavaí-PR.

Parâmetros	Profundidade (cm)				
	0-30	30-50	50-70	70-90	90-110
pH H ₂ O	5,20	5,9	5,3	6,1	6,2
N total (%)	0,14	0,11	0,03	0,04	0,05
N-NH ₄ (ppm)	20,0	26,6	20,0	23,3	30,0
N-NO ₃ (ppm)	20,0	20,0	13,3	16,6	16,6
P (ppm)	5	3	2	2	1
K ⁺ (meq/100cc)	0,06	0,10	0,14	0,18	0,20
Ca ⁺⁺ (meq/100cc)	1,1	0,8	1,0	1,0	0,9
Mg ⁺⁺ (meq/100cc)	0,3	0,5	0,3	0,5	0,4
S-SO ₄ (ppm)	7,1	7,8	9,4	8,6	10,2
Al ⁺⁺⁺ (meq/100cc)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
(H + Al) (meq/100cc)	2,1	1,5	1,5	1,3	1,3
S (meq/100cc)	1,5	1,4	1,4	1,7	1,5
t (meq/100cc)	1,6	1,5	1,5	1,8	1,6
T (meq/100cc)	3,7	2,9	2,9	3,0	2,8
Matéria orgânica (%)	1,2	0,6	0,5	0,3	0,3
V (%)	40	48	49	56	40
m (%)	6,00	7	6	6	6
B (ppm)	0,30	0,26	0,30	0,18	0,18
Cu (ppm)	1,1	1,4	1,5	1,6	1,6
Fe (ppm)	52,7	93,2	79,2	78,9	69,2
Mn (ppm)	99,6	73,4	38,6	26,2	21,7
Zn (ppm)	2,5	0,5	0,4	0,4	0,3
SiO ₂ (%)	5,0	5,1	5,6	6,4	6,7
Al ₂ O ₃ (%)	5,1	5,1	6,9	6,9	7,1
Fe ₂ O ₃ (%)	1,7	1,7	1,9	1,9	2,3
TiO ₂ (%)	0,32	0,30	0,34	0,34	0,36
P ₂ O ₅ (%)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Areia grossa (%)	8,0	8,0	8,0	7,0	8,0
Areia fina (%)	80,0	78,0	75,0	75,0	74,0
Silte (%)	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0
Argila (%)	10,0	12,0	15,0	15,0	15,0
dp (g/cm) 1/	2,90	-	-	-	-
ds (g/cm) 2/	1,45	-	-	-	-

1. Densidade de partículas

2. Densidade do solo (amostra deformada).

3.3. Delineamento experimental e tratamentos

Foram conduzidos quatro experimentos, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, com o objetivo de se obter as curvas de respostas para N, P, K e S, variando as doses de cada um individualmente, na presença de doses fixas, dos demais tidas como adequadas. As espécies utilizadas foram a braquiária e o colonião.

Cada nutriente foi aplicado em cinco doses sendo em mg/kg de solo: N - 0,0; 100; 200; 300 e 500, sendo simbolizados como N_0 ; N_1 ; N_2 ; N_3 e N_4 , respectivamente, aplicados 1/3 do plantio, 1/3 aos 15 dias e 1/3 aos 30 dias após a emergência; P - 0,0; 75; 150; 225 e 450, simbolizados como P_0 , P_1 , P_2 , P_3 e P_4 , respectivamente, aplicados no plantio; K - 0,0; 50; 100; 200 e 400, simbolizados como K_0 , K_1 , K_2 , K_3 e K_4 , respectivamente aplicados no plantio e o S - 0,0; 20; 40; 80 e 160, simbolizados como S_0 , S_1 , S_2 , S_3 , e S_4 , respectivamente, aplicados no plantio. As fontes de nutrientes foram sais p.a., NH_4NO_3 , $NH_4H_2PO_4$, KH_2PO_4 , K_2SO_4 , $NaHPO_4$, $(NH_4)_2SO_4$, aplicados de tal forma a manter as doses de N, P, K e S nos níveis estabelecidos nos tratamentos e a adubação básica dos demais sempre balanceada.

Os demais nutrientes como Ca e Mg (calagem) e os micronutrientes, não foram aplicados, visto que foi observado em experimento anterior (FERRARI NETO, 1991) que suas omissões não promoveram nenhum efeito depressivo na produção de matéria seca, (2

cortes) das forrageiras.

3.4. Condução do experimento

Utilizaram-se vasos plásticos com capacidade para 3 kg de solo. Os tratamentos foram aplicados individualmente ao solo dos vasos, que permaneceram em incubação com umidade de 60% do VTP por um período aproximado de 15 dias.

Foram semeadas cerca de 40 sementes por vaso sendo que as de *B. decumbens* foram imersas em solução de ácido sulfúrico concentrado por 15 minutos, para a quebra de dormência. Após a emergência das plântulas fez-se um desbaste deixando-se 5 plantas por vaso.

A umidade dos vasos foi mantida a 60% do VTP (Volume Total de Poros), de acordo com FREIRE et alii (1980), aferida através de pesagens diárias dos vasos, completando-se o peso com água desmineralizada.

Foram realizados dois cortes, sendo o primeiro aos 46 dias após a emergência e a 5cm do solo, e o segundo, 38 dias após o primeiro rente ao solo. Visando a diagnose foliar, algumas folhas novas (folhas com lâmina foliar totalmente expandida e com lígula aparente, segundo SMITH, 1975) foram separadas em cada tratamento, para a determinação dos níveis de N, P, K e S nestes tecidos. O restante do material foi mantido para análise dos nutrientes na

parte aérea como um todo. Após o último corte a terra dos vasos foi revolvida e o sistema radicular retirado e lavado cuidadosamente em água corrente e, posteriormente em água desmineralizada. O material vegetal (parte aérea de cada corte e raízes após o último corte) foi seco em estufa com circulação de ar, a 70°C até peso constante, realizando-se em seguida a pesagem da matéria seca. Após, separadamente triturados em moinho tipo Wilkey, provido de peneira de aço inoxidável com 20 malhas por polegada (0,42mm) e acondicionados em frascos de vidro devidamente identificados para posteriores análises químicas.

3.5. Análise química dos tecidos

Os teores dos nutrientes na matéria seca da parte aérea de cada corte é foram determinados como a seguir: N pelo método Kjeldahl, e P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn através da digestão nitroperclórica (MALAVOLTA et alii, 1989), sendo a determinação no extrato como se segue: P - colorimetria; K - fotometria de chama; S - turbidimetria; Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn - espectrofotometria de absorção atômica.

A quantidade dos nutrientes acumulada nos tecidos da parte aérea e foi calculada com base no teor destes no tecido e a produção de matéria seca. Calcularam-se também, os coeficientes de utilização dos nutrientes (N,P,K e S) pelas plantas, (matéria seca

produzida)²/unidade dos nutrientes absorvidos], bem como os índices de utilização, de acordo com SIDDIQI & GLASS (1981).

3.6. Análises estatísticas

Foram realizadas análises de variância para matéria seca da parte aérea em cada corte, teores dos nutrientes nos tecidos, e acumulação de nutrientes, de acordo com GOMES (1985).

Os dados de produção de matéria seca ($Y = \text{g/vaso}$) foram ajustados como variável dependente das doses de N, P, K e S ($X = \text{ppm}$) aplicadas. Pelas equações assim obtidas foram estimadas as doses de cada nutriente necessárias para obter 80 e 90% da produção máxima de matéria seca.

As faixas críticas de N, P, K e S nos tecidos da parte aérea em cada corte e folhas novas no 1º corte foram estimadas, substituindo-se as doses de cada um necessárias para obter 80 e 90% da produção máxima, nas equações que relacionam as doses aplicadas com seus teores no tecido vegetal.

Foram também ajustadas equações de regressão entre a quantidade total de cada nutriente acumulada na matéria seca da parte aérea, em função das doses de cada um aplicadas.

Com base nos dados da análise química, ajustaram-se equações de regressão entre os coeficientes de utilização de N, P, K e S, em função de suas doses aplicadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Produção de matéria seca e perfilhamento das espécies.

Discussão detalhada sobre as características químicas e físicas do solo utilizado, relacionada com suas potencialidades e limitações sobre o crescimento das plantas foi feito por FERRARI NETO (1991); onde se verificou que as omissões de N, P, K e S na adubação, reduziram a produção média de matéria seca da parte aérea (1^o + 2^o cortes) do colonião e braquiária a 25,25, 30 e 41% do tratamento completo, respectivamente.

Portanto, com base nestes dados, já eram esperadas respostas em crescimento destas espécies às aplicações destes nutrientes, o que é mostrado no Quadro 2 para a produção de matéria seca do 1^o, 2^o e 1^o + 2^o cortes e, também, no número de perfilhos das forrageiras estudadas. As análises de variância são apresentadas no Apêndice.

QUADRO 2 - Produção de matéria seca pela parte aérea (1Q, 2Q e 1Q + 2Q cortes), raiz e perfilhamento de braquiária e do coloniço.

Trat.	Braquiária					Coloniço						
	Parte aérea ²			Raiz ²		Perf. ¹ por planta	Parte aérea ²			Raiz ²		Perf. ¹ por planta
	1Q corte	2Q corte	Total				1Q corte	2Q corte	Total			
N0	9,2	3,4	12,6	3,4	2,8	8,0	3,5	11,5	3,5	1,2		
N1	28,3	10,4	38,4	10,4	9,2	25,1	10,0	35,1	14,6	2,3		
N2	33,4	13,3	46,7	11,4	11,1	29,5	14,9	44,4	19,6	2,8		
N3	34,5	17,0	51,5	11,7	13,1	30,7	14,3	45,0	19,5	3,0		
N4	32,8	26,4	59,5	16,0	12,7	28,6	21,8	50,4	25,3	3,6		
P0	3,8	8,9	12,7	4,3	2,7	3,2	7,1	10,3	4,0	0,1		
P1	31,5	23,1	54,6	16,8	11,3	30,2	20,7	50,9	19,7	3,2		
P2	35,5	21,2	56,7	18,3	12,8	33,4	18,3	51,7	28,1	3,3		
P3	35,5	18,4	53,9	11,7	13,4	33,5	13,8	47,3	18,8	3,6		
P4	34,4	17,4	51,8	10,3	12,5	29,0	15,5	44,5	16,6	3,3		
K0	9,7	3,6	13,3	1,1	6,6	7,6	0,0	7,6	0,4	1,9		
K1	24,7	11,0	35,7	6,4	9,9	20,8	9,4	30,3	2,9	2,9		
K2	32,6	14,1	46,7	11,8	11,4	28,0	13,6	41,6	8,1	3,0		
K3	35,5	17,7	53,3	11,7	13,3	32,1	14,5	46,6	7,8	3,3		
K4	39,4	18,2	57,6	14,9	14,4	37,1	16,2	55,3	13,2	3,6		
S0	20,7	5,3	26,0	5,6	4,3	16,0	6,3	23,3	6,1	2,2		
S1	37,2	15,2	52,4	13,1	12,5	33,9	13,1	47,0	23,0	3,1		
S2	35,5	16,9	52,4	11,2	12,3	33,8	15,3	49,1	24,9	3,2		
S3	34,3	17,3	51,6	11,8	13,3	31,9	14,1	46,0	18,1	3,2		
S4	32,9	17,9	50,8	12,5	12,0	31,8	15,7	47,5	20,2	3,4		

¹ N^o de perfilhos referentes ao 1Q corte
² g/vaso.

A produção de matéria seca pela parte aérea apresentou um comportamento similar, nos quatro ensaios, onde a massa seca produzida por ambas as espécies no 1º crescimento foi muito maior do que o da rebrota, e com ligeira superioridade da braquiária em relação ao colonião. A diminuição na produção do 2º corte nos experimentos com P, K e S, principalmente nas doses mais elevadas, talvez seja em parte a uma decapitação mais intensa de perfilhos por ocasião do primeiro corte, tal como observado por COSTA et alii (1983) para o colonião e por FONSECA (1987) para braquiária, quando adubados com fósforo. Segundo GOMIDE et alii (1979), a adubação é fator responsável por uma elevação mais precoce dos meristemas apicais das gramíneas e a decapitação dos perfilhos por ocasião de um corte, compromete a rebrota e a produção nos cortes subsequentes. Nos tratamentos com nitrogênio, uma possível deficiência de N explicaria este menor rendimento na rebrota, já que as respostas encontradas foram lineares neste crescimento. FERNANDES et alii (1970) sugeriram que as diferenças no rendimento de forragem de algumas gramíneas, no 1º e 2º corte, eram devidas a duração dos períodos de crescimento. No presente estudo contudo, apesar do 2º corte ter sido realizado com oito dias a menos que o primeiro, os estádios fisiológicos foram idênticos em ambos (pré-florescimento), reduzindo assim a influência deste fator. Uma vez que não foi feita a adubação básica de reposição após o 1º corte, uma possível falta de N poderia também contribuir para um menor crescimento na rebrota, visto que o efeito residual da adubação básica poderia ser insuficiente para atingir altas produções. Outro

aspecto que será visto adiante, refere-se a absorção bastante elevada de manganês no segundo corte, o que talvez possa ter afetado negativamente seu crescimento, embora não tenham sido observados sintomas visuais de deficiência de ferro, o que, inicialmente, caracteriza a toxidez de manganês. Não obstante, uma possível toxidez oculta pode ter ocorrido.

Diante do exposto, parece razoável pensar que um conjunto de fatores apresentados e não um em particular, tenha concorrido para o menor crescimento das plantas no 2º corte.

Em relação à produção das espécies, fica claro que apesar da braquiária normalmente ser destinada a solos com baixa fertilidade natural, devido sua boa capacidade de adaptação nestes ambientes, esta gramínea pode apresentar altos rendimentos se adequadamente adubada, produzindo inclusive, mais que o colonião que tradicionalmente é destinado a solos mais férteis (Quadro 2). Estas respostas confirmam aquelas obtidas pelo CIAT (1978), CARRIEL et alii (1989) e FERRARI NETO (1991), onde em condições de igual fertilidade a braquiária foi mais produtiva do que o colonião.

Baseado nos dados do Quadro 2, determinaram-se as equações de regressão entre as doses aplicadas e produção de matéria seca pela parte aérea em ambas as espécies (Quadro 3). A exceção do N na rebrota, as demais equações foram de 2º grau, permitindo assim, uma estimativa das produções máximas de matéria seca e as respectivas doses aplicadas correspondentes.

Antes de entrar na discussão em que se faz comparações das respostas aqui observadas com aquelas encontradas na

literatura, deve-se chamar a atenção para um aspecto muito importante, envolvendo experimentos em vasos, em casa de vegetação e experimentos em parcelas, no campo. Devido o pequeno volume de solo a ser explorado pelo sistema radicular das plantas, os ensaios de vasos utilizam quantidades de nutrientes superiores àquelas de ensaios no campo. FAGERIA et alii (1982) trabalhando com arroz, verificou que as doses ótimas de nutrientes para estudos em vasos, correspondem, aproximadamente, a 8 vezes o nível de adubação geralmente recomendada para as condições de campo. MALAVOLTA (1980) e NOVAIS et alii (1991), dão exemplos de doses a serem usadas em ensaios de vasos. Estas doses, superam em 6 a 12 vezes àquelas recomendadas pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, para o estabelecimento de pastagens exclusivas de gramíneas no campo. Assim, foram feitas algumas comparações entre os dados obtidos no presente estudo e resultados de pesquisa no campo, porém, tendo-se sempre em mente o aspecto discutido acima. Outro ponto que merece destaque, é o fato de que muitos pesquisadores utilizam em ensaios de vasos, doses em kg/ha, que usualmente são utilizadas no campo. Em função disso, muitas vezes as doses deste experimento (em mg/kg de solo) foram transformadas para kg/ha, usando-se o fator 2,9, que considera a densidade do solo.

QUADRO 3. Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (x) e produção de matéria seca da parte aérea (y) da braquiária e colonião.

Trat. Corte	Braquiária		Colonião		
	Equação	r ²	Equação	r ²	
N	1	$Y=11,275+0,1545X-0,000226X^2$	0,94	$Y=9,8082+0,1392X-0,000206X^2$	0,94
	2	$Y=4,408694+0,0443968X$	0,99	$Y=5,495270+0,0337185X$	0,92
	T	$Y=15,503+0,2015X-0,000230X^2$	0,96	$Y=14,098+0,1909X-0,000241X^2$	0,94
P	1	$Y=4,1384+4,184 \sqrt{X}-0,128569X$	0,99	$Y=3,4395+4,2017 \sqrt{X}-0,142173X$	0,99
	2	$Y=9,5746+1,8969 \sqrt{X}-0,074464X$	0,85	$Y=8,0349+1,5853 \sqrt{X}-0,061299X$	0,69
	T	$Y=13,717+6,0175 \sqrt{X}-0,202673X^2$	0,97	$Y=11,474+5,7871 \sqrt{X}-0,203573X$	0,95
K	1	$Y=12,777+0,1996X-0,000337X^2$	0,92	$Y=10,083+0,1833X-0,000292X^2$	0,95
	2	$Y=4,8123+0,1064X-0,000183X^2$	0,96	$Y=2,2229+0,1100X-0,000178X^2$	0,89
	T	$Y=17,501+0,3064X-0,000501X^2$	0,94	$Y=12,306+0,2934X-0,000470X^2$	0,93
S	1	$Y=21,643+3,8379 \sqrt{X}-0,239485X$	0,89	$Y=6,5176+1,7894 \sqrt{X}-0,087154X$	0,94
	2	$Y=5,5250+2,6005 \sqrt{X}-0,130358X$	0,98	$Y=16,958+4,2739 \sqrt{X}-0,252722X$	0,91
	T	$Y=27,168+6,4384 \sqrt{X}-0,369843X$	0,94	$Y=23,476+6,0633 \sqrt{X}-0,339877X$	0,93

Obs.: Os coeficientes de determinação são significativos ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

As gramíneas responderam de modo bastante acentuado às doses de nitrogênio (Figura 2), tendo alcançado produções máximas estimadas com 342 e 437 mg N/kg de solo (992 e 1267 kg/ha) para a braquiária e com 338 e 397 mg N/kg de solo (980 e 1150 kg/ha) para o colonião, respectivamente, para 1 σ e 1 σ + 2 σ crescimento. Na rebrota, em função dos rendimentos lineares, o ponto de máxima não pode ser calculado. Estas respostas foram inferiores àquelas obtidas por LITTLE et alii (1959) e VICENTE-CHANDLER et alii (1959) em que o colonião respondeu no campo até 1600 kg N/ha ano.

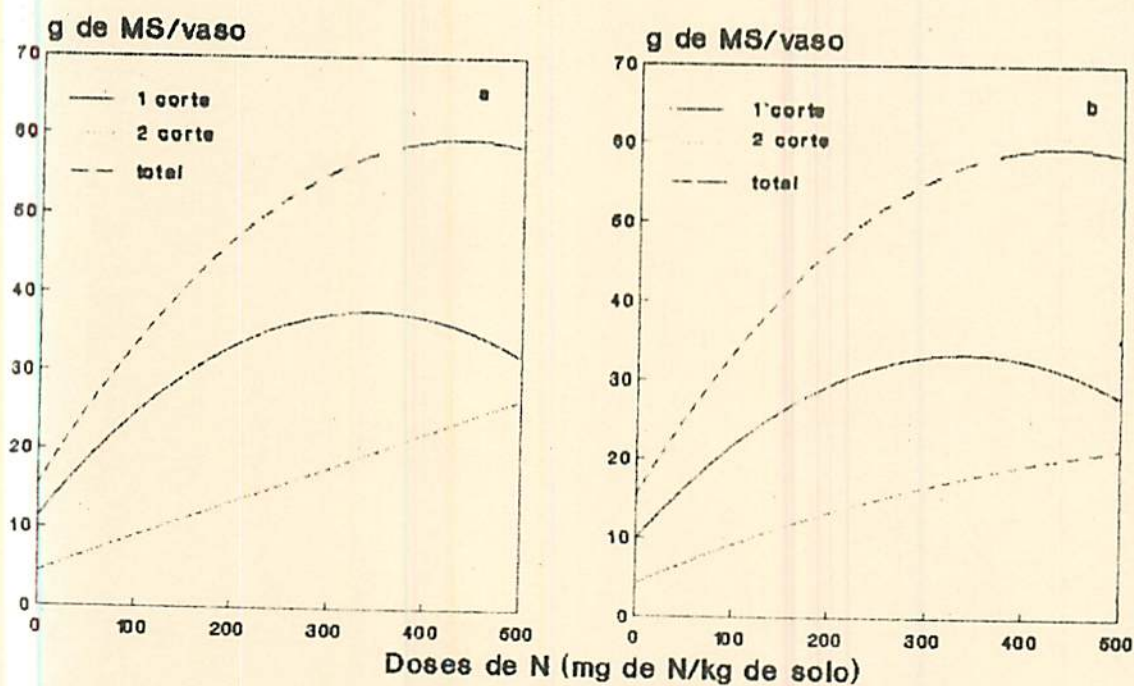


FIGURA 2. Efeito de doses crescentes de N sobre a produção de matéria seca (1^o, 2^o e 1^o + 2^o cortes) pela parte aérea da braquiária (a) e colonião (b).

Por sua vez, MATTOS & WERNER (1979) e MONTEIRO et alii (1980) verificaram em condições de campo que a matéria seca do colonião cresceu linearmente até as maiores doses de N utilizadas (225 kg/ha). Também CIAT (1981) e CARVALHO et alii (1991) encontraram respostas lineares para braquiária quando utilizaram

400 kg de N/ha, sendo que para o último autor as respostas foram dependentes da aplicação de potássio. Deve-se ressaltar no entanto, que no presente estudo um fator relevante a contribuir para estes resultados, é o baixo conteúdo de matéria orgânica no solo (Quadro 1), limitando desta forma o suprimento de nitrogênio através desta importante fonte. As respostas lineares na rebrota, para ambas as espécies, deixa evidente, que para se assegurar uma boa produtividade e a manutenção da mesma, será necessário que adubações nitrogenadas de cobertura sejam realizadas anualmente, especialmente nas estações de crescimento. Isto aliás, é uma prática com benefícios comprovados em pastagens exclusivas de gramíneas, tanto em sistema de corte quanto pastejo (CIAT, 1981; PAULINO & WERNER, 1983; CARVALHO & SARAIVA, 1987 e SANCHES, 1981). Todavia, um aspecto que não pode ser esquecido é que adubações nitrogenadas, mesmo que de manutenção, devem ser parceladas se a dose recomendada for elevada (para se evitar perdas especialmente por lixiviação) e, principalmente neste solo, devido suas características físico-químicas (Quadro 1). Embora tenha uma porcentagem de argila suficiente para ser classificado como um LE, sua elevada porcentagem de areia e sua baixa CTC, permitem inferir que em termos de uso e manejo, este solo se comporte como uma AQ, devendo receber atenção semelhante a este tipo de solo. Além disso, na região do solo em estudo, a maior concentração de chuva ocorre nos meses de verão (MUZILLI et alii, 1990) que é justamente a época em que as plantas estão em pleno crescimento vegetativo, necessitando das aplicações de nitrogênio.

Quantitativamente, o potássio somente foi superado pelo nitrogênio nas doses necessárias para a máxima produção de matéria seca, requerendo 296, 290 e 295 mg de K/kg de solo (859, 845 e 856kg de /ha) para a braquiária e de 314, 311 e 312 mg de K/kg de solo (910, 902 e 905 kg de K/ha) para o colonião, respectivamente para o 1^o, 2^o e 1^o + 2^o cortes, evidenciando a elevada necessidade deste elemento por estas espécies (Figura 3). Normalmente as respostas a K em pastagens exclusivas de gramíneas são baixas, devido à elevada reciclagem deste elemento através das fezes e urinas dos animais em pastoreio (SANCHES, 1981; CIAT, 1986; WERNER, 1986 e GLORIA, 1986). No entanto, em pastagens consorciadas, em áreas destinadas à produção de feno e áreas onde a forragem é cortada para ensilagem, respostas desta magnitude podem ocorrer a nível de campo (VICENTE-CHANDLER et alii, 1962; ADAMS et alii 1967 e SERRÃO & SIMÃO NETO, 1971). Uma vez que gramíneas forrageiras têm alta exigência em nitrogênio, as respostas mais acentuadas ao potássio ocorrem na presença de altos níveis desse nutriente (REITH et alii, 1964 e MONTEIRO et alii, 1980). Tal premissa é confirmada neste trabalho, já que pelas doses de K necessárias para a máxima produção de matéria seca e pela dose básica de N (300 mg/kg de solo) constata-se que a relação N/K aplicada situa-se em torno de 1, reafirmando assim, a elevada exigência destes dois nutrientes para obtenção de boas produções. O uso de baixas doses de K em áreas que receberam altas dose de N poderá limitar a produção da braquiária e do colonião (CIAT, 1981), sendo que o incremento nos níveis de K

aumentará a eficiência da adubação nitrogenada, a ponto de reduzir pela metade as necessidades de N, para se obter a mesma produção de matéria seca, como demonstrado por CARVALHO et alii (1991) para a braquiária. Deste modo, descuidos dos níveis de adubação destes elementos poderão comprometer a produtividade destes capins, especialmente em sistemas de cortes.

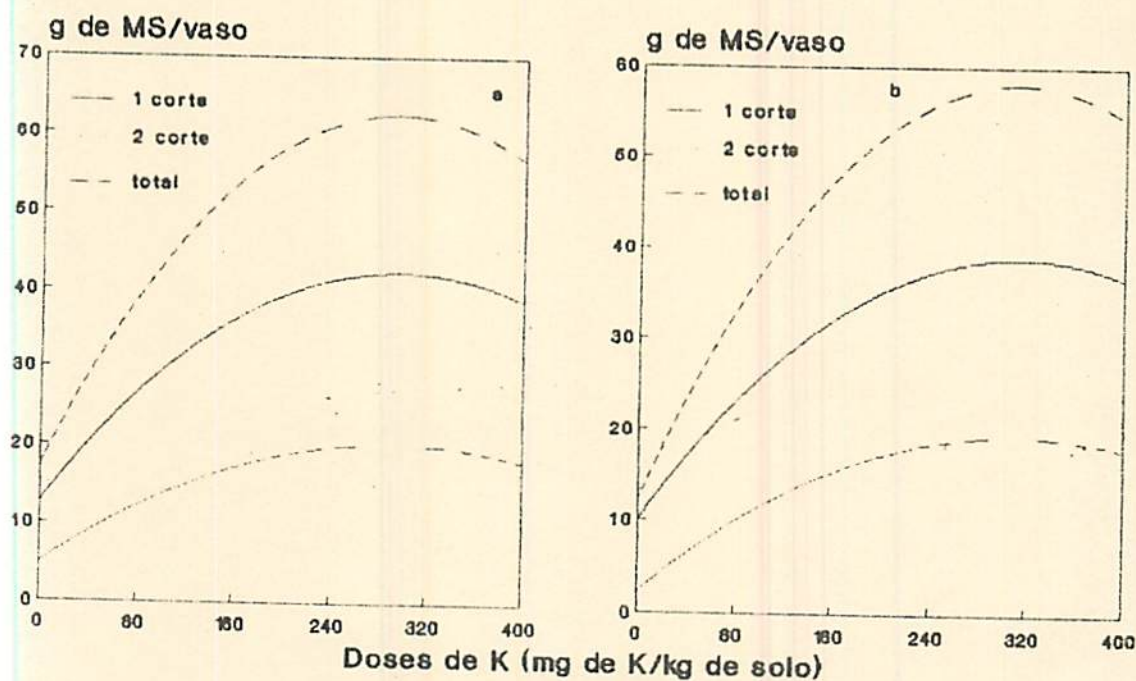


FIGURA 3. Efeito de doses crescentes de K sobre a produção de matéria seca (1 c , 2 c e 1 c + 2 c cortes) pela parte aérea da braquiária (a) e do colonião (b).

Concordando com FERRARI NETO (1991), a omissão de potássio (dose 0), causou maior efeito detrimental no colônio já que esta espécie não apresentou rebrota após o 12 corte (Quadro 2), enquanto que a braquiária teve um pequeno crescimento. Também GUTTERIDGE (1981), ao trabalhar com dois solos (com 51 e 90 ppm K) e cinco espécies de gramíneas forrageiras em ensaios de vasos nas Ilhas Salomão, verificou que quando o potássio não foi aplicado, o *Panicum maximum* foi a espécie que extraiu menos potássio do solo e apresentou a menor produção de matéria seca, sendo que a *Brachiaria decumbens* apresentou no mínimo o dobro do teor de K e produção. Esta maior habilidade da braquiária em extrair K de solos deficientes, pode ser uma das causas de sua adaptação em solos de baixa fertilidade natural.

A exemplo do N, o parcelamento da adubação potássica em pastagens de gramíneas é há muito recomendada (ADAMS et alii, 1967), não só devido as possibilidades de perdas por lixiviação, mas também para se evitar o consumo de luxo de K. Dada as características físicas e químicas do presente solo (Quadro 1), associada a elevada precipitação anual da região (média de 1200 - 1500 mm/ano) as perdas de K por lixiviação são grandes, o que ajuda a explicar sua deficiência generalizada na região do Arenito Caiuá (BRONDANI et alii, 1991). Assim, o parcelamento do K, deve ser uma prática indispensável neste solo.

Ao contrário do N e do K em que o modelo quadrático mostrou bons ajustes, o modelo matemático que melhor explicou a relação entre doses de fósforo aplicadas e produção de matéria seca

pela parte aérea das duas forrageiras, foi o raiz quadrada (Quadro 3). As produções máximas estimadas pelas equações, foram obtidas com 258, 163 e 220 mg P/kg de solo (748, 473 e 638 Kg de P/ha) para a braquiária e 219, 167 e 202 mg P/kg de solo (635, 484 e 586 Kg de P/ha) para a colonião, respectivamente para 1^o, 2^o e 1^o + 2^o corte (Figura 4). Estas doses que são superiores àquelas encontrada em casa de vegetação por BARCELOS & SANZONOWICZ (1987) para três cultivares de *Panicum maximum* e por GUSS et alii (1990) para quatro espécies de *Brachiaria*, em solos com características físicas e químicas distintas, estando porém dentro da faixa encontrada por COSTA et alii (1983), para o capim colonião cultivado em vasos. Apesar de terem sido obtidas respostas até altas doses de P, as curvas de rendimento (Figura 4) deixam claro que com menores doses se conseguem boas produções, o que está de acordo com resultados encontrados no campo pelo CIAT (1978) e em vasos por COSTA et alii (1983) para o colonião, e no campo por Sanzonowicz citado por LOBATO et alii (1986) para a braquiária, em que os capins responderam até altas doses de P aplicadas, porém, os maiores acréscimos foram conseguidos com doses bem inferiores (50 e 150 kg/ha, respectivamente). PAULINO et alii (1987), em revisão sobre problemas nutricionais do gênero *Brachiaria*, salientam que estes capins não requerem aplicações de altos níveis de P no solo, mostrando resultados experimentais semelhantes em rendimento pela aplicação de 50 a 345 kg de P₂O₅/ha na forma de superfosfato simples. Deve-se ressaltar, contudo, que no solo em estudo, devido a predominância de baixo teor de argila e os baixos teores de

ferro, alumínio e zinco, os problemas de "fixação" de fósforo são reduzidos, o que aliás é uma característica de todos os solos derivados do Arenito Caiuá (BRONDANI et alii, 1991). Isto faz com que a maior parte do fósforo aplicado ao solo permaneça disponível para as plantas, reduzindo deste modo, as doses necessárias para se atingir boas produções. Entretanto, é provável que as elevadas respostas neste ensaio, estejam associados aos altos níveis do N, K e S utilizados na adubação básica.

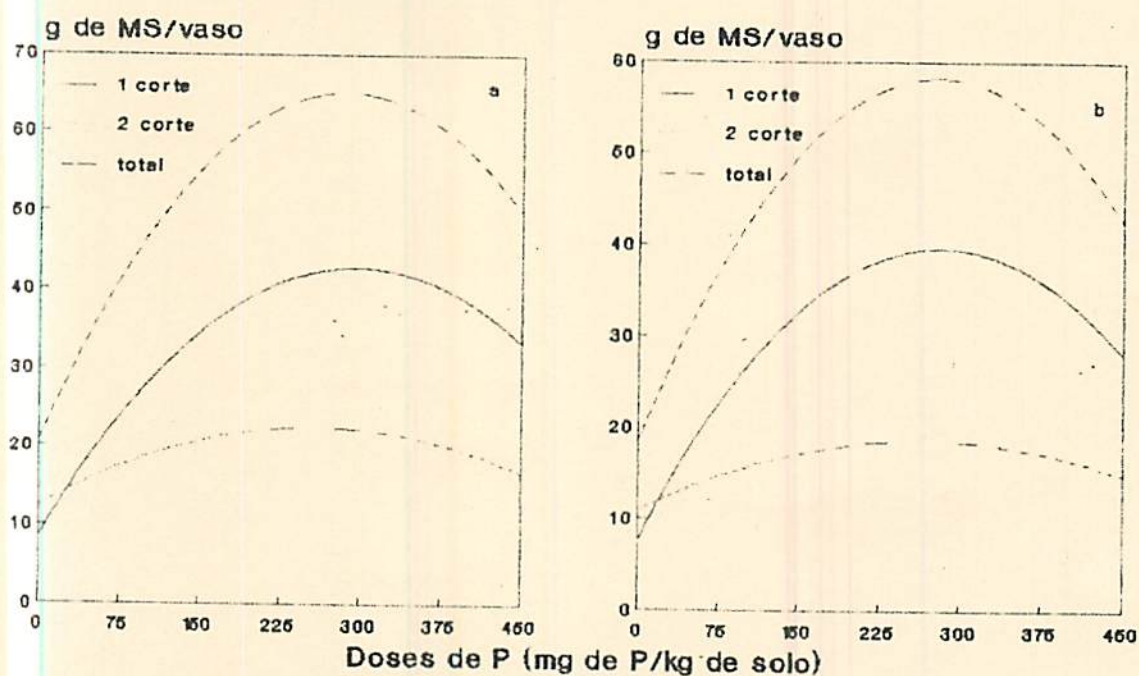


FIGURA 4. Efeito de doses crescentes de P sobre a produção de matéria seca (1^o, 2^o e 1^o + 2^o cortes) pela parte aérea da braquiária (a) e do colonião (b).

A importância do fósforo no estabelecimento inicial destas gramíneas foi confirmado neste ensaio, uma vez que na dose zero de P, suas produções de matéria seca no 1º corte foram muito inferiores às do 2º corte (Quadro 2). Isto realça a grande demanda das forrageiras por fósforo nesta fase e justifica os méritos de uma aplicação localizada do fertilizante fosfatado no sulco de plantio, quando as doses aplicadas forem baixas (ITALIANO et alii, 1981 e GUSS et alii, 1990).

À semelhança do ocorrido para o fósforo, o modelo raiz quadrada foi o que melhor se ajustou para o enxofre (Quadro 3), mostrando que neste caso também houve um intenso crescimento das gramíneas, com aplicação das primeiras doses do elemento (Figura 5). As produções máximas estimadas de matéria seca foram obtidas mediante aplicações de 65, 100 e 76 mg S/kg de solo (188, 290 e 220 kg de S/ha) para braquiária e de 72, 106 e 80 mg S/kg de solo, (209, 307 e 232 kg de S/ha) para o colonião, respectivamente para 1º, 2º e 1º + 2º cortes. Estes níveis são muito superiores àqueles encontrados em casa de vegetação por MONTEIRO & CARRIEL (1987) para o colonião em AQ (75 kg de S/ha), por CASAGRANDE & SOUZA (1982) para a braquiária em três solos distintos (47, 51 e 50 kg de S/ha, respectivamente para AQd, LEd e LEa) e no campo por WOODHOUSE JR. (1969) e pelo CIAT (1982) para outros capins. Todavia, no presente estudo, as doses de N, P e K da adubação básica foram muito superiores (mais que o dobro) àqueles utilizados por estes autores além do teor de matéria orgânica do solo ser extremamente baixo (Quadro 1). Embora as

gramíneas forrageiras tenham baixos requerimentos em enxofre, a aplicação de elevados níveis de macronutrientes primários, principalmente o N, faz com que esse elemento seja exigido em maior quantidade, devido exercer uma função fundamental no metabolismo do N e na síntese de proteínas (WERNER, 1984), esperando-se nestas situações, maiores respostas a adubação sulfatada (WILKINSON & LANGDALE, 1974 e WERNER & MONTEIRO, 1988). Além disso, a exemplo do P, apesar da produção máxima estimada exigir altas aplicações de S, verifica-se que com doses bem menores, conseguem-se produções próximas deste máximo, em ambas as espécies (Figura 5).

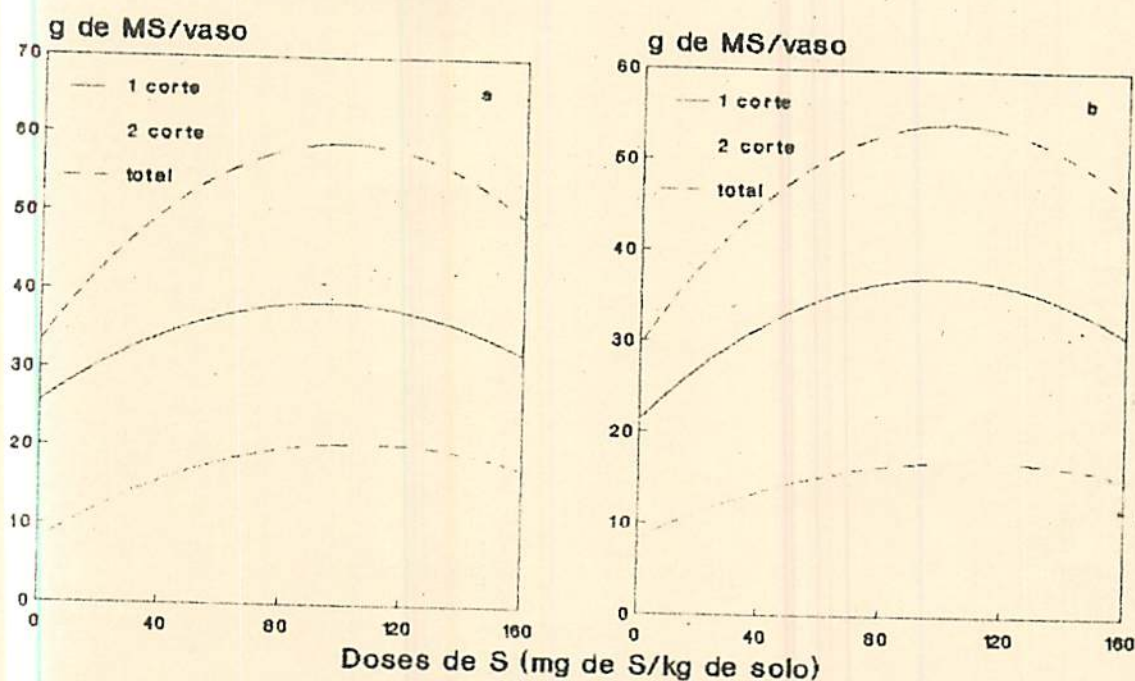


FIGURA 5. Efeito de doses crescentes de S sobre a produção de matéria seca (1 $\underline{0}$, 2 $\underline{0}$ e 1 $\underline{0}$ + 2 $\underline{0}$ cortes) pela parte aérea da braquiária (a) e do colonião (b).

Os dados aqui encontrados, aliados aos baixos teores de matéria orgânica no solo, à topografia plana e os elevados teores de areia (favorecendo a lixiviação de S_0) revelam a necessidade de aplicação de enxofre nesse solo, para garantir e manter boas produtividades destas gramíneas.

É amplamente divulgado na literatura que em ensaios de campo, geralmente, não há viabilidade econômica quando se busca a produção máxima. Isto porque de acordo com a "Lei dos incrementos decrescentes" os incrementos crescentes de fertilizante correspondem a aumentos cada vez menores de produção. De acordo com RAIJ (1991) a "colheita máxima econômica" situa-se sempre um pouco abaixo da colheita máxima fisiológica. Assim, têm sido largamente utilizados pelos pesquisadores valores correspondentes à 80-90% da produção máxima. Baseando-se nesta premissa, estimaram-se estas doses (embora ensaios de vasos utilizem doses muito superiores as do campo) a partir das equações de regressão que relacionam a produção de matéria seca em função das doses aplicadas (Quadro 3) que são apresentadas no Quadro 4. Nota-se, que a utilização destes índices de referência permitiria uma economia considerável nas adubações com N, P, K e S, enquanto a produção sofreria um decréscimo comparativamente menor, levando certamente a uma relação custo/benefício substancialmente menor.

Com relação ao perfilhamento, pelos Quadros 2 e 5 e Figura 6, observa-se que, à exceção do enxofre e potássio para o colônio, os tratamentos exerceram influência significativas sobre este parâmetro.

QUADRO 4 - Doses estimadas de N, P, K e S para obtenção de 80,90 e 100% de produção máxima de matéria seca da braquiária e colonião, diferença absoluta e percentual destes valores.

Trat.	Corte	Doses (mg/kg de solo)						
		Produção máxima	Índice de referência		Diferença absoluta		Diferença percentual	
			80%	90%	80%	90%	80%	90%
----- Braquiária -----								
N	1	342	159	212	183	130	53	38
	2	500 ¹	-	-	-	-	-	-
P	1	258	71	114	187	144	72	56
	2	163	26	54	137	109	84	67
K	1	296	148	191	148	105	50	35
	2	290	86	136	204	154	70	47
S	1	65	6	17	59	48	91	74
	2	100	20	39	80	61	80	61
----- Colonião -----								
N	1	338	157	209	181	129	53	38
	2	500 ¹	-	-	-	-	-	-
P	1	219	61	97	158	122	72	56
	2	167	27	56	140	111	84	66
K	1	314	141	182	173	132	55	42
	2	311	81	134	230	177	74	57
S	1	72	10	22	62	50	86	69
	2	106	18	36	88	70	83	66

¹ A resposta foi linear. Dose máxima aplicada.

O fósforo foi o nutriente que exerceu maior influência, confirmando o exposto por WERNER & HAAG (1972);

QUADRO 5 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (x) e nº de perfilhos/planta (y) da braquiária e do colonião.

Trat.	Braquiaria		Colonião	
	Equação	r ²	Equação	r ²
N	$Y=3,2661+0,0564X-0,000075X^2$	0,98	$Y=1,1788+0,0131X-0,000016X^2$	0,96
P	$Y=3,9408+0,0780X-0,000132X^2$	0,89	$Y=0,6405+0,0245X-0,000042X^2$	0,84
K	$Y=7,1015+0,0484X-0,000076X^2$	0,97	Y=	n.s.
S	$Y=6,3656+0,1781X-0,000908X^2$	0,72	Y=	n.s.

Obs.: Coeficientes de determinação significativos a 1% de probabilidade pelo teste F.

MEIRELES et alii (1988); GUSS et alii (1990); JONES (1990) e FERRARI NETO (1991), que o P é de importância fundamental no estabelecimento e perfilhamento destas espécies. MARTINEZ & HAAG (1980) verificaram em casa de vegetação que o número de perfilhos apresentava um gradiente crescente em função dos incrementos nos níveis de P para a Braquiária. Por sua vez, CARVALHO (1985) expressou que geralmente, as maiores respostas a fósforo pelas forrageiras são observadas com mais frequência na fase de estabelecimento do que na fase de produção, devido ao papel deste elemento no desenvolvimento radicular das plântulas e no perfilhamento das gramíneas, o que de certa forma foi constatado no presente estudo.

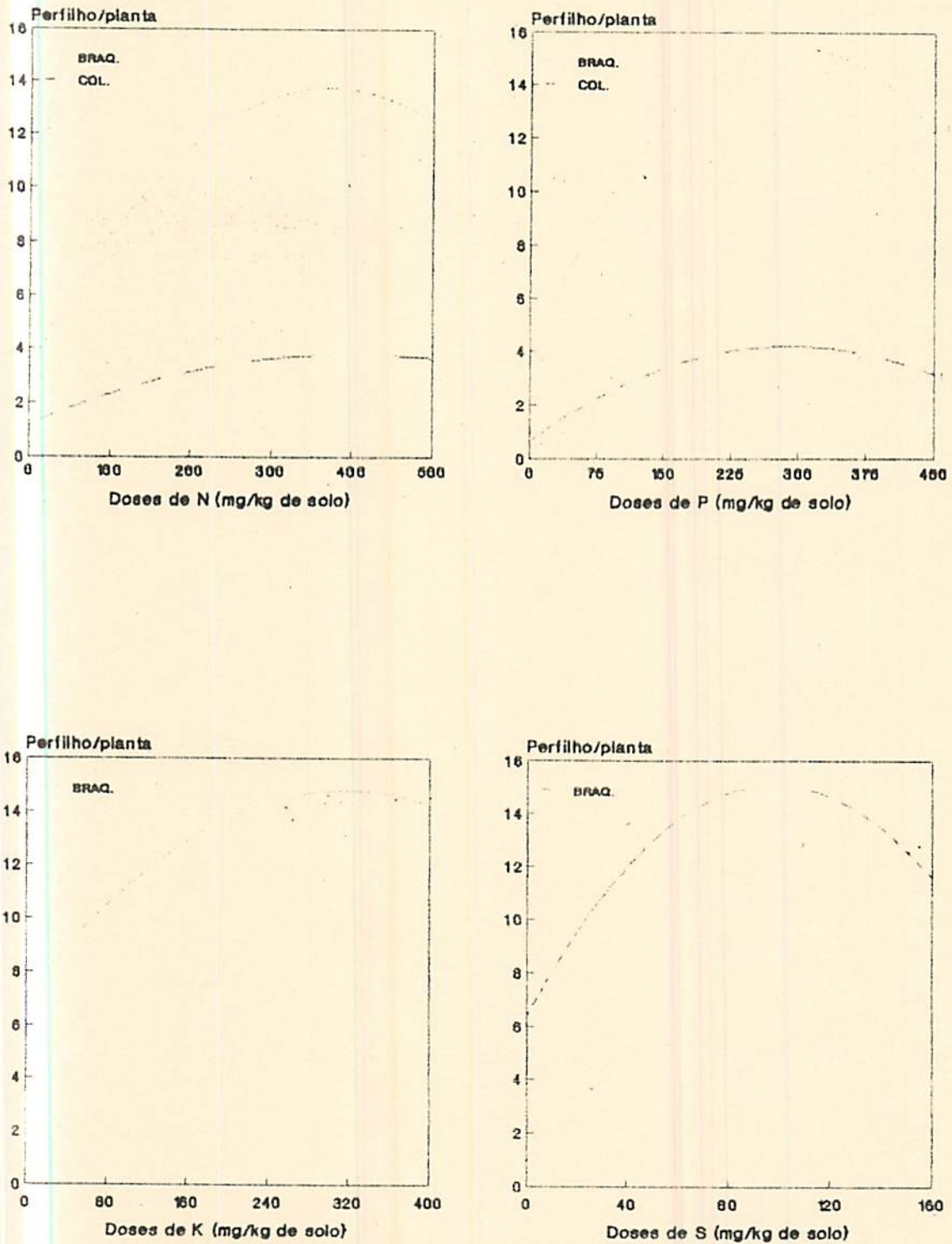


FIGURA 6 - Efeito de doses crescentes de N, P, K e S sobre o perfilhamento (1^o corte) da braquiária e colonião.

O nitrogênio por outro lado, por ser o principal componente das proteínas, as quais participam ativamente da síntese de compostos orgânicos que formam a estrutura do vegetal, exerce no desenvolvimento dos perfilhos e conseqüente peso da touceira um papel destacado (ISEPON, 1987 e PAULINO et alii, 1987). Isto foi claramente demonstrado neste trabalho pela aplicação das doses crescentes deste elemento (Figura 6). Embora o perfilhamento do colônio não tenha respondido significativamente à aplicação dos tratamentos com K e S, e não se tenha encontrado trabalhos que discutam a influência destes nutrientes no perfilhamento desta gramínea forrageira, a importância deles na braquiária foi bem evidente, sugerindo que maior atenção deverá ser dada a estes elementos. Nota-se pela Figura 6 que a aplicação das doses mais elevadas dos nutrientes prejudicou o perfilhamento (exceto K e S no colônio) e isto, basicamente acompanhou a curva de produção de matéria seca, deixando evidente a boa correlação entre estes dois parâmetros.

Se considerássemos somente o parâmetro perfilhamento e tivéssemos que optar por uma das espécies para ocupar este solo, sem dúvida, a escolha recairia sobre a braquiária, pois além de responder melhor à adubação é geneticamente mais prolífica. Isto levaria a uma melhor cobertura do solo, reduzindo os problemas de erosão e lixiviação de nutrientes (FERRARI NETO, 1991), o que é particularmente de grande interesse na região, pela suscetibilidade moderada a acentuada a estes atributos (MUZILLI et alii, 1990 e BRONDANI, et alii, 1991).

4.2. Níveis críticos de N, P, K e S nos tecidos vegetais

A partir de doses de N, P, K e S estimada para a obtenção de 80 e 90% da produção máxima e substituindo-as nas equações ajustadas entre os teores destes nutrientes, na parte aérea e nas folhas novas das duas forrageiras, em função das doses aplicadas (Quadro 6 e 7, respectivamente), estimaram-se as faixas críticas para estes nutrientes para ambas as espécies, tanto para a parte aérea no 1º e 2º cortes (Quadro 8), quanto para folhas novas no 1º corte (Quadro 9). As análises de variância para os níveis críticos estão no Apêndice 2. Salienta-se que o conceito de faixa crítica aqui utilizado foi aquele proposto por FAGERIA (1976), sendo a faixa em que as plantas não mostram sintomas de deficiência e a produção relativa é de 80-90%. A Figura 7 fornece um exemplo ilustrando as interrelações entre níveis de N aplicados, teores de N na parte aérea do 1º crescimento e as produções de matéria seca na braquiária e colonião.

Observa-se no Quadro 8, a ausência de dados para o N no 2º corte. Este fato é devido às respostas lineares apresentadas pelas gramíneas em termos de matéria seca (Quadro 3) impossibilitando desta forma encontrar os pontos de máxima produção. No 1º corte, a braquiária apresentou valores críticos de N na parte aérea, maiores que o colonião, o que muito provavelmente se deva à características morfofisiológicas distintas das espécies. Estas faixas, são superiores àqueles valores tidos como adequados

QUADRO 6 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e os teores N,P,K e S na parte aérea do 1º e 2º cortes, da braquiária (Y) e do colonião (x).

Trat	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r ²	Equação	r ²
N	1	$Y=0,695766+0,0039829X$	0,99	$Y=0,435811+0,0045225X$	0,96
	2	$Y=0,8033-0,0210\sqrt{X}+0,001359X$	0,74	$Y=0,6176+0,0022X-0,000003X^2$	0,60
P	1	$Y=0,116792+0,0012512X$	0,97	$Y=0,522973+0,00002135X$	0,97
	2	$Y=0,05566+0,001430X$	0,97	$Y=0,061824+0,0022084X$	0,98
K	1	$Y=0,444750+0,004928X$	0,92	$Y=0,433083+0,0051883X$	0,92
	2	$Y=0,185333+0,002480X$	0,99	$Y=0,155083+0,0038817X$	0,93
S	1	$Y=0,083583+0,0056292X$	0,98	$Y=0,06550+0,0022083X$	0,97
	2	$Y=0,004+0,0076X-0,0000351X^2$	0,80	$Y=0,0093+0,0068X-0,0000255X^2$	0,94

Obs. Os coeficientes de determinação são significativos ao nível de 1% (Teste F).

QUADRO 7 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e os teores de N,P,K e S nas folhas novas do 1º corte da braquiária e do colonião (Y).

Trat.	Braquiária		Colonião	
	Equação	r ²	Equação	r ²
N	$Y=0,888198+0,0053991X$	0,99	$Y=0,44946+0,0071297X$	0,96
P	$Y=0,008616+0,0024595X$	0,93	$Y=0,006541+0,0023711X$	0,95
K	$Y=0,227667+0,0042333X$	0,96	$Y=0,5902-0,0004X+0,000006X^2$	0,93
S	$Y=0,0795+0,0026X-0,000008X^2$	0,93	$Y=0,069583+0,0015958X$	0,95

Obs. Os coeficientes de determinação são significativos ao nível de 1% (Teste F).

QUADRO 8. Faixas críticas de N, P, K e S (%) da braquiária e do colonião, para 80-90% da produção máxima no 1º e 2º cortes.

Trat.	Braquiária				Colonião			
	1º corte		2º corte		1º corte		2º corte	
	80%	90%	80%	90%	80%	90%	80%	90%
N	1,33	1,54	-	-	1,14	1,38	-	-
P	0,20	0,26	0,09	0,13	0,16	0,24	0,12	0,18
K	1,12	1,35	0,53	0,64	1,21	1,46	0,78	0,95
S	0,09	0,11	0,15	0,24	0,09	0,11	0,12	0,22

QUADRO 9. Faixas críticas de N, P, K e S (%) nas folhas novas da braquiária e do colonião, para 80-90% da produção máxima, no 1º corte.

Tratamento	Braquiária		Colonião	
	80%	90%	80%	90%
N	1,74	2,03	1,57	1,94
P	0,18	0,29	0,15	0,24
K	0,85	1,04	0,65	0,71
S	0,09	0,12	0,08	0,10

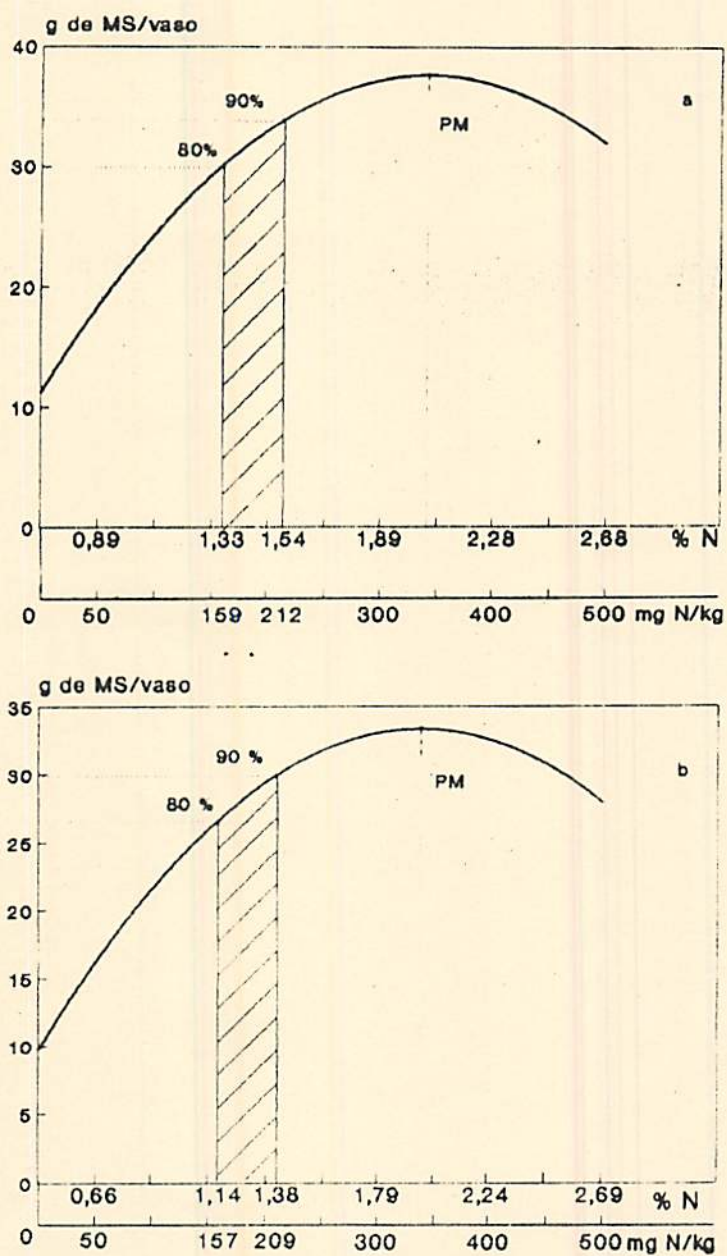


FIGURA 7 Faixa de teores críticos de N na parte aérea (1º corte) da braquiária (a) e do colonião (b) correspondentes a 80-90 da produção máxima estimada.

por HAAG et alii, (1967) (1,07%); WERNER & HAAG (1972) (1,06%) para o colonião e CARRIEL et alii (1989) (1%) para a braquiária, estando porém abaixo do teor (1,8%) encontrado por FERRARI NETO (1991) para o mesmo solo e gramíneas nos tratamentos completos, teoricamente considerados adequados para o pleno desenvolvimento das plantas. Como todos os trabalhos foram em casa de vegetação as diferenças observadas são derivadas, possivelmente, à variações constatadas nos materiais e metodologias utilizadas, com destaque para o substrato e doses de nutrientes empregados.

As faixas críticas de N nas folhas novas foram superiores àquelas da parte aérea (Quadro 9), o que é nada surpreendente, visto ser um elemento muito móvel nos tecidos das plantas, translocando-se das partes mais velhas para as mais novas (HENZELL & OXENHAN, 1964; SOUZA, 1986). Este comportamento já havia sido constatado por WERNER & HAAG (1972) para os capins colonião, jaraguá e napier.

Considerando as exigências dos bovinos adultos sob o pastêjo em N, 1,28% (ou 8% de proteína bruta) de acordo com JARDIN et alii (1962), e 1,12% (ou 7% de proteína bruta) segundo MILFORD & MISON (1966), constata-se que os teores nas faixas críticas do 1º crescimento, tanto na parte aérea quanto nas folhas supririam esta demanda, o que "per si" é um aspecto muito importante.

Em relação ao fósforo, a braquiária apresentou ligeira superioridade nos teores críticos na parte aérea do 1º corte e foi inferior ao colonião no 2º corte, mas as duas gramíneas sofreram uma redução expressiva do 1º para o 2º corte, como observado no Quadro 8.

Esta redução no 2º crescimento também foi verificada em vasos por FALADE (1975) para o colônio e por FONSECA (1987) e GUSS et alii (1990) para a braquiária. Uma possível explicação para este fato, dada pelo penúltimo autor, foi a de que uma exaustão de fósforo ocorreria próximo ao sistema radicular, já que após o 1º corte, a expansão de raízes dentro do vaso em partes não exploradas anteriormente, é relativamente menor. Deste modo, a absorção do P de outros sítios de absorção bem como a maior distância para a difusão do P, poderia ter contribuído para um menor suprimento desse nutriente às raízes após o primeiro corte. Assim, conforme sugerido por BIELESKI (1973) e enfatizado por MUNIZ et alii (1985), a menor disponibilidade de fósforo levaria a um menor acúmulo de P inorgânico nos vacúolos, o qual não tem função metabólica imediata e serve apenas como reserva e conseqüentemente, haveria um menor nível crítico.

Comparando os teores críticos de P na parte aérea do 1º corte com os da literatura, constata-se que para o colônio, estes foram superiores àqueles encontrados no campo pelo CIAT (1978) (0,15%) e semelhante àqueles encontrados em casa de vegetação por ANDREW & ROBINS (1971) (0,19%), FALADE (1975) (0,19%) e MARTINEZ & HAAG (1980) (0,24%). A braquiária por sua vez, apresentou valores superiores aos determinados em ensaios de campo pelo CIAT (1978) (0,12%) e SALINAS & GUALDRÓN (1988) (0,08%); inferiores àqueles em vasos, verificados por MARTINEZ & HAAG (1980) (0,32%) e COSTA et alii, (1983) (0,40%); e, concordantes com aqueles observados por FONSECA (1987) (0,26%) e GUSS et alii (1990) (0,25%). Como os dois

últimos autores trabalharam com vários tipos de solos, em muitos deles os níveis críticos foram inferiores aos obtidos no presente estudo, variando de 0,13 a 0,18% de P. Esta tendência também é válida para a rebrota.

Nas folhas novas, as faixas críticas foram um pouco mais amplas, especialmente na braquiária (Quadro 9). Para o colômbio, os dados concordam com aqueles verificados em vasos por MEIRELLES et alii (1988) em um LEa (0,22 a 0,27%) e são maiores que aqueles observados pelos mesmos autores em um PVd (0,16 a 0,18%). Comparado aos dados de MARTINEZ & HAAG (1980), tanto a braquiária quanto o colômbio tiveram concentrações críticas inferiores (0,29 e 0,37%, respectivamente). As variações apresentadas em todos estes trabalhos, a exemplo do N, são devidas provavelmente às diferenças nos materiais e métodos utilizados.

Considerando-se o índice de referência de 90% da produção máxima, verifica-se que os bovinos em pastejo, teriam suas exigências de P, supridas, visto que ela é de 0,18% P (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1976). Se o índice de referência for 80%, somente o colômbio seria carente neste elemento para a alimentação dos bovinos. Segundo o CIAT (1982), pastagens exclusivas de braquiária podem não satisfazer as necessidades de P dos animais, impondo uma suplementação mineral, pois a adubação fosfatada pode não aumentar o teor do elemento no tecido. Fato contrário foi observado neste trabalho, pois além de satisfazer os animais em fósforo, foi observada uma relação linear entre as doses de P aplicadas e o teor do elemento nos tecidos (Quadro 6). Embora haja algumas

constestações válidas sobre a viabilidade econômica de se elevar os teores de P na forragem para satisfazer os animais em pastoreio, mediante adubação, fica claro que para se obterem as produções de 80-90% da produção máxima, as faixas críticas de P destes capins deverão ser alcançadas, e assim sendo, a adequada nutrição dos bovinos em fósforo, seria apenas uma consequência indireta.

Ao contrário do N e P, o colonião apresentou na parte aérea faixas críticas de K superiores as da braquiária (Quadro 8). No 1º crescimento, os teores críticos da braquiária situaram-se acima daquele encontrado por SALINAS & GUALDRÓN (1988), na época chuvosa, associado a 80% da produção máxima (0,83%). CARVALHO et alii (1991) constataram em ensaio de vasos que sintomas visuais de deficiência de K na braquiária, desapareciam quando as concentrações na parte aérea encontravam-se entre 1,0 e 1,5% de K. Para o colonião, VICENTE-CHANDLER et alii (1962) verificaram no campo que as maiores produções estavam associadas a teores de K na parte aérea (cortada aos 60 dias) que situavam-se entre 1,5 e 2,0% de K. Já FERNANDES et alii (1970), também em ensaio de campo concluíram que 0,57% de K na parte aérea coletada aos 64 dias, indicava um "status" satisfatório de potássio para *Panicum maximum* jacq. var. gongyloides, de vez que a produção forrageira não foi aumentada, quando as plantas passaram a ter teores mais elevados deste elemento. WERNER & HAAG (1972) em solução nutritiva, verificaram que 2,33% K na parte aérea do colonião era o teor adequado para esta gramínea. Por outro lado TOLEDO (1984) cita 1,15% como sendo o teor adequado. Através da técnica do elemento

faltante, CARRIEL et alii (1989) e FERRARI NETO (1991) encontraram no 1º corte dos tratamentos completos, 1,10 e 1,0% de K para o colmiço 1,05 e 1,10% de K para a braquiária, respectivamente. Na rebrota, 1,03 e 0,7% K para o colmiço e 0,82 e 0,6% K para a braquiária. SANCHES (1981) relata que concentrações de 1% de K na matéria seca da forragem podem ser consideradas ótimas.

Os menores teores de K observados na rebrota em ambas as forrageiras podem ser devidos à menor disponibilidade deste elemento após o 1º corte e à elevada absorção de manganês. A concentração de Mn na matéria seca da parte aérea correspondente à faixa crítica de K do 2º corte, girou em torno de 2950 e 5800 ppm, respectivamente para a braquiária e colmiço. De acordo com GUTTERIDGE (1981), a absorção de potássio do solo é freqüentemente influenciado pela presença de outros cátions e este efeito pode ser diferente para diferentes espécies. Assim, parece que a exportação de cátions, principalmente K, Ca e Mg, através da matéria seca do 1º corte, aumentou o poder de competição do Mn pelos sítios de absorção, reduzindo os teores de K no tecido.

Com relação às faixas críticas de K nas folhas novas, observa-se pelo Quadro 9, que estas foram menores em relação a parte aérea, tanto na braquiária quanto no colmiço. Uma possível explicação para o fato, pode estar relacionada à maior concentração de K nos colmos, tal como demonstrado por WERNER & HAAG (1972) para o colmiço. Nesta gramínea, a concentração adequada de K no colmo foi de 2,96% e nas folhas de 1,84%. Para a braquiária não se encontraram dados na literatura sobre o teor adequado de K nas

folhas novas.

Quanto aos bovinos em pastejo, estes teriam suas necessidades em K totalmente satisfeitas, devido suas exigências serem muito inferiores (0,6% K, de acordo com o NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1976) às necessidades das forrageiras.

As faixas críticas de enxofre na parte aérea e nas folhas novas do primeiro crescimento apresentaram valores semelhantes, inclusive entre as espécies (Quadro 8 e 9) demonstrando que as mesmas têm as mesmas exigências em S. Comparando estes valores com os poucos encontrados na literatura, observa-se que estes teores situam-se abaixo dos níveis críticos na parte aérea do colonião (0,15% de S) e da braquiária (0,16% S) encontrados no campo pelo CIAT (1982) e dos níveis adequados para o colonião, na parte aérea (0,24% S) e nas folhas novas (0,15% S) obtidos por WERNER & HAAG (1972) em solução nutritiva. Também estão abaixo dos valores máximos de S na matéria seca da parte aérea do colonião, no primeiro (0,29%) e no segundo (0,18%) cortes, verificados por MONTEIRO & CARRIEL (1987) quando trabalharam em casa de vegetação com doses crescentes de S em uma Areia Quartzosa. Todavia, estão dentro da faixa tida como crítica (0,07 a 0,11% de S) para várias gramíneas forrageiras entre as quais o *Panicum maximum* var. trichoglume, verificados por Smith & Siregar (1983), citados por WERNER & MONTEIRO (1988) e, dentro do nível crítico de 0,1% de S que é assumido para as gramíneas forrageiras tropicais (CIAT, 1978).

Ao contrário do P e do K em que a menor disponibilidade

destes elementos na rebrota impediu que um efeito de concentração ocorresse, o S apresentou tal comportamento (Quadro 8). Contudo, algum outro fator, genético ou não deve estar contribuindo, já que a braquiária produziu mais matéria seca e apresentou valores críticos de S mais altos. Em relação a nutrição dos bovinos em pastejo, não haverá problemas, devido as gramíneas conterem os teores em torno de 0,1% de S, considerado pelo NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1976) como nível crítico para manutenção.

4.3. Teores e Quantidades de Nutrientes Acumulados na Parte Aérea

Embora o grau de influência tenha variado em função dos tratamentos, pode-se dizer que de modo geral, os teores e a acumulação de nutrientes sofreram efeitos significativos, tanto na braquiária quanto no colonião, pela aplicação individual das doses crescentes de N, P, K e S. As análises de variância são apresentadas nos Apêndices 3 a 13, e a discussão será feita para cada nutriente separadamente. No presente estudo, desconsideraram-se os teores e acumulação dos nutrientes nas raízes. Testaram-se somente os modelos de regressão linear, quadrático e raiz quadrada, os quais segundo GOMES & CONAGIN (1991) são os mais usados e adequados para representar o comportamento dos dados de ensaios de adubação.

- Teor e acumulação de nitrogênio

Pelos quadros 10, 11 e 12, observa-se que em ambas as espécies, o teor e o acúmulo de nitrogênio seguiram a mesma tendência quando submetidos a doses crescentes de N. O comportamento linear verificado para os teores de N, em função de suas doses no 1º corte, é um fato bem documentado para gramíneas forrageiras (KENYA, 1973; MATTOS & WERNER, 1979; CIAT, 1980; COSTA & SIEWERDT, 1981; SANCHES, 1981; SINGH et alii, 1988; CARVALHO & SARAIVA, 1987 e CARVALHO et alii, 1991). Neste 1º corte, a partir da dose estimada de aproximadamente 340 mg N/kg de solo, (produção máxima), um efeito de concentração ocorreu em consequência da diminuição na produção de matéria seca (Figura 2 e Quadro 2). Este efeito de acordo com JARREL & BEVERLY (1981) indica que a taxa de absorção do N, decresceu mais lentamente que a taxa de crescimento das plantas. A redução dos teores de N do 1º para o 2º corte (exceto para braquiária na dose zero), pode ser atribuído à menor disponibilidade de N, em função da exaustão provocada pelo 1º crescimento e à não suplementação na rebrota. Já a tendência da braquiária (raiz quadrada negativa) no 2º corte, explica-se pelos efeitos de concentração de dose zero, diluição nas subseqüentes e um novo aumento proporcionado pelo maior efeito residual de N nas doses mais elevadas. Os teores de N no colônio no 2º corte, se ajustaram a componente quadrática (embora o ajuste não tenha sido muito bom - Quadro 12), indicando um aumento nos mesmos até a dose estimada de 336 mg N/kg de solo, a partir da qual decresceram. Esta

QUADRO 10 - Teor (%) e acumulação (mg/vaso) de nitrogênio na parte aérea da braquiária e do colonião em função da aplicação de doses crescentes de N, P, K e S aplicadas ao solo.

Trat.	Braquiária					Colonião				
	1º corte		2º corte		total	1º corte		2º corte		total
	teor	acum.	teor	acum.	acum.	teor	acum.	teor	acum.	acum.
No	0,60	55	0,81	28	83	0,51	45	0,61	21	66
N1	1,21	341	0,72	74	415	0,96	241	0,91	91	332
N2	1,53	512	0,71	94	606	1,17	344	0,73	109	453
N3	1,84	636	0,95	162	798	1,61	493	1,17	168	661
N4	2,68	878	0,98	262	1140	2,86	822	0,98	213	1035
Po	2,58	98	3,03	271	369	3,90	125	3,84	275	400
P1	2,49	785	0,98	225	1010	1,63	493	0,98	203	696
P2	1,73	615	0,95	202	817	1,53	509	1,11	203	712
P3	1,83	649	0,98	181	830	1,62	543	1,15	159	702
P4	1,66	560	1,05	182	742	1,57	456	1,58	246	702
Ko	2,96	287	2,76	100	387	4,10	312	0	0	312
K1	2,26	558	1,85	209	767	2,76	574	4,92	464	1038
K2	1,80	588	4,48	630	1218	1,67	469	4,53	616	1085
K3	1,84	653	1,00	171	824	1,60	515	1,14	166	681
K4	1,61	632	4,03	735	1367	1,14	423	4,33	790	1213
So	2,00	411	2,42	127	538	2,55	408	2,14	134	542
S1	1,58	587	0,95	145	732	1,25	425	1,44	188	613
S2	1,77	628	1,33	227	855	1,38	466	1,31	200	666
S3	1,82	625	1,00	169	794	1,63	519	1,15	161	680
S4	2,09	688	1,00	179	867	1,67	529	1,50	234	763

QUADRO 11 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e nitrogênio acumulado (mg/vaso) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.

Trat.	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r ²	Equação	r ²
N	1	Y=137,359+1,5770473X	0,96	Y=55,933+1,5131549X	0,99
	2	Y=21,161573+0,4684050X	0,98	Y=37,960859+0,3746112X	0,95
	T	Y=158,526+2,04554X	0,98	Y=93,8966+1,8877X	0,99
P	1	Y=127,54+86,900 \sqrt{X} -3,221790X	0,87	Y=128,54+56,787 \sqrt{X} -1,955370X	0,99
	2	Y=400,22+79,187 \sqrt{X} -3,062630X	0,82	Y=271,14+0,8543X+0,001770X ²	
	T	Y=400,22+79,187 \sqrt{X} -3,062630X	0,82	Y=406,94+41,475 \sqrt{X} -1,325200X	0,97
K	1	Y=289,67+45,885 \sqrt{X} -1,439690X	0,99	Y=381,27+1,5670X-0,003701X ²	0,44
	2	Y=198,08425+1,2667450X	0,44	Y=214,44142+1,2849551X	0,39
	T	Y=548,03+3,6543X-0,004316X ²	0,62	Y=607,54+2,6002X-0,003091X ²	0,35
S	1	Y=417,63+42,143 \sqrt{X} -1,711910X	0,96	Y=399,65+2,0057X-0,007408X ²	0,98
	2	Y=124,43+14,795 \sqrt{X} -0,842804X	0,47	Y=157,413+0,436621X	0,53
	T	Y=542,06+56,937 \sqrt{X} -2,554710X	0,91	Y=558,41+2,3703X-0,006971X ²	0,94*

Obs.: * Significativo ao nível de 5%. Demais coeficientes, ao nível de 1% (teste F).

QUADRO 12 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor de nitrogênio na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.

Trat.	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r ²	Equação	r ²
N	1	Y=0,695766+0,0039829X	0,99	Y=0,435811+0,0045221X	0,96
	2	Y=0,8033-0,0210 \sqrt{X} +0,001359X	0,74	Y=0,6176+0,0022X-0,000003X ²	0,60
P	1	Y=2,6541-0,0058X+0,000007X ²	0,85	Y=3,4704-0,0167X+0,000028X ²	0,77
	2	Y=2,9789-0,2858 \sqrt{X} +0,009356X	0,97	Y=3,7658-0,4087 \sqrt{X} +0,0144640X	0,96
K	1	Y=2,9628-0,1347 \sqrt{X} +0,003407X	0,96	Y=4,1370-0,2773 \sqrt{X} +0,0006387X	0,96
	2	Y=3,0569-0,0101X+0,000030X ²	0,20	Y=2,352083+0,0042217X	0,09
S	1	Y=1,9628-0,0976 \sqrt{X} +0,008656X	0,85	Y=2,4637-0,2949 \sqrt{X} +0,019048X	0,83
	2	Y=2,3435-0,3030 \sqrt{X} +0,015922X	0,86	Y=2,1528-0,2245 \sqrt{X} +0,013467X	0,98

Obs.: Os coeficientes de determinação, são significativos ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

queda, parece estar associada a produção (Quadro 2) e conseqüente efeito de diluição.

Uma vez que o teor do nutriente no tecido e a produção de matéria seca são os fatores determinantes da acumulação, a tendência obedecida por este parâmetro no 2º crescimento é perfeitamente compreendida, visto ser a mesma da matéria seca (Quadro 3). Todavia, no 1º corte e na parte aérea total, a tendência foi linear, indicando neste caso, que a queda na produção de matéria seca foi compensada pelo grande aumento nos teores de N nas altas doses do elemento (Quadro 10).

No experimento com fósforo, tanto o teor quanto a acumulação de N, apresentaram curvas de respostas quadrática e raiz quadrada em ambas as espécies (Quadro 11 e 12). A acumulação (1º, 2º e 1º e 2º cortes) seguiu o mesmo comportamento da matéria seca, mostrando pouca influência relativa dos teores sobre a tendência estabelecida. As respostas encontradas para os teores, são discórdantes daquelas obtidas por FALADE (1975), que ao trabalhar com cinco capins tropicais incluindo o *Panicum maximum*, não observou nenhuma tendência consistente na concentração de N, em função de tratamentos crescentes com P. Também ANDRADE (1990), ao estudar o efeito de 5 níveis de fósforo na produção e composição química dos capins guiné, jaraguá, andropogon e braquiária, verificou na média de seis cortes, que o teor de proteína bruta não foi afetado significativamente pela quantidade de fósforo aplicada. Do mesmo modo, ENG et alli (1978) constataram em uma pastagem

consorciada de colonião com leguminosas, que a adição de doses crescentes de P não alterou substancialmente os teores de N nos tecidos desta gramínea, nos três anos de avaliação. Os maiores teores de N nas doses zero de P, explicam-se pelo efeito de concentração devido ao pequeno crescimento das plantas. (Quadro 10). Já o alto teor nos tecidos da braquiária na dose P₁ (75 mg P/kg de solo) possivelmente se deva a um erro na adubação de cobertura, visto que a análise foi repetida, descartando-se assim falhas analíticas.

A tendência raiz quadrada apresentada pelos teores de N na braquiária e colonião, no 1º corte, em função dos tratamentos com potássio (Quadro 12) indica que o efeito de concentração se faz sentir nas doses menores e de diluição nas doses posteriores (Quadro 2 e 10), já que as doses de N foram as mesmas em todos os tratamentos. Os baixos ajustes encontrados no 2º corte revelam a ausência de uma tendência consistente na concentração do N, devido às aplicações de K. Uma vez que a matéria seca apresentou bons ajustes (Quadro 3) a única explicação plausível para as variações nos teores de N na rebrota, é que erros na adubação de cobertura tenham ocorrido. A acumulação seguiu a tendência da matéria seca, exceto no 2º crescimento onde ocorreu um acúmulo linear de N, o que provavelmente está associado ao elevado teor deste elemento na rebrota. Na parte aérea total, a acumulação foi crescente em ambas as espécies, até a maior dose utilizada, já que os pontos de inflexão das curvas, situaram-se fora da faixa utilizada.

A aplicação de enxofre alterou os teores de N nos tecidos

da braquiária e colonião, tanto no 1º quanto no 2º corte, obedecendo a componente raiz quadrada negativa (Quadros 2 e 12). Como esta disposição é inversa à da matéria seca (raiz quadrada positiva), conclui-se que as variações nas percentagens de N na matéria seca, são devidas a efeitos de diluição e concentração.

WHEELER et alii (1980) constataram que a aplicação de 20 kg de S/ha reduziu o conteúdo de N no sorgo forrageiro e que este efeito foi menor quando se adicionou 50 kg S/ha apesar da matéria seca responder de modo inconsistente. Embora um efeito de diluição tenha ocorrido, é possível que o comportamento acima também tenha se manifestado neste experimento, indicando que em baixas doses de S, a absorção de N é prejudicada, o que provavelmente esteja relacionado ao papel fundamental do S no metabolismo do N e na síntese de proteínas, conforme enfatizado por WERNER (1984). Aliás, a relação N:S tem sido muito usada para avaliar o estado nutricional das plantas nestes elementos. No presente trabalho, a relação N:S foi melhor representada pelo modelo raiz quadrada, cujas equações foram $y = 35,007 - 5,656\sqrt{x} + 0,2727x$ ($r^2=0,98$) e $y = 39,278 - 7,364\sqrt{x} + 0,3587x$ ($r^2 = 0,99$) para a braquiária; $y = 40,556 - 7,441\sqrt{x} + 0,3556x$ ($r^2 = 0,99$) e $y = 46,976 - 8,986\sqrt{x} + 0,4516x$ ($r^2 = 0,97$) para o colonião, respectivamente para o 1º e 2º corte, onde x representa as doses de S aplicadas e Y a relação N:S nos tecidos. As doses aplicadas que resultaram na relação N:S de 13,7:1, tida como adequada para as gramíneas em geral (Djikshoorn & Van Wijk, 1967 citados por HADDAD, 1983), situaram-se em torno de 20 mg S/kg de solo. Esta relação parece realmente ser adequada, visto que

nesta dose ocorreu a maior produção de matéria seca no 1º corte (Quadro 2). Acima deste valor um acúmulo de S inorgânico tende a ocorrer. Estes dados estão de acordo com aqueles encontrados por MONTEIRO & CARRIEL (1987) para o colônio quando submetido a doses crescentes de S na forma de gesso, em dois solos arenosos de São Paulo.

No tocante à acumulação do N influenciado pelas doses de S, observou-se que na braquiária esta seguiu a matéria seca, ao passo que no colônio apresentou um comportamento que revela a maior influência relativa do teor de N no tecido na determinação deste parâmetro (Quadro 11).

Analisando o teor e a acumulação de N no conjunto dos quatro ensaios, observa-se que no 1º crescimento (à exceção das doses de N₀ e N₁ no colônio) os teores de N situaram-se dentro ou acima da faixa de 0,96 e 1,36% (6 - 8,5% de proteína bruta) proposta por MILFORD & MINSON (1966) como sendo adequada, para assegurar que não haja limitação no consumo voluntário de forragem pelos bovinos. Na rebrota, especialmente nos tratamentos com N, a concentração no tecido é inferior a esta faixa, indicando a necessidade de adubações nitrogenadas de cobertura (reposição), para manter o N em níveis adequados para o pastejo. Em termos de acumulação, constata-se que em quase todas as situações, esta foi maior na braquiária (embora o teor nem sempre fosse), o que se deve a sua maior produção de matéria seca.

Embora as doses de P, K e S tenham influenciado os teores de N na parte aérea das espécies, as mesmas sempre se mantiveram em

valores acima da faixa crítica determinada (Quadro 8). Assim fica evidente que houve uma absorção acima da necessária para o pleno crescimento das plantas, caracterizando um consumo de luxo deste elemento. Este consumo, provavelmente seja um reflexo direto da utilização de uma adubação nitrogenada básica excessiva (300 mg N/kg de solo) nestes ensaios, já que as doses necessárias para alcançar a faixa crítica situam-se entre 160 e 210 mg N/kg de solo (Quadro 4).

- Teor e acumulação de fósforo

Tanto o teor quanto o acúmulo de fósforo seguiram para a braquiária, uma tendência quadrática em função das doses de N, acompanhando o comportamento da matéria seca (Quadros 3, 13, 14 e 15), sugerindo que o crescimento da parte aérea é quem determinou a absorção do fósforo nesta gramínea. Para o teor especificamente, é provável que um efeito sinérgico entre as doses de N e o P da adubação básica tenha ocorrido até os pontos de inflexão estimados das curvas (500 e 278 mg de N/kg de solo, respectivamente para 1^o e 2^o corte), uma vez que o teor, acumulação e rendimento de matéria seca aumentaram e segundo JARREL & BEVERLY (1981) isto é indicativo de sinergismo. COLE et alii (1963) já haviam constatado que o nitrogênio, de modo geral, estimulava a absorção e translocação de P em plantas de milho e além disso, existe um grande número de trabalhos demonstrando os efeitos benéficos da interação N e P sobre a produção de várias espécies de plantas.

QUADRO 13 - Teor (%) e acumulação (mg/vaso) de fósforo na parte aérea da braquiária e colonião em função de doses crescentes de N, P, K e S aplicadas ao solo.

Trat.	Braquiária					Colonião				
	1º corte		2º corte		total	1º corte		2º corte		total
	teor	acum.	teor	acum.	acum.	teor	acum.	teor	acum.	acum.
No	0,24	22	0,31	11	33	0,54	43	0,63	22	65
N1	0,36	101	0,41	43	144	0,47	118	0,47	47	165
N2	0,45	149	0,44	58	207	0,48	141	0,52	77	218
N3	0,44	152	0,45	77	229	0,48	147	0,66	95	242
N4	0,53	173	0,37	98	271	0,41	118	0,59	128	246
Po	0,11	4	0,07	6	10	0,12	4	0,07	5	9
P1	0,23	74	0,15	34	108	0,19	56	0,17	36	92
P2	0,25	89	0,21	45	134	0,28	93	0,38	70	163
P3	0,45	158	0,41	82	240	0,44	148	0,65	90	238
P4	0,67	230	0,68	118	348	1,00	290	1,02	159	449
Ko	0,62	60	0,65	23	83	0,77	58	0,0	0	58
K1	0,57	141	0,53	59	200	0,69	144	0,68	64	208
K2	0,44	144	0,53	75	219	0,51	143	0,58	79	222
K3	0,45	161	0,43	77	238	0,47	151	0,65	94	245
K4	0,43	168	0,45	83	251	0,52	194	0,70	128	322
So	0,46	96	0,98	52	148	0,87	139	1,00	63	202
S1	0,51	189	0,56	86	275	0,52	177	0,64	84	261
S2	0,45	159	0,47	79	238	0,48	163	0,55	85	248
S3	0,45	153	0,44	76	229	0,46	148	0,64	90	238
S4	0,50	163	0,35	63	226	0,52	166	0,64	101	267

QUADRO 14 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e fósforo acumulado (mg/vaso) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.

Trat.	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r ²	Equação	r ²
N	1	$Y=28,687+0,7313X-0,000898X^2$	0,97	$Y=49,174-0,681X+0,001097X^2$	0,97
	2	$Y=12,382+0,2875X-0,000234X^2$	0,99	$Y=26,77491+0,2137383X$	0,98
	T	$Y=40,806+1,0561X-0,001209X^2$	0,98	$Y=69,965+0,9853X-0,001274X^2$	0,99
P	1	$Y=7,0458+0,7613X-0,000585X^2$	0,98	$Y=4,217921+0,6328227X$	0,99
	2	$Y=5,3785+0,3680X-0,000259X^2$	0,98	$Y=11,201198+0,3366193X$	0,99
	T	$Y=12,423+1,1292X-0,000845X^2$	0,98	$Y=15,417927+0,9694449X$	0,99
K	1	$Y=62,321+12,248 \sqrt{X}-0,353842X$	0,98	$Y=82,733+0,6127X-0,000859X^2$	0,78
	2	$Y=23,593+6,5729 \sqrt{X}-0,182836X$	0,98	$Y=1,7448+9,1274 \sqrt{X}-0,147161X$	0,99
	T	$Y=85,915+18,8214 \sqrt{X}-0,536318X$	0,99	$Y=65,727+19,264 \sqrt{X}-0,345203X$	0,97
S	1	$Y=103,66+16,962 \sqrt{X}-1,024960X$	0,67	Y= n.s.	
	2	$Y=61,719+0,5481X-0,003440X^2$	0,52	$Y=63,738+4,2414 \sqrt{X}-0,110609X$	0,97
	T	$Y=157,15+25,517 \sqrt{X}-1,653250X$	0,74	$Y=208,27+9,5230 \sqrt{X}-0,412651X$	0,66

Obs.: Os coeficientes de determinação, são significativos ao nível de 1% (Teste F)

QUADRO 15 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor de fósforo (%) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.

Trat.	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r ²	Equação	r ²
N	1	$Y=0,2540+0,0010X-0,0000009X^2$	0,95	$Y=0,522973-0,0002135X$	0,79
	2	$Y=0,3138+0,0010X-0,0000018X^2$	0,97	$Y=0,6158-0,0168 \sqrt{X}+0,0007854X$	0,37
P	1	$Y=0,116792+0,0012512X$	0,97	$Y=0,04018+0,0020214X$	0,97
	2	$Y=0,05566+0,0014130X$	0,97	$Y=0,061824+0,0022084X$	0,98
K	1	$Y=0,6120-0,0014X+0,0000024X^2$	0,85	$Y=0,7746-0,0026X+0,0000050X^2$	0,94
	2	$Y=0,6346-0,0015X+0,0000027X^2$	0,92	$Y=0,1861+0,0047X-0,0000087X^2$	0,63
S	1	Y= n.s.		$Y=0,8638-0,0966 \sqrt{X}+0,0055360X$	0,99
	2	$Y=0,9687-0,1055 \sqrt{X}+0,0045878X$	0,98	$Y=0,9871-0,0991 \sqrt{X}+0,005814X$	0,93

Obs.: Os coeficientes de determinação, são significativos ao nível de 1% (Teste F).

O colônião por outro lado, apresentou um efeito linear negativo para teor de P na parte aérea do 1º corte e raiz quadrada negativa no 2º corte (Quadro 15), indicando que o efeito sinérgico anteriormente comentado depende da espécie envolvida. Essas tendências discordam daquelas constatadas por COOK & MULDER (1984) para nove gramíneas tropicais, entre as quais *Panicum maximum* cvv. Gautton e Makueni e *Brachiaria decumbens* cv. Brasilisk, onde os teores de fósforo no tecido cresceram com as doses de N, embora não proporcionalmente. Entretanto, estão de acordo com MATTOS & WERNER (1979); MONTEIRO et alii (1980) e GOMIDE & COSTA (1984), que observaram este efeito linear negativo para os capins colônião e jaraguá. Já a acumulação de fósforo, dispoe-se de modo semelhante à matéria seca (exceto no 2º corte) confirmando a influência desta na determinação daquele parâmetro.

A braquiária e o colônião apresentaram relações linear entre as doses e teores de P na parte aérea, tanto no 1º quanto no 2º corte (Quadro 13 e 15). Embora trabalhos como o de FILIZZOLA & BAUMGARTNER (1984), não tenham mostrado aumentos significativo nos teores de P na parte aérea das plantas (braquiária) à medida que se elevaram os níveis de P no solo, vários trabalhos com gramíneas forrageiras têm mostrado efeitos positivos, normalmente lineares (ANDREW & ROBINS, 1971; WERNER & HAAG, 1972; FALADE, 1975; SCHOLLES et alii, 1982; ENG et alii, 1978; MARTINEZ & HAAG, 1980; COSTA et alii, 1983; GOMIDE et alii, 1986; FONSECA, 1987; MEIRELLES et alii, 1988 e GUSS et alii, 1990).

Em relação à acumulação, as gramíneas tiveram comportamentos distintos (Quadro 14). Na braquiária a componente quadrática teve bom ajuste, enquanto que no colonião as respostas foram lineares. Em ambas as situações, a disposição foi diferente daquela verificada para matéria seca (Quadro 3), de onde deduz-se que o teor no tecido foi o principal responsável pela tendência estabelecida, especialmente no colonião.

A utilização de doses crescentes de potássio, proporcionou respostas quadráticas no teor de P em ambas as gramíneas e em ambos os cortes (Quadro 15). À exceção do colonião na rebrota, nos demais casos as variações nos teores de P ocorreram em virtude dos efeitos de diluição e concentração, visto que aparecem inversamente associados a matéria seca. Este efeito de diluição, também foi observado por VICENTE-CHANDLER et alii (1962) para algumas forrageiras entre as quais os colonião; REITH et alii (1964) para vários capins e por FERNANDES (1985) para braquiária. As respostas do colonião no 2º corte podem ser resultantes da inclusão da dose K_0 (onde não houve rebrota) na determinação da equação de regressão. Por seu turno, a acumulação de P no 1º corte, para o colonião, seguiu a mesma tendência da matéria seca, ao passo que no 2º corte, no total e na braquiária, a componentes raiz quadrada foi a que melhor representou os dados (Quadro 14). Contudo, observa-se pelo Quadro 13, que esta tendência foi praticamente linear. Isto explica-se pelo fato dos pontos de inflexão das curvas de respostas, situarem-se próximo ou fora das doses estudadas. Fica evidente portanto, que os teores P nos

tecidos tiveram um papel destacado neste comportamento.

Efeitos tipo raiz quadrada negativa, foram observados entre concentração de P na parte aérea dos capins e doses de S aplicadas ao solo, exceto para braquiária no 1º corte, que não sofreu influência significativa (Quadros 13 e 15). Tal como para o potássio, houve uma tendência oposta da matéria seca, e assim, efeitos de diluição e concentração são os prováveis responsáveis pelas oscilações nos teores de P. Já as quantidades de P extraídas (Quadro 14), acompanharam a tendência da matéria seca, reafirmando que elas são mais decorrentes da produção de matéria seca do que as porcentagens observadas para este elemento.

Numa visão global de todos os experimentos, verifica-se que o colonião apresentou maiores teores de P no tecido e quase sempre maior acumulação do que a braquiária apesar de menor produção de matéria seca, colocando em evidência sua maior exigência neste elemento. SANCHES & SALINAS (1981); GOEDERT & LOBATO (1984) e FONSECA (1987), salientam que o valor acumulado de P no tecido é um indicativo de eficiência de absorção do nutriente, e deste modo, fica óbvia a superioridade do colonião, especialmente nas maiores doses deste elemento. Entretanto, observa-se que nas doses P_0 e P_1 a braquiária apresentou maiores valores acumulados, reafirmando que em condições de baixa fertilidade esta é mais adaptada que o colonião.

No que diz respeito a alimentação dos bovinos em pastejo, cuja a exigência é de 0,18% de P (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1976) verifica-se que somente nos tratamentos que não receberam fósforo

(P_i) é que as forrageiras seriam carentes neste nutriente. Estas altas concentrações de P revelam que a adubação básica de fósforo (225mg P/kg de solo) nos ensaios com N, K e S talvez tenha sido demasiado elevado, para este solo. Assim, um possível acúmulo de fósforo inorgânico sem função imediata pode ter ocorrido nos vacúolos, como discutido por MUNIZ et alii (1985).

A exemplo do N que foi afetado pelos outros tratamentos, o P também foi influenciado pelas doses de N, K e S, mas mantendo-se sempre acima dos valores da faixa crítica determinada (Quadros 8 e 13). Como comentado anteriormente, a elevada dose de P da adubação básica aliada à baixa capacidade de "fixação" de fósforo deste solo, resultou num consumo de luxo do elemento. Ressalta-se que o consumo de luxo de P, inicia acima das doses de 114 e 97 mg P/kg do solo para a braquiária e colonião, respectivamente já que estas doses correspondem ao nível crítico referente a 90% da produção máxima (Quadro 4).

- Teor e acumulação de Potássio

A aplicação do nitrogênio ao solo propiciou uma tendência semelhante nas duas espécies em relação aos teores de K no tecido, com a componente quadrática (inversa) ajustando-se a esta relação exceto para a braquiária, no 1º crescimento, onde o modelo raiz quadrada negativa foi melhor (Quadros 16 e 18). No 1º corte, estes modelos, a exemplo do enxofre influenciando o teor de P, evoluíram em sentido contrário ao da matéria seca (Quadro 3), apenas com o

QUADRO 16 - Teor (%) e acumulação (mg/vaso) de potássio na parte aérea da braquiária e de colonião em função de doses crescentes de N,P, K e S aplicadas ao solo.

Trat.	Braquiária					Colonião				
	1º corte		2º corte		total	1º corte		2º corte		total
	teor	acum.	teor	acum.	acum.	teor	acum.	teor	acum.	acum.
No	2,92	268	2,06	71	339	2,63	210	2,02	70	280
N1	2,13	601	1,90	198	799	2,21	554	2,15	215	769
N2	2,04	682	1,69	225	907	1,80	526	1,66	247	773
N3	1,84	636	0,69	118	754	1,81	556	1,19	171	727
N4	2,05	673	0,74	198	871	1,53	439	1,35	294	733
Po	2,77	105	2,19	195	300	2,90	93	2,06	148	241
P1	1,68	530	0,91	210	740	1,38	416	0,93	192	609
P2	1,38	489	0,86	182	671	1,18	393	1,13	207	600
P3	1,83	649	0,68	125	774	1,83	613	1,20	164	777
P4	1,46	503	1,13	195	698	1,66	482	1,50	231	713
Ko	0,46	44	0,24	9	53	0,52	40	0,0	0	40
K1	0,48	119	0,29	32	151	0,59	123	0,38	35	158
K2	0,91	296	0,38	53	349	0,71	199	0,54	74	273
K3	1,82	646	0,70	122	768	1,83	588	1,20	174	762
K4	2,60	1037	1,20	216	1236	2,40	892	1,57	287	1179
So	2,27	471	2,58	136	607	2,53	406	2,64	166	572
S1	1,53	568	1,27	194	762	1,51	510	1,66	218	728
S2	1,70	601	1,04	176	777	1,31	444	1,25	191	635
S3	1,82	625	0,68	117	742	1,84	586	1,21	170	756
S4	1,76	578	0,97	174	752	1,63	518	1,09	171	689

QUADRO 17 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e potássio acumulado (mg/vaso) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.

Trat.	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r ²	Equação	r ²
N	1	$Y=271,44+44,470 \sqrt{X}-1,213860X$	0,98	$Y=212,57+49,570 \sqrt{X}-1,764490X$	0,98
	2	$Y=105,32+0,5229X-0,000748X^2$	0,30	$Y=105,15+0,6413X-0,000596X^2$	0,62*
	T	$Y=349,35+59,041 \sqrt{X}-1,677690X$	0,91	$Y=290,41+62,748 \sqrt{X}-1,975260X$	0,96
P	1	$Y=106,02+63,657 \sqrt{X}-2,100850X$	0,93	$Y=118,54+3,2663X-0,005459X^2$	0,88
	2	$Y=213,79-0,4646X+0,000918X^2$	0,47	$Y=163,000253+0,1416579X$	0,53
	T	$Y=310,02+59,391 \sqrt{X}-1,953280X$	0,93	$Y=239,70+52,520 \sqrt{X}-1,399030X$	0,94
K	1	$Y=44,196842+2,5396566X$	0,98	$Y=32,40+2,2409867X$	0,97
	2	$Y=6,985829+0,5307834X$	0,99	$Y=4,312413+0,7312684X$	0,99
	T	$Y=72,918419+2,7599127X$	0,96	$Y=36,712424+2,9722551X$	0,97
S	1	$Y=467,70+33,357 \sqrt{X}-1,915790X$	0,98	$Y=411,55+2,9758X-0,014294X^2$	0,64
	2	Y= n.s.		Y= n.s.	
	T	$Y=615,08+38,277 \sqrt{X}-2,246240X$	0,89	$Y=594,87+3,4573X-0,020623X^2$	0,57

Obs.:* Significativo ao nível de 5% Os demais coeficientes são significativos ao nível de 1% (Teste F).

QUADRO 18 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor de potássio (%) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.

Trat.	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r ²	Equação	r ²
N	1	$Y=2,9267-0,1130 \sqrt{X}+0,003237X$	0,93	$Y=2,6085-0,0044X+0,000004X^2$	0,96
	2	$Y=2,1933-0,0046X+0,000003X^2$	0,85	$Y=2,1815-0,0035X+0,000003X^2$	0,75
P	1	$Y=2,7309-0,1477 \sqrt{X}+0,004341X$	0,86	$Y=2,8375-0,2138 \sqrt{X}+0,007749X$	0,83
	2	$Y=2,1873-0,2066 \sqrt{X}+0,007373X$	0,99	$Y=2,0196-0,1598 \sqrt{X}+0,006481X$	0,92
K	1	$Y=0,444750+0,0049283X$	0,92	$Y=0,433083+0,0051883X$	0,92
	2	$Y=0,185333+0,00248X$	0,99	$Y=0,155083+0,0038817X$	0,93
S	1	$Y=2,2082-0,1453 \sqrt{X}-0,009150X$	0,71	$Y=2,4566-0,2480 \sqrt{X}+0,015235X$	0,74
	2	$Y=2,3166-0,0379X+0,000185 X^2$	0,89	$Y=2,6371-0,2851 \sqrt{X}+0,013000X$	0,99

Obs.: Os coeficientes de determinação, são significativos ao nível de 1% (Teste F).

detalhe que dentro das doses estudadas, o decréscimo foi praticamente linear, visto que os pontos de inflexão das curvas de respostas ocorreram próximo ou fora das doses estudadas. Variações no teor de K em função da aplicação de N é um fato bem conhecido em gramíneas forrageiras, podendo diminuir (GRIFFITH et alii, 1964; CIAT, 1981, 1982; MONTEIRO et alii, 1980; COOK & MULDER, 1984; FERNANDES et alii, 1985 e CARVALHO & SARAIVA, 1987), não alterar significativamente (REITH et alii, 1964) ou aumentar (GOMIDE & COSTA 1984 e BOTREL et alii, 1990). Estas variações parecem estar associadas principalmente a diferenças nas doses e espécies utilizadas. Na rebrota, o efeito de diluição manifestou-se até doses estimadas que situaram-se fora das doses utilizadas. Assim, dentro da faixa experimental, o efeito foi linear, como pode ser observado no Quadro 16.

A acumulação de K neste ensaio, seguiu no 1^o e 1^o + 2^o corte, em ambas as espécies o comportamento raiz quadrada (Quadro 17), revelando que houve um incremento no K acumulado até as doses estimadas de 335 e 309, e 197 e 252 mg N/kg de solo, respectivamente para braquiária e colonião. Embora os ajustes não tenham sido elevados, a componente quadrática predominou no 2^o crescimento. Os baixos ajustes podem ser atribuídos a dose N₁, que produziu pouco em relação as doses N₂ e N₃ e os teores de K no tecido não foram suficientes para elevar a acumulação. Este comportamento atípico do tratamento N₁, pode ser explicado pelo fato de ter sido exatamente nestas dosagens que ocorreram as maiores produções de matéria seca no primeiro crescimento (Quadro 2). Conforme discutido em 4.1., a

adubação pode causar uma elevação precoce dos meristemas apicais e como em N₁ houve a máxima expressão genética das plantas em termos de produção, é provável que a decapitação de meristemas apicais tenha sido intensa, refletindo assim, em menor produção na rebrota e conseqüentemente no baixo acúmulo de K.

Os teores de K no tecido em função de doses crescentes de fósforo, seguiram tendência oposta ao da produção de matéria seca, em ambos os cortes e espécies, sofrendo deste modo, variações devido a efeitos de diluição e concentração. Vários pesquisadores encontraram pouco efeito do P adicionado sobre a concentração de K na planta (REITH et alii, 1964; FALADE, 1975; MACEDO, 1980; FILIZOLA & BAUMGARTNER, 1984 e NASCIMENTO et alii, 1990), enquanto outros tem reportado uma diminuição no teor deste elemento (ANDREW & ROBINS, 1971 e CIAT 1982), sendo esta redução atribuída pelos penúltimos autores, a efeitos de diluição.

A produção de matéria seca, no 1º corte, foi a determinante da tendência seguida pelo acúmulo de K, tanto na braquiária como no colonião (Quadro 3 e 17). No 2º corte, as gramíneas comportaram-se de modo distintos. No colonião, o acúmulo de K foi linear, com as doses de P não seguindo a matéria seca e nem os teores. Na braquiária, a acumulação de K acompanhou a tendência dos teores.

Considerando a parte aérea total, constata-se que o incremento de K acumulado ocorreu até as doses estimadas de 231 e 352 mg P/kg de solo, respectivamente para a braquiária e colonião.

As doses de K influenciaram linearmente os seus teores na parte aérea das espécies (Quadros 16 e 18). Aumentos neste sentido foram reportados para várias gramíneas forrageiras: orchardgrass (GRIFFITH et alii, 1964); colonião, napier, pará e pangola (VICENTE-CHANDLER et alii, 1962); capim-bermuda (ADAMS et alii, 1967); gordura, sempre-verde e pensacola-baia (FERNANDES et alii, 1970); colonião (MONTEIRO et alii, 1980) e braquiária (FERNANDES et alii, 1985; NASCIMENTO et alii, 1990). Também GUTTERIDGE (1981), ao trabalhar com nove espécies de capins, verificou que a adição de 150kg K/ha mais que duplicou a porcentagem de K no tecido da braquiária e do colonião. Isto demonstra que em presença de quantidades elevadas de K no solo, as forrageiras conseguem manter altos teores no tecido, o que pode ser benéfico para os animais em pastoreio. Contudo, conforme salientado por VICENTE-CHANDLER et alii (1962), é provável que nestas situações os teores ultrapassem a exigência das plantas, caracterizando o consumo de luxo, não havendo neste caso retorno do investimento. No presente estudo, como o objetivo era obter a curva de resposta das espécies ao K, a aplicação das maiores doses caracterizaram, no 1º corte, consumo de luxo, visto os teores estarem acima da faixa crítica para ambas as espécies (Quadro 5).

A acumulação de K na parte aérea aumentou linearmente com as doses de potássio aplicadas tanto na braquiária quanto no

colonião (Quadro 17), demonstrando que os teores crescentes no tecido tiveram um papel destacado neste comportamento. Além disso, embora a matéria seca tenha apresentado ajuste quadrático, observa-se pelo Quadro 2 que esta não chegou a sofrer uma queda de produção na última dose, deixando evidente a participação deste parâmetro na tendência estabelecida.

As doses de S promoveram um comportamento tipo raiz quadrada negativa para os teores de K em ambas as espécies, exceto no 2º corte da braquiária (Quadros 16 e 18). MONTEIRO & CARRIEL (1987) trabalhando com doses crescentes de gesso em capim-colonião, constataram que a componente quadrática inversa, foi a que melhor se correlacionou com as percentagens de K nessa gramínea. Verificaram também, que os teores de K nas plantas crescidas nos mais altas doses de gesso, foram inferiores aquelas observadas na ausência do emprego deste. Tal comportamento também foi observado no presente trabalho. Estes decréscimos podem ser explicados pelo efeito de diluição, visto que as curvas dos teores associam-se inversamente às da produção. Em contrapartida, a acumulação de K dispôs-se de modo semelhante a produção, exceto para braquiária no 2º corte (Quadros 16 e 17) onde as doses de S não causaram diferenças significativas no acúmulo de K.

Considerando os quatro experimentos, verifica-se de modo geral, que apesar do colonião apresentar maiores teores e acumulação de K na rebrota, a braquiária apresentou maior acumulação total devido sua maior produção de matéria seca, especialmente no 1º corte. Os menores teores de K na matéria seca

do 2º corte, pode ser devida a uma menor disponibilidade de K no solo e a elevada absorção de manganês, conforme discutido em 4.1. e 4.2.. Outro aspecto a ser ressaltado, é que os altos teores de K nas plantas, nos ensaios de N, P e S, especialmente no 1º corte, caracterizam o consumo de luxo, visto que estes valores estão acima da faixa crítica determinada (Quadro 8). As doses estimadas de K, correspondentes a faixa crítica (Quadro 4), deixam claro que acima de 190 e 180 mg K/kg de solo para braquiária e colonião, respectivamente, haverá um consumo de luxo deste elemento. Talvez a utilização de doses básicas de K, parceladas ou variáveis com os níveis de N, P e S e não fixas como aqui utilizadas, evitasse este consumo. No que tange à nutrição de bovinos em pastejo, exetutando-se o experimento com K, não haveria problemas, já que a exigência destes em potássio é bastante baixa (em torno de 0,6% de K, de acordo com o NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1976) em relação aos teores observados nestas gramíneas.

- Teor e acumulação de enxofre

A aplicação de nitrogênio alterou significativamente os teores de enxofre nos tecidos (Quadro 19 e 21). No 1º corte, a braquiária apresentou uma queda no teor de S até a dose estimada de 437 mg de N/kg de solo, a partir da qual tendeu a incrementar. No colonião, esta queda ocorreu até a maior dose aplicada, visto que a tendência foi linear. Na rebrota, a porcentagem de S na matéria seca decresceu linearmente na braquiária e até a dose estimada de

QUADRO 19 - Teor (%) e acumulação (mg/vaso) de enxofre na parte aérea da braquiária e colonião em função das doses crescentes de N,P,K e S aplicado ao solo.

Trat.	Braquiária					Colonião				
	1º corte		2º corte		total	1º corte		2º corte		total
	teor	acum.	teor	acum.	acum.	teor	acum.	teor	acum.	acum.
No	0,34	32	0,55	19	51	0,33	26	0,52	18	44
N1	0,31	88	0,45	47	135	0,38	96	0,40	40	136
N2	0,24	79	0,43	57	136	0,32	93	0,38	56	149
N3	0,22	75	0,46	79	154	0,24	74	0,45	65	139
N4	0,22	72	0,28	76	148	0,21	59	0,42	91	150
Po	0,25	9	0,28	25	34	0,23	7	0,23	17	24
P1	0,18	57	0,33	78	135	0,21	62	0,27	55	117
P2	0,18	65	0,26	56	121	0,21	70	0,28	51	121
P3	0,21	76	0,47	87	163	0,23	77	0,44	61	138
P4	0,23	79	0,27	47	126	0,32	91	0,39	61	152
Ko	0,29	28	0,38	13	41	0,38	29	0,00	0	29
K1	0,20	49	0,33	37	86	0,31	64	0,43	40	104
K2	0,19	63	0,35	49	112	0,26	72	0,42	57	129
K3	0,21	76	0,47	83	159	0,24	76	0,44	64	140
K4	0,29	114	0,32	58	172	0,29	109	0,38	69	178
So	0,06	12	0,06	3	15	0,05	8	0,05	4	12
S1	0,12	46	0,18	12	58	0,10	33	0,10	13	46
S2	0,18	62	0,16	26	88	0,20	65	0,20	30	95
S3	0,21	73	0,47	82	155	0,23	73	0,45	63	136
S4	0,34	110	0,30	54	164	0,42	132	0,44	69	201

QUADRO 20 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e enxofre acumulado (mg/vaso) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.

Trat.	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r ²	Equação	r ²
M	1	$Y=33,457+7,0293 \sqrt{X}-0,245726X$	0,91	$Y=27,462+10,356 \sqrt{X}-0,409553X$	0,98
	2	$Y=19,216+0,2900X-0,000351X^2$	0,97	$Y=23,036711+0,1408058X$	0,98
	T	$Y=51,525+10,644 \sqrt{X}-0,284830X$	0,98	$Y=45,542+11,723 \sqrt{X}-0,326048X$	0,96
P	1	$Y=9,4519+6,7679 \sqrt{X}-0,163998X$	0,99	$Y=8,2820+7,0457 \sqrt{X}-0,15015X$	0,99
	2	$Y=25,565+8,0765 \sqrt{X}-0,328748X$	0,74	$Y=17,687+4,8538 \sqrt{X}-0,134130X$	0,95
	T	$Y=35,017+14,844 \sqrt{X}-0,492745X$	0,91	$Y=26,090+11,964 \sqrt{X}-0,287941X$	0,98
K	1	$Y=35,764+0,2012617X$	0,97	$Y=31,243+3,9036 \sqrt{X}-0,008779X$	0,96
	2	$Y=11,401+0,5526X-0,001084X^2$	0,97	$Y=8,5286+0,4991X-0,000877X^2$	0,91
	T	$Y=43,125+0,8400X-0,001292X^2$	0,99	$Y=31,009+11,279 \sqrt{X}-0,203486X$	0,99
S	1	$Y=19,415+1,0034X-0,002772X^2$	0,95	$Y=13,450+1,0230X-0,001814X^2$	0,96
	2	$Y=-7,003+1,4657X-0,006683X^2$	0,86	$Y=-1,490+1,0302X-0,003648X^2$	0,97
	T	$Y=12,413+2,4692X-0,009455X^2$	0,99	$Y=11,547+2,1028X-0,006104X^2$	0,99

Obs.: Os coeficientes de determinação, são significativos ao nível de 1% (Teste F).

QUADRO 21 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor de enxofre (%) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.

Trat.	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r ²	Equação	r ²
N	1	$Y=0,3527-0,0007X+0,0000008X^2$	0,95	$Y=0,36473-0,0003185X$	0,75
	2	$Y=0,538243-0,0004617X$	0,83	$Y=0,5158-0,0159\sqrt{X}+0,0005537X$	0,76
P	1	$Y=0,295-0,0004X+0,0000008X^2$	0,49	$Y=0,2264-0,0003X+0,0000009X^2$	0,99
	2	$Y=0,2631+0,0010X-0,0000022X^2$	0,36	$Y=0,2105+0,0010X-0,0000014X^2$	0,73
K	1	$Y=0,2898-0,0197 \sqrt{X}+0,0009871X$	0,99	$Y=0,3739-0,0013X+0,0000027X^2$	0,96
	2	$Y=0,3352+0,0008X-0,0002021X^2$	0,39	$Y=0,0150+0,0685 \sqrt{X}-0,0025552X$	0,96
S	1	$Y=0,083583+0,0016292X$	0,98	$Y=0,06550+0,0022083X$	0,97
	2	$Y=0,004+0,0076X-0,0000351X^2$	0,80	$Y=0,0093+0,0068X-0,0000255X$	0,94

Obs.: Os coeficientes de determinação, são significativos ao nível de 1% (Teste F).

206 mg N/kg de solo no colonião. Esses resultados divergem daqueles encontrados por WHEELER et alii (1980) para o sorgo forrageiro e pelo CIAT (1984) para braquiária, em que as doses de N aumentaram consistentemente os teores de S no 1º caso e levemente no 2º. Todavia, concordam, com WOODHOUSE JR (1969) que observou em capim "coastal" bermuda, que os aumentos nas doses de N, diminuíram a porcentagem de S na forragem. O autor não encontrou razões aparentes para explicar este fato e cita Jones & Matim (1964) que verificaram respostas semelhantes quando trabalharam com várias espécies de capins da Califórnia. No presente estudo, o efeito de diluição pode ser descartado no 1º crescimento, visto que as quantidades acumuladas diminuíram após a primeira dose de N. Talvez as altas doses de fósforo utilizadas na adubação básica (225 mg de P/kg de solo) e o fato do nitrogênio estimular a absorção e translocação de P (COLE et alii, 1963), possam explicar estes decréscimos de S já que o fósforo seria mais competitivo que o S pelos sítios de absorção.

No tocante à acumulação de S, esta evoluiu de modo semelhante a matéria seca, embora os pontos de inflexão das curvas de resposta ocorressem com doses estimadas não muito próximas, o que indica certa influência dos teores (Quadro 19 e 20). Na parte aérea total o máximo acúmulo de S ocorreu nas doses estimadas de 349 e 323 mg de N/kg de solo, respectivamente para a braquiária e colonião.

A aplicação de fósforo ao solo, propiciou comportamentos semelhantes para os teores de S na parte aérea da braquiária e do

colonião (Quadro 19 e 21). No 1º crescimento as curvas quadráticas inversas tiveram seus pontos de mínima concentração em 250 e 166 mg de P/kg de solo, enquanto que no 2º corte, essas curvas foram quadráticas positivas, proporcionando maiores teores de S nas doses estimadas de 227 e 357 mg de P/kg de solo, respectivamente para braquiária e colonião. Praticamente não há dados na literatura que permitam fazer algumas comparações sobre estes efeitos. O único trabalho encontrado foi o de FALADE (1975), que ao estudar o efeito do fósforo em 5 gramíneas tropicais, verificou que em *Panicum maximum* e *Andropogon gayanus* a concentração de S tendeu a aumentar com a adição de P, enquanto que no *Pennisetum purpureum* a tendência foi de decréscimo. Nas outras espécies, não houve uma variação consistente nos teores de S em função dos tratamentos com fósforo. Em relação a acumulação de S, verifica-se que os teores do elemento tiveram uma influência mínima, visto que a disposição observada para este parâmetro foi a mesma da matéria seca (Quadros 20 e 3).

Os teores de S no tecido variaram em função dos tratamentos com potássio, de maneira análoga aos tratamentos com fósforo (Quadros 19 e 21) com as curvas inversas do 1º corte tendo os pontos de menor concentração em 99 e 240 mg de K/kg de solo e as curvas positivas da rebrota, com teores máximos de S, nas doses estimadas de 190 e 180 mg de K/kg de solo para braquiária e colonião, respectivamente. Neste caso também não foram encontrados trabalhos na literatura para que algum tipo de comparação pudesse ser feito. Contudo, observa-se que em função do comportamento da

matéria seca (Figura 3) e da quantidade de enxofre extraída (Quadro 19), um certo efeito de diluição pode estar ocorrendo. No tocante a acumulação de S (Quadro 20), constata-se que para o 1º corte em ambas as espécies e para parte aérea total no colômbio, os teores de S influenciaram suas tendências estabelecidas, ao passo que nas demais situações a matéria seca foi a principal responsável.

O aumento na disponibilidade de enxofre no solo, provocada pela aplicação de doses crescentes deste elemento, levou a um acréscimo linear de S no tecido no 1º corte e um quadrático no 2º corte, tanto na braquiária quanto no colômbio (Quadro 19 e 21). Estes dados estão de acordo com aqueles encontrados por JONES (1963; 1964) que trabalhou com várias espécies de capins na Califórnia. Também WOODHOUSE JR. (1969) verificou que a aplicação anual de uma dose de enxofre (28 kg de S/ha durante quatro anos e 56 kg de S/ha durante outros quatro) aumentava o teor de S no tecido do capim "coastal" bermuda, sendo que este aumento era maior quando menores doses de N eram aplicadas. Por sua vez MONTEIRO & CARRIEL (1987) observaram em AQ, que a aplicação de doses crescentes de gesso resultou em concomitantes aumentos na porcentagem de S na parte aérea do colômbio, nos dois cortes realizados. Observaram ainda, que o máximo teor de S (0,21%) seria alcançado com a dose estimada de 128 kg de S/ha, em qualquer dos cortes. Os valores encontrados no presente estudo são muito maiores do que aqueles obtidos pelos últimos autores, o que possivelmente se deva às maiores doses de N, P e K utilizadas na adubação básica, as quais promoveriam maior absorção de outros elementos.

A acumulação de S seguiu modelo quadrático em todas as situações, sendo que na parte aérea total o máximo acúmulo ocorreu nas taxas estimadas de 130 e 172 mg de S/kg de solo para braquiária e colonião, respectivamente (Quadro 20). Estas doses situam-se muito acima daquelas encontradas para máxima produção de matéria seca (76 e 80 mg de S/kg de solo), indicando uma participação efetiva dos teores no tecido, na representação das quantidades extraídas.

Numa avaliação geral, verifica-se que não houve uma tendência definida na extração total de enxofre pelas gramíneas. Do 1º para o 2º corte, os teores de S no tecido tenderam a incrementar em ambas as espécies, sendo que este efeito pode ser associado à menor produção de matéria seca da rebrota. Não obstante, em qualquer dos cortes (à exceção do tratamento S₀), a concentração de S na parte aérea foi suficiente para suprir as exigências dos bovinos em pastejo, a qual é de 0,1% de S (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1976). Constata-se também, que um consumo de luxo de S está bem caracterizado nos experimentos de N, P e K, já que os valores deste elemento situam-se acima da faixa crítica determinada (Quadro 8). A dose básica de S (80 mg S/kg de solo) é três a quatro vezes maior do que aquelas correspondentes ao nível crítico (Quadro 4), deixando claro, o porque deste consumo de luxo.

- Teor e acumulação de cálcio

Tanto os teores quanto a acumulação de cálcio, seguiram o mesmo padrão nas duas espécies, quando o nitrogênio foi aplicado, observando-se um incremento nas primeiras doses e decréscimos nas doses maiores, proporcionando assim bons ajustes das componentes quadráticas e raiz quadrada (Quadros 22, 23 e 24). No primeiro crescimento, os maiores teores e acúmulos observados ocorreram na dose de N₁ (200 mg N/kg de solo) embora as maiores produções tenham sido observadas nas doses de N₁ (300 mg N/kg de solo); mas, como pode ser visto no Quadro 2, a superioridade de produção foi muito pequena, não sendo suficiente para compensar os maiores teores do tratamento N₁, explicando-se deste modo, porque o acúmulo não seguiu a produção de matéria seca. Na rebrota, os teores de Ca no tecido cresceram até as doses estimadas de 330 e 300 mg N/kg de solo, respectivamente para braquiária e colônia, a partir das quais diminuíram. Resultados de pesquisa tem mostrado que aplicações de N não alteram significativamente os teores de Ca, como no capim sempre-verde (GOMIDE et alii, 1969), na braquiária e jaraguá (GOMIDE & COSTA, 1984), no colônia (ALVIN et alii, 1990) e no capim gordura (CARVALHO et alii, 1989), ou causam uma redução nesses teores, como observado em colônia (MATTOS & WERNER, 1979 e MONTEIRO et alii, 1980). De acordo com MASCARENHAS (1977) e MALAVOLTA & PAULINO (1991), a absorção do cálcio está muito associado a CTC das raízes e o nitrogênio pode influenciar esta CTC. Em plantas com baixa CTC inicial, o N pode aumentar esta CTC,

QUADRO 22 - Teor (%) e acumulação (mg/vaso) de cálcio na parte aérea da braquiária e colonião em função de doses crescentes de N, P, K e S aplicadas ao solo.

Trat.	Braquiária					Colonião				
	1º corte		2º corte		total	1º corte		2º corte		total
	teor	acum.	teor	acum.	acum.	teor	acum.	teor	acum.	acum.
No	0,28	26	0,43	15	41	0,35	28	0,52	18	46
N1	0,38	107	0,55	57	164	0,42	106	0,75	76	182
N2	0,40	132	0,74	38	230	0,41	122	0,78	117	239
N3	0,29	101	0,75	127	228	0,31	96	0,82	118	214
N4	0,28	93	0,66	176	269	0,32	93	0,74	161	254
Po	0,26	10	0,29	26	36	0,36	11	0,34	24	35
P1	0,25	79	0,63	146	225	0,24	73	0,60	125	198
P2	0,25	88	0,53	126	214	0,29	98	0,81	149	246
P3	0,30	105	0,76	140	245	0,32	106	0,82	114	220
P4	0,32	109	0,81	140	249	0,52	149	1,15	178	327
Ko	0,47	45	1,00	36	81	0,80	61	0,00	0	61
K1	0,35	87	0,91	103	190	0,71	148	1,39	131	279
K2	0,33	108	0,82	116	224	0,54	152	1,21	165	317
K3	0,30	105	0,75	133	238	0,32	103	0,81	118	221
K4	0,23	91	0,52	94	185	0,25	93	0,79	144	237
So	0,15	30	0,28	15	45	0,26	42	0,45	28	70
S1	0,30	113	0,59	89	202	0,39	132	0,88	115	247
S2	0,29	104	0,56	95	199	0,38	127	0,86	131	258
S3	0,30	102	0,74	129	231	0,31	98	0,82	116	214
S4	0,33	110	0,53	94	204	0,44	139	0,86	136	275

QUADRO 23 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e cálcio acumulado (mg/vaso) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.

Trat. Corte	Braquiária			Colonião		
	Equação	r^2		Equação	r^2	
N	1	$Y=26,203+12,957 \sqrt{X} - 0,452552X$	0,94	$Y=29,022+11,605 \sqrt{X}-0,400555X$	0,93	
	2	$Y=14,667+0,4619X-0,000277X^2$	0,99	$Y=23,610+0,5077X-0,000478X^2$	0,96	
	T	$Y=53,530+1,0606X-0,001284X^2$	0,95	$Y=46,868+17,693 \sqrt{X} - 0,389470X$	0,96	
P	1	$Y=10,202+9,6582 \sqrt{X}-0,235000X$	0,99	$Y=19,727+0,5900X-0,000680X^2$	0,96	
	2	$Y=30,352+14,838 \sqrt{X}-0,467740X$	0,91	$Y=29,235+11,293 \sqrt{X}-0,223403X$	0,86	
	T	$Y=40,554+24,497 \sqrt{X}-0,702743X$	0,96	$Y=41,098+18,558 \sqrt{X}-0,263403X$	0,95	
K	1	$Y=44,274+92500 \sqrt{X} - 0,345391X$	0,97	$Y=93,374+0,4526X-0,001175X^2$	0,31	
	2	$Y=34,155+14,032 \sqrt{X}-0,543800X$	0,97	$Y=42,871+1,0143X-0,001962X^2$	0,54	
	T	$Y=78,430+23,280 \sqrt{X}-0,889030X^2$	0,99	$Y=136,24+1,4669X-0,003137X^2$	0,40	
S	1	$Y=35,511+17,661 \sqrt{X}-0,969772X$	0,87	$Y=50,423+16,495 \sqrt{X}-0,828701X$	0,69	
	2	$Y=27,224+2,2822X-0,011691X^2$	0,91	$Y=32,333+21,133 \sqrt{X}-1,068380X$	0,92	
	T	$Y=48,777+40,402 \sqrt{X}-2,23481X$	0,97	$Y=82,756+37,628 \sqrt{X}-1,897080X$	0,82	

Obs.: Os coeficientes de determinação, são significativos ao nível de 1% (Teste F).

QUADRO 24 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor de cálcio (%) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.

Trat. Corte	Braquiária			Colonião		
	Equação	r^2		Equação	r^2	
N	1	$Y=0,2831+0,0175\sqrt{X}-0,000821X$	0,72	$Y=0,3555+0,0105 \sqrt{X}-0,000582X$	0,60	
	2	$Y=0,4166+0,0020X-0,000003X^2$	0,95	$Y=0,5440+0,0018X-0,000003X$	0,93	
P	1	$Y=0,2579+0,0030 \sqrt{X}-0,000292X$	0,82*	$Y=0,3317-0,0007X+0,000002X^2$	0,92	
	2	$Y=0,2961+0,0389 \sqrt{X}-0,000693X$	0,94	$Y=0,3666+0,0029X-0,000003X^2$	0,97	
K	1	$Y=0,4392-0,001X+0,0000015X^2$	0,91	$Y=0,8293-0,0034X+0,000005X^2$	0,98	
	2	$Y=0,973-0,0011533X$	0,98	$Y=0,4727+0,0070X-0,000016X^2$	0,29	
S	1	$Y=0,1583+0,0316 \sqrt{X}-0,001488X$	0,92	$Y=0,1920+0,0027X-0,000011X^2$	0,63	
	2	$Y=0,3262+0,0092X-0,000050X^2$	0,87	$Y=0,4757+0,0959 \sqrt{X}-0,005391X$	0,88	

Obs.: * Significativo ao nível de 5%. Os demais coeficientes, são significativos ao nível de 1% (Teste F).

permitindo que as plantas absorvam mais cálcio. Naquelas que a CTC inicial é elevada o aumento de cálcio é desprezível (MASCARENHAS 1977). Assim, conclui-se que o efeito de aplicações de nitrogênio sobre a absorção de Ca é muito dependente da espécie envolvida.

A acumulação de Ca na rebrota apesar do ajuste quadrático, apresentou basicamente um ajuste linear dentro das doses estudadas, já que os pontos de inflexão da regressão quadrática ocorreram fora das doses aplicadas e assim sendo, estão bem associados a produção da matéria seca.

A aplicação de fósforo causou no 1º crescimento, uma redução inicial nos teores de Ca na parte aérea das duas gramíneas, sendo que os pontos de menor concentração deste elemento ocorreram nas doses estimadas de 26 e 140 mg P/kg de solo respectivamente, para braquiária e colonião (Quadros 22 e 24). A partir daí houve um incremento nos teores de Ca até o maior nível de P utilizado. Na rebrota, o Ca no tecido cresceu de forma mais ou menos linear, visto que os pontos de inflexão das curvas de respostas, situaram-se fora das doses aplicadas. Estes resultados diferem daqueles encontrados na literatura. REITH et alii (1964) estudando os efeitos da aplicação de N, P e K sobre a composição química de gramíneas forrageiras, verificou que a aplicação de fósforo, tendeu a aumentar o teor de Ca nas plantas, mas esta influência foi muito pequena, sendo desprezível do ponto de vista prático. Tendência semelhante foi observada por FILIZZOLA & BAUGARTNER (1984) para a braquiária e pelo CIAT (1987) para o colonião.

Por outro lado, FALADE (1975) constatou em *Panicum maximum* e *Pennisetum purpureum* que a concentração de Ca no tecido alcançou seu máximo, com a aplicação de doses menores de P (15 mg/vaso), sofrendo após uma queda e se manteve constante com as adições posteriores. Em outras três espécies o autor não encontrou variações consistentes nos teores de Ca com as aplicações de fósforo. Estas diferenças são devidas além das espécies utilizadas, as variações nas dosagens da adubação básica, que foi mais elevada no presente estudo.

Com relação à acumulação de Ca, as curvas de resposta tipo raiz quadrada (Quadro 23), assemelham-se as da matéria seca, mostrando novamente que é esta que normalmente dita a tendência da quantidade extraída do elemento, conforme ressaltado por MACEDO (1980).

No ensaio com potássio, os teores de Ca na matéria seca do 1º corte se ajustaram à componente quadrática inversa, cujo ponto de menor concentração foi atingido com as doses de 382 e 340 mg K/kg de solo, respectivamente, para a braquiária e o colonião (Quadros 22 e 24). Em qualquer dos casos, o teor de Ca observado nas plantas apresentaram uma tendência de diminuir com o aumento nas doses de potássio. No 2º corte, os teores de Ca na braquiária diminuíram linearmente com o aumento nas doses de K, ao passo que o colonião apresentou resposta quadrática. Esta tendência no colonião provavelmente não teria ocorrido, se a dose K_0 (onde não houve rebrota) tivesse sido desconsiderada na regressão. Neste caso, um possível ajuste linear negativo poderia ocorrer, visto a

disposição dos dados observados (Quadro 22). O decréscimo nos teores de Ca pela elevação das doses de K, parece estar associado ao efeito antagônico do K na absorção do Ca. NASCIMENTO et alii (1990), constataram que a aplicação de potássio proporcionou considerável diminuição na absorção de cálcio e magnésio no capim braquiária. Segundo MASCARENHAS (1977), isto ocorre provavelmente devido a maior força iônica relativa K como cátion. Associado a este fato, um efeito de diluição pode estar se manifestando (também no 1º corte), já que a produção aumentou em sentido inverso a concentração do K. VICENTE-CHANDLER et alii (1962), usou este último argumento para explicar um comportamento semelhante ao deste estudo, em três capins tropicais, entre os quais o colonião.

As curvas de acumulação de Ca em função do K aplicado (Quadro 23) foram distintas para as gramíneas e mostraram a influência marcante dos teores no tecido. A braquiária seguiu o modelo raiz quadrada, com pontos de inflexão estimados girando em torno de 170 mg K/kg de solo nas três situações. O colonião por sua vez, sofreu um efeito quadrático, com máxima acumulação de Ca ocorrendo nas doses estimadas de 192, 258 e 233 mg K/kg de solo, respectivamente para 1º, 2º e 1º + 2º cortes.

Os tratamentos com enxofre proporcionaram curvas de respostas quadráticas e raiz quadrada em relação aos teores de Ca no tecido (Quadros 22 e 24). No 1º crescimento, embora os modelos matemáticos fossem diferentes, os mais altos teores de Ca ocorreram praticamente na mesma dose estimada para as duas espécies, em torno de 115mg S/kg de solo a partir da qual tenderam a decrescer. Na

rebrotas, estas doses estimadas caíram para 92 e 79 mg S/kg de solo, respectivamente para a braquiária e o colonião. A acumulação de Ca neste ensaio, seguiu o modelo raiz quadrada (exceto para braquiária no 2º corte), com o ponto de máxima situando-se em torno de 85 e 98 mg de S/kg de solo, para a braquiária e o colonião, respectivamente. Visto que a acumulação segue a mesma tendência de matéria seca este comportamento torna-se perfeitamente compreensível.

Numa análise simultânea dos quatro experimentos, verifica-se que de maneira geral, o colonião apresentou maiores teores e acúmulos de Ca em ambos os cortes, sugerindo que o mesmo possui uma exigência mais elevada neste nutriente do que braquiária. De acordo com MALAVOLTA et alii (1991) a baixa exigência de *Brachiaria* em Ca está relacionada a baixa CTC de suas raízes, que favorece a absorção de cátions monovalentes. Observa-se também uma tendência de aumento nos teores de Ca na parte aérea do 1º para o 2º corte, o que provavelmente está associado ao efeito de concentração provocado pelo menor crescimento de parte aérea na rebrota, cuja causas foram discutidas em 4.1..CIAT (1981), ao trabalhar com diversas gramíneas forrageiras determinou a concentração crítica de Ca no tecido, associado a 80% da produção máxima, cujos valores foram de 0,6% para o colonião e de 0,42 e 0,34% para os ecotipos 659 e 606 da braquiária. Já SALINAS & GUALDRON (1988) consideram o valor de 0,37% de Ca como crítico para braquiária. Utilizando-se estes valores, verifica-se que no primeiro crescimento os capins apresentaram em mais da metade dos

tratamentos, teores inferiores ao crítico, indicando que a absorção de Ca foi prejudicada por algum fator, ou que os teores de Ca presente no solo (Quadro 1) não foram suficientes para atender a demanda. Talvez a elevada dose de K da adubação básica (200 mg K/kg de solo) possa ter afetado a absorção de Ca, visto que nas doses zero de K os teores do elemento estiveram bem acima do valor crítico. Todavia, apesar dos baixos teores de Ca no tecido, estes se encontram em quantidades suficientemente elevados para suprir as exigências dos bovinos em pastejo que de acordo com o NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1976) é de 0,18% de Ca.

- Teor e acumulação de magnésio

Pelo Quadros 25 e 27, observa-se que os teores de magnésio na parte aérea das duas forrageiras, no 1º corte, apresentaram uma relação tipo raiz quadrada com as doses de N aplicadas. Os pontos de maior teor de magnésio ocorreram com as doses estimadas de 123 e 115 mg N/kg de solo para braquiária e colonião, respectivamente. Na rebrota, a braquiária teve suas concentrações incrementadas linearmente, enquanto o colonião teve seu máximo teor de Mg na dose estimada de 125 mg N/kg solo. Estes resultados diferem daqueles encontrados na literatura. GOMIDE et alii (1969) para seis gramíneas forrageiras e CARVALHO et alii (1989) para o capim gordura, não constatarem efeitos significativos da adubação nitrogenada sobre as concentrações de Mg na parte aérea das plantas. Também ZAGO & GOMIDE (1982) não constatarem nenhum

QUADRO 25 - Teor (%) e acumulação (mg/vaso) de magnésio na parte aérea da braquiária e colonião em função de doses crescentes de N,P,K e S aplicadas ao solo.

Trat.	Braquiária					Colonião				
	1º corte		2º corte		total	1º corte		2º corte		total
	teor	acum.	teor	acum.	acum.	teor	acum.	teor	acum.	acum.
No	0,18	16	0,20	7	23	0,16	13	0,21	7	20
N1	0,28	78	0,17	78	96	0,21	52	0,24	24	76
N2	0,26	83	0,15	20	103	0,18	53	0,19	28	81
N3	0,20	68	0,18	31	99	0,18	55	0,23	33	88
N4	0,20	64	0,11	29	93	0,16	46	0,16	36	82
Po	0,24	9	0,21	18	27	0,24	7	0,23	16	23
P1	0,19	59	0,10	24	83	0,16	48	0,14	29	77
P2	0,17	59	0,10	20	79	0,14	48	0,16	29	77
P3	0,19	66	0,18	32	98	0,19	62	0,23	32	94
P4	0,16	55	0,12	21	76	0,17	49	0,20	32	81
Ko	0,37	36	0,48	17	53	0,40	30	0,0	0	30
K1	0,20	50	0,17	19	69	0,26	54	0,26	25	79
K2	0,19	62	0,15	21	83	0,20	55	0,20	28	83
K3	0,19	66	0,17	31	97	0,17	56	0,22	32	88
K4	0,18	70	0,12	22	92	0,12	44	0,20	37	81
So	0,16	34	0,23	12	46	0,19	31	0,27	17	48
S1	0,17	65	0,10	16	81	0,17	56	0,17	23	79
S2	0,18	64	0,10	16	80	0,18	61	0,13	20	81
S3	0,20	67	0,20	33	100	0,19	60	0,22	31	91
S4	0,25	83	0,12	22	105	0,19	60	0,15	24	84

QUADRO 26 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e magnésio acumulado (mg/vaso) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.

Trat.	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r ²	Equação	r ²
N	1	$Y=17,379+8,7661\sqrt{X}-0,305419X$	0,95	$Y=12,881+5,6098\sqrt{X}-0,185204X$	0,99
	2	$Y=6,788+0,1123X-0,000132X^2$	0,94	$Y=8,8979+0,1338X-0,000162X^2$	0,96
	T	$Y=23,787+10,111\sqrt{X}-0,316243X$	0,99	$Y=20,137+7,5877\sqrt{X}-0,216285X$	0,99
P	1	$Y=9,3611+7,5533\sqrt{X}-0,255219X$	0,98	$Y=7,3771+6,3112\sqrt{X}-0,202230X$	0,95
	2	$Y=17,518+0,00828X-0,000162X^2$	0,54	$Y=16,542+1,7868\sqrt{X}-0,051263X$	0,97
	T	$Y=27,066+8,7229\sqrt{X}-0,298330X$	0,94	$Y=23,918+8,0980\sqrt{X}-0,253493X$	0,96
K	1	$Y=38,177+0,2401X-0,000405X^2$	0,95	$Y=30,608+4,4589\sqrt{X}-0,188771X$	0,99
	2	$Y=15,496+0,1109X-0,0000235X^2$	0,84	$Y=0,7001+3,7638\sqrt{X}-0,099574X$	0,98
	T	Y= n.s.		$Y=31,309+8,2227\sqrt{X}-0,288346X$	0,99
S	1	$Y=35,859+5,6714\sqrt{X}-0,167105X$	0,93	$Y=31,567+6,7081\sqrt{X}-0,356977X$	0,97
	2	$Y=9,464+0,3966X-0,001953X^2$	0,76	$Y=16,338+0,2567X-0,001288X$	0,76
	T	$Y=51,988+0,9452X-0,003844X^2$	0,92	$Y=47,671+8,6226\sqrt{X}-0,449178X$	0,98

Obs.: Os coeficientes de determinação, são significativos ao nível de 1%. (Teste F).

QUADRO 27 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor de magnésio (%) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.

Trat.	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r ²	Equação	r ²
N	1	$Y=0,1857+0,0126\sqrt{X}-0,000567X$	0,70	$Y=0,1624+0,0063\sqrt{X}-0,000294X$	0,77
	2	$Y=0,195541+0,0001464X$	0,70	$Y=0,2141+0,0001X-0,000294X$	0,50*
P	1	$Y=0,2383-0,006347\sqrt{X}+0,000134X$	0,89	$Y=0,2363-0,0113\sqrt{X}+0,000403X$	0,73
	2	$Y=0,2005-0,011\sqrt{X}+0,000402X$	0,45	$Y=0,2209-0,0092\sqrt{X}-0,000167X^2$	0,84
K	1	$Y=0,3631-0,0261\sqrt{X}+0,000873X$	0,96	$Y=0,3998-0,0239\sqrt{X}+0,000501X$	0,99
	2	$Y=0,3883-0,0023X+0,000004X^2$	0,66	$Y=0,0746+0,0016X-0,000003X^2$	0,49
S	1	$Y=0,159833+0,0005583X$	0,98	Y= n.s.	
	2	$Y=0,2140-0,0231\sqrt{X}+0,001394X$	0,42	$Y=0,2595-0,0218\sqrt{X}+0,001168X$	0,53

Obs.: * Significativo ao nível de 5%. Os demais coeficientes, são significativo ao nível de 1% (Teste F).

efeito da adubação de reposição com N e K sobre os teores de Mg nos tecidos do colonião. Por outro lado GOMIDE & COSTA (1984), verificaram uma queda nos teores de Mg com doses crescentes de nitrogênio no capim colonião e um comportamento inverso no capim jaraguá. Estes dados demonstram que condições experimentais específicas tem influências decisivas sobre a composição química das plantas.

A acumulação de Mg por sua vez, foi bem representada pela componente raiz quadrada, exceto no 2º crescimento onde o modelo quadrático representou melhor os dados (Quadro 26). Neste crescimento, a extração de Mg cresceu até as doses estimadas em torno de 420 mg de N/kg de solo, para ambas as espécies. No 1º corte e na parte aérea total, essa acumulação máxima ocorreu, respectivamente nas doses estimadas de 205 e 256 mg de N/kg de N/kg de solo para a braquiária e 229 e 307 N/kg de solo para o colonião, a partir das quais tendeu a decrescer. Como estas doses não se aproximam daquelas necessárias para atingir a produção máxima fica evidente o papel dos teores na tendência observada.

No experimento com fósforo, tanto os teores quanto a acumulação de Mg, seguiram em ambas as espécies, a tendência raiz quadrada, sendo negativo para primeiro caso e positiva no segundo (Quadro 25, 26 e 27). Em relação aos teores, REITH et alii (1964), FALADE (1975) e FILIZZOLA & BAUMGARTNER (1984), não observaram efeitos consistentes da adubação fosfatada sobre a concentração de Mg na matéria seca de algumas espécies de capins, entre as quais a braquiária e o colonião. Já ANDREW e ROBINS (1971), ao estudarem o

efeito da aplicação de P sobre a composição química de várias gramíneas forrageiras, verificaram uma tendência oposta à encontrada neste estudo, com as doses de fósforo aumentando a concentração de magnésio no tecido. Ao contrário destes autores, no presente trabalho a aplicação do fósforo reduziu os teores de Mg até as doses estimadas de 450 e 187 mg P/kg de solo para a braquiária e 196 e 450 mg P/kg de solo para o colonião, respectivamente, para 1^o e 2^o corte. Não se encontrou razões aparentes para este comportamento. A acumulação de Mg por sua vez, seguiu a tendência da produção, indicando que é esta (salvo exceções) quem determina a acumulação do nutriente.

A exemplo dos tratamentos com fósforo, o potássio também proporcionou resposta tipo raiz quadrada negativa para os teores de Mg no 1^o crescimento (Quadros 25 e 26) e modo análogo à concentração de N, P e Ca no tecido, em nenhum momento os teores de Mg foram tão elevados quanto na dose zero de potássio. Nota-se ainda, uma queda praticamente linear nos teores observados de Mg dentro das doses de K estudadas (Quadro 25), sendo que os pontos de inflexão fora das doses experimentais podem ser considerados os responsáveis por este fato. Na rebrota a concentração de Mg na braquiária decresceu até a dose estimada de 287 mg de K/kg de solo, tendendo a incrementar a partir daí. Todavia, é possível que o comportamento linear negativo tivesse se manifestado, se não fosse o comportamento atípico da dose K₁, visto que o valor da dose K₁ é maior que K₂ (Quadro 25). No colonião, as considerações feitas anteriormente para o Ca, isto é, a inclusão da dose K₁ (onde não hou

ve rebrota) na regressão são válidas para explicar o comportamento do Mg. De modo idêntico, os decréscimos dos teores de Mg em função das doses de K podem ser atribuídas as mesmas razões do Ca, ou seja, efeitos de concentração e inibição dos íons K' na absorção de Mg, conforme sugerido por VICENTE-CHANDLER et alii (1962), MASCARENHAS (1977) e MALAVOLTA (1980).

Em termos de acumulação de Mg, o potássio proporcionou efeitos distintos para as gramíneas, na braquiária seguindo a matéria seca e no colonião evoluindo segundo o modelo raiz quadrada, deixando evidente a influência relativa da matéria seca no primeiro caso e dos teores no segundo, na determinação deste parâmetro.

O efeito da aplicação das doses de enxofre sobre os teores de Mg na parte aérea do 1º corte, não foi significativo no colonião e linear positiva na braquiária (quadros 25 e 27). Na rebrota, em ambas as forrageiras as curvas foram inversas, com os pontos de menor concentração nos tecidos ocorrendo com 68 e 87 mg de S/kg de solo para a braquiária e o colonião respectivamente. Visto que foi aproximadamente nestas doses que ocorreram as máximas produções de matéria seca (discutido em 4.1.) o efeito de diluição parece explicar o comportamento dos teores de Mg. Já a acumulação, ocorreu na mesma direção da matéria seca (Quadros 26 e 3), sendo pouco influenciado pelos teores no tecido.

No conjunto dos quatro ensaios, verifica-se que houve um ligeiro decréscimo nos teores de magnésio do 1º para o 2º corte, embora esta tendência não seja claramente definida. Estes menores

teores de maneira análoga ao K, podem estar associadas a elevada absorção de manganês. Por outro lado, a maior acumulação de Mg na braquiária parece ser devida a sua maior produção visto que de modo geral, não houve grandes variações nos teores deste elemento na matéria seca de ambas as gramíneas. Tomando o valor de 0,2% de Mg na parte aérea como sendo adequado para as duas espécies (WERNER & HAAG, 1972 e TOLEDO, 1984), constata-se que no 1º crescimento as plantas teriam suas exigências supridas; contudo, na rebrota, em vários tratamentos haveria deficiência oculta deste elemento, pois sintomas visuais não foram observados. Já em relação a nutrição de bovinos em pastejo, não haveria limitação alguma, já que suas exigências são muito inferiores às plantas (0,04% de Mg, segundo o NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1986).

Embora FERRARI NETO (1991) não tenha observado efeitos da aplicação ou omissão da calagem na produção da matéria seca de dois cortes de braquiária e colônia neste solo, os dados observados no presente trabalho para os teores de Ca e Mg, apresentando-se em muitos casos abaixo dos níveis críticos encontrados na literatura, sugerem que em sistema de pastejo intenso, estes dois nutrientes podem tornar-se limitante a curto prazo. Portanto, uma calagem adequada, dentro de critérios técnicos bem definidos, deve ser recomendada, não só com o objetivo de elevar o pH e reduzir a disponibilidade de Mn (que de acordo com FERRARI NETO, 1991, é alto, o que foi confirmado neste trabalho) mas, principalmente, para fornecer Ca e Mg como nutrientes.

- Teor e acumulação de boro

No 1º corte, o nitrogênio não afetou significativamente os teores de boro na matéria seca da braquiária enquanto que no colônio, estes teores decresceram até a dose estimada de 225 mg de N/kg de solo, a partir da qual tenderam a aumentar (Quadros 28 e 30). Nota-se que em momento algum o teor de boro foi superior àquele encontrado para o nível zero de N, o que reflete um efeito de concentração, em razão da baixa produção na ausência de N (Quadro 2). No 2º crescimento o inverso ocorreu, com o boro tendo sua concentração aumentada na parte aérea da braquiária, até o nível de 60 mg de N/kg de solo, sofrendo uma queda com as doses posteriores, ao passo que no colônio não houve variações significativas nos teores de boro. KABATA - PENDIAS & PENDIAS (1985) expressaram que os efeitos do N sobre os teores de boro nas plantas são, presumivelmente, resultados secundários do incremento no crescimento da planta ou de alguma desordem fisiológica.

QUADRO 28 - Teor (ppm) e acumulação (mg/vaso) de boro na parte aérea da braquiária e colonião em função de doses crescentes de N, P, K e S aplicada a o solo .

Trat.	Braquiária					Colonião				
	1º corte		2º corte		total	1º corte		2º corte		total
	teor	acum.	teor	acum.	acum.	teor	acum.	teor	acum.	acum.
No	7,9	0,07	15,8	0,05	0,12	25,7	0,20	15,5	0,05	0,25
N1	7,1	0,20	22,1	0,23	0,43	16,1	0,40	14,4	0,16	0,56
N2	7,7	0,26	15,8	0,21	0,47	13,7	0,40	18,7	0,28	0,68
N3	6,6	0,23	12,0	0,20	0,43	17,4	0,49	17,1	0,24	0,73
N4	7,3	0,24	14,6	0,39	0,63	16,9	0,49	16,9	0,37	0,86
Po	11,2	0,04	15,8	0,14	0,18	40,3	0,13	19,2	0,14	0,27
P1	7,0	0,22	14,1	0,33	0,55	17,2	0,51	14,9	0,30	0,81
P2	6,5	0,23	10,2	0,22	0,45	13,3	0,47	13,9	0,26	0,73
P3	6,5	0,23	11,8	0,22	0,45	17,5	0,58	17,1	0,24	0,82
P4	11,4	0,39	7,5	0,13	0,52	24,7	0,71	16,5	0,18	0,89
Ko	11,0	0,11	16,1	0,06	0,17	48,7	0,37	0	0,0	0,37
K1	9	0,24	14,9	0,16	0,40	23,7	0,49	21,7	0,20	0,69
K2	8,1	0,26	15,8	0,22	0,48	22,2	0,62	18,7	0,25	0,87
K3	6,5	0,23	12,1	0,21	0,44	17,5	0,50	17,1	0,25	0,75
K4	4,6	0,18	12,3	0,22	0,40	16,4	0,60	16,3	0,30	0,90
So	5,1	0,10	13,9	0,07	0,17	13,3	0,21	17,4	0,11	0,32
S1	6,9	0,25	15,5	0,23	0,48	18,5	0,62	21,1	0,27	0,89
S2	6,6	0,24	13,6	0,23	0,47	20,5	0,69	19,7	0,30	0,99
S3	6,5	0,24	12,0	0,21	0,43	17,4	0,55	17,1	0,24	0,79
S4	8,9	0,29	12,8	0,23	0,52	13,2	0,42	17,7	0,28	0,70

QUADRO 29 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e boro acumulado (mg/vaso) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.

Trat.	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r ²	Equação	r ²
N	1	$Y=0,0732+0,0186X-0,000511X^2$	0,96	$Y=0,2025+0,0229X-0,000440X^2$	0,96
	2	$Y=0,0937+0,0005586X$	0,81	$Y=0,0647+0,0010X-0,000008X^2$	0,92
	T	$Y=0,1845+0,0015X-0,0000014X^2$	0,83	$Y=0,2974+0,0026X-0,000003X^2$	0,98
P	1	$Y=0,0519+0,0144 \sqrt{X}-0,000035X$	0,83	$Y=0,1418+0,0399 \sqrt{X}-0,000646X$	0,94
	2	Y= n.s.		Y= n.s.	
	T	$Y=0,2045+0,0378 \sqrt{X}-0,001141X$	0,79	$Y=0,2878+0,0632 \sqrt{X}-0,001691X$	0,91
K	1	$Y=0,1099+0,0258 \sqrt{X}-0,001128X$	0,97	$Y=0,4056+0,0017X-0,000003X^2$	0,73
	2	$Y=0,5721+0,0210 \sqrt{X}-0,000644X$	0,97	Y= n.s.	
	T	$Y=0,1672+0,0468 \sqrt{X}-0,001773X$	0,97	$Y=0,4624+0,0036X-0,000006X^2$	0,77
S	1	$Y=0,1847-0,0015 \sqrt{X}+0,000038X$	0,94	$Y=0,2299+0,1208 \sqrt{X}-0,008503X$	0,94
	2	Y= n.s.		Y= n.s.	
	T	$Y=0,1987+0,636 \sqrt{X}-0,003198X$	0,84	$Y=0,3506+0,1604 \sqrt{X}-0,010744X$	0,91

Obs.: Os coeficientes de determinação, são significativos ao nível de 1% (Teste F.)

QUADRO 30 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor de boro (ppm) na parte aérea (Y).

Trat.	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r ²	Equação	r ²
N	1	Y= n.s.		$Y=25,586-1,3995 \sqrt{X}+0,04660X$	0,91
	2	$Y=16,670+0,4090 \sqrt{X}-0,026488X$	0,33*	Y= n.s.	
P	1	$Y=10,651-0,0429X+0,000099X^2$	0,94	$Y=40,052-3,8751 \sqrt{X}+0,149667X$	0,98
	2	$Y=15,061761-0,0173950X$	0,85	$Y=17,704-0,013083X$	0,58
K	1	$Y=11,026-0,0301X+0,000035X^2$	0,99*	$Y=48,106-3,9047 \sqrt{X}+0,117539X$	0,98
	2	$Y=15,752-0,01003X$	0,70	$Y=6,5670+0,1351X-0,000283X^2$	0,46
S	1	$Y=5,6328+0,0190083X$	0,79	$Y=13,329+1,9502 \sqrt{X}-0,155989X$	0,95
	2	Y= n.s.		Y= n.s.	

Obs.: * Significat. ao nível de 5% de Os demais coeficientes, são signif. ao nível de 1%, (Teste F).

Os autores ainda, classificam a interação entre N e B como sendo sinergista ou antagonista, dependendo de reações específicas de genótipos ou espécies de plantas. Talvez a primeira colocação possa explicar os dados do presente trabalho. Por seu turno, a acumulação de boro na parte aérea total evoluiu, em ambas as espécies, no sentido da matéria seca (Quadros 29 e 30), embora os pontos de maior acúmulo ocorreram em doses próximas ou acima daquelas utilizadas, não coincidindo portanto, com os de máxima produção (4.1.), realçando o papel do teor de boro nesta evolução.

A aplicação de fósforo no solo fez com que os teores de boro na parte aérea do 1º corte, decrescessem até as taxas estimadas de 216 e 167 mg de P/kg de solo para braquiária e colonião, respectivamente. Na rebrota, estes decréscimos foram lineares (Quadros 28 e 30). BARTLETT & PICARELLI (1973) sugerem que a absorção de fósforo e boro pelas plantas siga modelos similares. Já Leal et alii, (1972) citados por KABATA - PENDIAS & PENDIAS (1985) reportam que a absorção e distribuição de P é dependente da concentração de boro, devido o mesmo aumentar a imobilização de P nas raízes. Assim, embora uma reação antagônica entre P e B possa ocorrer, parece que no presente estudo esta não se manifestou (Quadro 28), sendo que os decréscimos verificados na concentração de B não apresentam uma causa aparente. Em relação a acumulação, esta seguiu a matéria seca (Quadros 29 e 3) com o maior acúmulo ocorrendo nas doses estimadas de 272 e 349 mg de P/kg de solo, respectivamente para braquiária e colonião.

O potássio exerceu um efeito depressivo na concentração

de boro na parte aérea das forrageiras em ambos os cortes (Quadro 28 e 30), exceto no colônio que apresentou resposta quadrática positiva no segundo corte. Esta resposta, a exemplo do Ca e Mg no tecido, são devidas a incorporação das doses zero de K na determinação da regressão. No 1º crescimento, os teores foram mínimos nos níveis observado de 400 e estimado de 276 mg de K/kg de solo, respectivamente para braquiária e colônio. Em situação alguma, os teores de boro foram tão altos quanto na dose zero de K (Quadro 28). O efeito antagônico do K sobre o boro é citado por KABATA - PENDIAS & PENDIAS (1985). Os autores salientam que os efeitos do K sobre o conteúdo de boro nas plantas são a exemplo do N, presumivelmente, resultados secundários do incremento no crescimento da planta ou de desordens fisiológicas. CAMARGO & SILVA (1975), já comentavam que a concentração de boro nas folhas poderia ser diminuída por aumentos de K no solo. Também BOYER (1985) expressa que se adubações potássicas pesadas forem feitas, sobretudo em solos arenosos e algum distúrbio fisiológico ocorrer, deve-se imediatamente pensar no antagonismo K - B e neste caso, aplicação de boro solucionaria o problema. No presente trabalho, este feito antagônico talvez esteja ocorrendo somente para braquiária na maior dose de potássio (K₁). Todavia, mesmo nesta dose, é mais provável que a depressão nos teores de boro sejam devidas a efeitos de diluição, visto que a produção de matéria seca observada é praticamente linear (Quadro 28 e 2). Em se tratando da acumulação de B (Quadro 29), esta atingiu seu máximo na parte aérea total, com taxas estimadas correspondentes a 174 e 300 mg de K/kg de solo,

respectivamente para braquiária e colonião.

Já o enxofre, proporcionou no 1º crescimento, variações nos teores de boro, lineares e positivas para braquiária e crescentes até a dose de 40 mg de S/kg de solo para o colonião (Quadros 28 e 30). Na rebrota, o enxofre não influenciou significativamente as concentrações de boro na parte aérea das plantas. Por outro lado, a acumulação, excetuando-se o 2º corte, seguiu a disposição da matéria seca (Quadros 29 e 3) com picos de maior acúmulo nas doses estimadas de 98 e 56 mg de S/kg de solo, para braquiária e colonião, respectivamente.

Em linhas gerais, verifica-se que em todos os ensaios, o colonião apresentou maiores teores de boro nos tecidos, tanto no 1º quanto no 2º crescimento. Em vista deste comportamento, mesmo com menor produção, o colonião acumulou muito mais boro e mostrou ser mais exigente neste nutriente do que a braquiária. O incremento nos teores de boro do 1º para o 2º corte, foram muito mais acentuados na braquiária. Estes dados podem ser explicados pela maior reserva de boro no solo, nos vasos com braquiária, uma vez que sua extração foi muito inferior a do colonião no 1º corte (Quadro 28). Todavia, em ambos os cortes, os teores de boro estão acima de 5,7 ppm citado por KABATA - PENDIAS & PENDIAS (1985) como sendo a faixa média encontrada em gramíneas forrageiras sob condições naturais e de 4 ppm, valor considerado crítico para as mesmas (Jones, 1972 citado pelo CIAT, 1982). No tocante a nutrição dos bovinos, ROSA (1991), não coloca o boro como nutriente essencial à vida animal.

- Teor e acumulação de cobre

A adição de nitrogênio proporcionou no 1º corte, aumentos lineares na concentração de cobre na parte aérea do colonião e basicamente lineares na braquiária uma vez que o ponto de inflexão da curva situou-se fora das doses utilizadas. No 2º corte, os aumentos ocorreram até doses estimadas de 335 e 302 mg de N/kg de solo para braquiária e colonião, respectivamente (Quadros 31 e 33). Estes dados não estão de acordo com a afirmação de CAMARGO & SILVA (1975), de que a aplicação de altas doses de nitrogênio ao solo reduzem as concentrações de cobre nas folhas. Também KABATA - PENDIAS & PENDIAS (1985) expressam que altos níveis de N podem causar facilmente sintomas de deficiência de Cu como resultado de incremento no crescimento da planta. Por outro lado, salientam, que devido a formação de proteínas fortemente complexadas com cobre, estes elementos se encontram altamente relacionados na parte aérea de várias espécies de plantas. Assim, a formação deste tipo de proteínas talvez tenha contribuído para os efeitos benéficos do N sobre a concentração de Cu neste estudo. Já a acumulação de Cu seguiu a mesma tendência da matéria seca (exceto braquiária 1º corte), mostrando pouca influência dos teores neste comportamento (Quadros 32 e 3). Considerando a parte aérea total, o máximo acúmulo ocorreu nos pontos estimados correspondentes a 475 e 450 mg de N/kg de solo para braquiária e colonião, respectivamente.

QUADRO 31 - Teor (ppm) e acumulação (mg/vaso) de cobre na parte aérea da braquiária e colonião em função de doses crescentes de N, P, K e S aplicadas ao solo.

Trat.	Braquiária					Colonião				
	1º corte		2º corte		total	1º corte		2º corte		total
	teor	acum.	teor	acum.	acum.	teor	acum.	teor	acum.	acum.
No	6,6	0,06	9,3	0,03	0,09	6,7	0,05	9,9	0,03	0,08
N1	8,1	0,23	8,5	0,09	0,32	7,9	0,20	9,2	0,09	0,29
N2	8,9	0,30	9,2	0,12	0,42	7,1	0,21	10,2	0,15	0,36
N3	8,5	0,30	9,7	0,17	0,47	8,1	0,23	12,7	0,18	0,41
N4	9,2	0,30	7,8	0,20	0,50	8,2	0,24	10,0	0,22	0,46
Po	12,2	0,05	12,7	0,11	0,16	16,8	0,05	15,9	0,11	0,16
P1	14,3	0,46	7,8	0,18	0,64	11,3	0,34	8,5	0,17	0,51
P2	12,2	0,43	8,3	0,18	0,61	7,5	0,25	9,6	0,18	0,43
P3	8,2	0,29	10,1	0,18	0,47	8,2	0,28	11,9	0,16	0,44
P4	13,0	0,44	10,3	0,20	0,64	11,4	0,33	14,0	0,22	0,55
Ko	15,2	0,15	17,3	0,06	0,21	16,1	0,12	0	0	0,12
K1	9,9	0,24	12,4	0,13	0,37	10,9	0,23	14,8	0,14	0,37
K2	9,2	0,30	12,6	0,18	0,48	9,4	0,26	11,7	0,16	0,42
K3	8,2	0,29	10,1	0,18	0,47	8,2	0,26	12,1	0,18	0,44
K4	9,1	0,36	10,6	0,19	0,55	6,8	0,25	13,9	0,25	0,50
So	6,5	0,13	10,0	0,05	0,18	8,0	0,13	14,1	0,09	0,22
S1	8,6	0,32	9,0	0,13	0,45	7,8	0,27	11,3	0,15	0,42
S2	8,6	0,30	9,0	0,15	0,45	7,6	0,26	10,8	0,16	0,42
S3	8,1	0,28	10,0	0,17	0,45	8,0	0,25	12,1	0,17	0,42
S4	12,6	0,42	9,0	0,17	0,59	9,2	0,29	9,8	0,16	0,45

QUADRO 32 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e cobre acumulado (mg/vaso) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.

Trat.	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r ²	Equação	r ²
N	1	Y=0,0594+0,0241X-0,000549X ²	0,99	Y=0,0697+0,0011X-0,000001X ²	0,92
	2	Y=0,0470+0,0003468X	0,95	Y=0,0324+0,0007X-0,0000006X ²	0,99
	T	Y=0,1125+0,0019X-0,000002X ²	0,98	Y=0,1022+0,0018X-0,000002X ²	0,98
P	1	Y=0,738+0,0448X-0,001391X ²	0,72	Y=0,0685+0,0271X-0,000741X ²	0,85
	2	Y=0,1144+0,0084X-0,000220X ²	0,94	Y=0,136038+0,0001887X	0,73
	T	Y=0,1882+0,0533X-0,001612X ²	0,77	Y=0,1907+0,0336X-0,000862X ²	0,81
K	1	Y=0,1501+0,0158X-0,000284X ²	0,96	Y=0,1236+0,0197X-0,000675X ²	0,99
	2	Y=0,0625+0,0140X-0,000378X ²	0,98	Y=0,0067+0,0182X-0,000314X ²	0,96
	T	Y=0,2127+0,0298X-0,000662X ²	0,97	Y=0,1304+0,0380X-0,000990X ²	0,98
S	1	Y=1516+0,0286X-0,000769X ²	0,80	Y=1370+0,0280X-0,001315X ²	0,88
	2	Y=0,0713+0,023X-0,000011X ²	0,88	Y=0,9029+0,0170X-0,000914X ²	0,99
	T	Y=0,204+0,0521X-0,001894X ²	0,90	Y=0,2256+0,0468X-0,002396X ²	0,95

Obs.: Os coeficientes de determinação, são significativos ao nível de 1% (Teste F).

QUADRO 33 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor de cobre (ppm) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.

Trat.	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r ²	Equação	r ²
N	1	Y=6,6201+0,1979X-0,003922X ²	0,94	Y=7,066306+0,0025198X	0,54
	2	Y=33,517+2,3365X-0,063812X ²	0,99	Y=9,2078+0,0133X-0,000022X ²	0,34*
P	1	Y=13,785-0,0263X+0,000052X ²	0,32	Y=16,353-0,0718X+0,000136X ²	0,94
	2	Y=12,433-0,6510X+0,0268X ²	0,79	Y=15,5587-1,077X+0,048630X ²	0,86
K	1	Y=15,189-0,9419X+0,032026X ²	0,99	Y=16,1909-0,8590X+0,019868X ²	0,99
	2	Y=17,269-0,7772X+0,021968X ²	0,96	Y=4,3998+0,0860X-0,000159X ²	0,50
S	1	Y=6,981250+0,0319125X	0,81	Y=7,636250+0,0084625X	0,74
	2	Y= n.s.	0,88	Y=13,834-0,4892X+0,016149X ²	0,74

Obs.: * Significativo ao nível de 5%. Os demais coeficientes, são significativo ao nível de 1% (Teste F).

Ao contrário do nitrogênio, a aplicação de fósforo levou a uma diminuição quadrática no 1º corte e raiz quadrada no 2º corte, nos teores de cobre nos tecidos da braquiária e colonião (Quadros 31 e 33). As menores concentrações foram obtidas com as doses estimadas de 253 e 147 mg P/kg de solo para braquiária e 264 e 122 mg de P/kg de solo para o colonião, respectivamente para 1º e 2º corte. De acordo com CAMARGO & SILVA (1975), KABATA - PENDIAS & PENDIAS (1985) e MALAVOLTA et alii (1991), doses pesadas de fósforo poderão causar uma depressão nos teores de cobre a tal ponto que deficiências deste elemento poderão ocorrer. Os penúltimos autores salientam, que o antagonismo P - Cu pode ocorrer no meio radicular onde o fosfato tem uma forte tendência para reter Cu. Este comportamento não foi observado no presente estudo, nem na raiz (dados não apresentados) nem na parte aérea (Quadro 31), sendo que as oscilações nos teores de Cu podem ser atribuídas a efeitos de diluição. Por outro lado, a acumulação de cobre evoluiu de modo geral, na mesma direção da produção (Quadros 32 e 3), indicando uma pequena influência dos teores nesta tendência.

Também a adição de potássio promoveu curvas inversas para os teores de Cu no 1º crescimento (Quadros 31 e 33), com decréscimos até os níveis estimados de 216 e 467 mg de K/kg de solo para braquiária e colonião, respectivamente. Na rebrota, a braquiária apresentou concentração mínima de Cu na dose estimada de 312 mg de K/kg de solo, enquanto o colonião devido a incorporação do nível K₁ na regressão, apresentou uma tendência oposta. Dado o comportamento da matéria seca (Quadro 3), verifica-se que as

variações nos teores de cobre ocorreram em sentido contrário, caracterizando em parte um efeito de diluição, o qual, segundo KABATA - PENDIAS & PENDIAS (1985), é o principal responsável pelos baixos conteúdos de Cu em plantas. Em relação a acumulação, observa-se que os teores de Cu exerceram certa influência na sua tendência, embora seguisse a mesma direção da matéria seca, visto que os pontos de inflexão das curvas de resposta foram bem diferentes.

No experimento com enxofre, a aplicação dos tratamentos proporcionou aumentos lineares nos teores de cobre em ambas as espécies no 1º crescimento, enquanto que na rebrota, não exerceu efeitos significativos na braquiária e deprimiram a concentração no colônio até a dose estimada de 229 mg de S/kg de solo (Quadros 31 e 33). Por seu turno, a acumulação de cobre acompanhou a produção de matéria seca (Quadros 32 e 3), reafirmando assim, a importância desta, na determinação daquele parâmetro.

Analisando os quatro experimentos conjuntamente, observa-se que a acumulação de Cu na parte aérea total foi superior na braquiária, refletindo a maior produção desta em relação ao colônio. Para os teores, praticamente não houve diferenças no 1º corte enquanto que na rebrota apesar das duas espécies tenderem a incrementar seus teores, o colônio apresentou valores superiores, o que se explica pelo efeito de concentração, já que o seu crescimento foi menor. Em todos os tratamentos (exceto o K₀), os teores de cobre encontrados nestes capins foram suficientes para suprir as exigências das plantas (5 ppm de Cu na matéria seca, de

acordo com Jones 1972 citado pelo CIAT, 1982) e dos bovinos em pastejo (4 ppm segundo NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1976).

- Teor e acumulação de ferro

Observa-se nos Quadros 34 e 36 que a adição de doses crescentes de nitrogênio alterou, no 1º corte, de forma linear e positiva as concentrações de ferro na parte aérea da braquiária e aumentou até a dose estimada de 122 mg de N/kg de solo no colônio. No 2º corte houve tendência contrária, com a braquiária tendo seus teores incrementados até a dose de 290 mg de N/kg de solo e o colônio apresentando aumentos lineares. Com exceção do nível N, no colônio, os demais tratamentos sempre proporcionaram maiores teores de Fe do que o nível zero de N. Assim, os dados parecem confirmar em parte KABATA - PENDIAS & PENDIAS (1985), que atestaram a existência de uma interação sinérgica entre o N e o Fe, embora ressaltassem que as causas ainda não estão bem esclarecidas. No que diz respeito a acumulação (Quadro 25), verifica-se que os teores de ferro nos tecidos influenciaram no estabelecimento das tendências deste parâmetro, visto que esta não está estreitamente associado a matéria seca (Quadro 3).

A aplicação do fósforo por seu turno, causou no 1º corte, um decréscimo nos teores de ferro nos tecidos da braquiária e colônio até as doses estimadas de 205 e 311 mg de P/kg de solo, respectivamente. Nota-se que ao contrário do N, a adição do fósforo reduziu no 1º crescimento os teores de ferro em relação ao nível

QUADRO 34 - Teor (ppm) e acumulação (mg/vaso) de ferro na parte aérea da braquiaria e colonião em função de doses crescentes de N,P, K e S aplicadas ao solo.

Trat.	Braquiária					Colonião				
	1º corte		2º corte		total	1º corte		2º corte		total
	teor	acum.	teor	acum.	acum.	teor	acum.	teor	acum.	acum.
No	6,7	0,6	101	0,3	0,9	125	1,0	98	0,3	1,3
N1	120	3,4	289	3,0	6,4	160	4,0	166	1,6	5,6
N2	104	3,4	331	4,4	7,8	187	5,5	127	1,9	7,4
N3	151	5,2	334	5,7	10,9	118	3,3	209	3,0	6,3
N4	218	7,1	238	6,4	13,5	134	3,8	221	4,8	8,6
Po	256	1,0	92	0,8	1,8	248	0,8	139	1,0	1,8
P1	126	4,0	163	3,7	7,7	89	2,7	180	3,7	6,4
P2	120	4,3	209	4,4	8,7	147	4,9	175	3,2	8,1
P3	146	5,2	335	6,2	11,4	123	4,1	213	3,2	8,1
P4	144	4,9	264	4,5	9,4	95	2,7	161	2,5	5,2
Ko	167	1,6	326	1,1	2,7	209	1,6	0	0,0	1,6
K1	85	2,1	368	4,0	6,1	122	2,5	291	2,7	5,2
K2	88	2,9	340	4,8	7,6	121	3,4	185	2,5	5,9
K3	149	5,3	336	5,9	11,2	120	3,8	213	3,1	6,9
K4	140	5,5	310	5,6	11,1	103	3,8	148	2,7	6,5
So	146	3,0	316	1,7	4,7	107	1,7	169	1,0	2,7
S1	116	4,3	251	3,8	8,1	101	3,4	143	1,9	5,3
S2	143	5,1	217	3,7	8,8	210	7,1	132	2,0	9,1
S3	149	5,1	329	5,7	10,8	120	3,8	212	3,0	6,8
S4	219	7,2	152	2,7	9,9	98	3,1	154	2,4	5,5

QUADRO 35 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e ferro acumulado (mg/vaso) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.

Trat.	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r ²	Equação	r ²
N	1	$Y=0,9619+0,0172X-0,000010X^2$	0,95	$Y=1,0284+0,4795 \sqrt{X}-0,016394X$	0,79
	2	$Y=0,4511+0,0262X-0,000029X^2$	0,99	$Y=0,4485+0,0086459X$	0,98
	T	$Y=1,4131+0,0434X-0,000039X^2$	0,98	$Y=1,4223+0,4937 \sqrt{X}-0,008330X$	0,94
P	1	$Y=1,3512+0,0278X-0,000044X^2$	0,92	$Y=0,8872+0,00302X-0,000058X^2$	0,89
	2	$Y=0,9433+0,0363X-0,000062X^2$	0,96	$Y=1,1085+0,3684 \sqrt{X}-0,014686X$	0,88
	T	$Y=2,2945+0,0642X-0,000107X^2$	0,95	$Y=1,7303+0,8809 \sqrt{X}-0,033700X$	0,97
K	1	$Y=1,2544+0,0247X-0,000035X^2$	0,94	$Y=1,6828+0,0183X-0,000032X^2$	0,97
	2	$Y=1,6891+0,0369X-0,000068X^2$	0,93	$Y=0,0808+0,4256 \sqrt{X}-0,014862X$	
	T	$Y=2,9435+0,0617X-0,000103X^2$	0,99	$Y=1,5778+0,6599 \sqrt{X}-0,020547X$	0,99
S	1	$Y=3,5902+0,0229292X$	0,91	$Y=2,4075+0,0748X-0,000450X^2$	0,41
	2	$Y=1,7657+0,0852X-0,000493X^2$	0,90	$Y=1,0658+0,0365X-0,000175X^2$	0,95
	T	$Y=5,1930+0,1168X-0,000546X^2$	0,95	$Y=2,5806+1,2807 \sqrt{X}-0,0828897X$	0,75

Obs.: Os coeficientes de determinação, são significativos ao nível de 1% de (Teste F).

QUADRO 36 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor de ferro (ppm) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.

Trat.	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r ²	Equação	r ²
N	1	$Y=70,308382+0,2811225X$	0,91	$Y=126,19+6,6174 \sqrt{X}-0,2995X$	0,41
	2	$Y=119,90+1,6245X-0,002801X^2$	0,94	$Y=112,6097+0,23489X$	0,73
P	1	$Y=251,65-18,141 \sqrt{X}+0,633636X$	0,92	$Y=238,77-15,539 \sqrt{X}+0,440243X$	0,76
	2	$Y=76,509+1,4992X-0,002375X^2$	0,89	$Y=139,52+0,50777X-0,001017X^2$	0,83
K	1	$Y=132,58-0,2342+0,000670X^2$	0,14	$Y=183,56-0,6486X+0,001143X^2$	0,69
	2	$Y=326,42+5,9650 \sqrt{X}-0,347513X$	0,76	$Y=82,133+1,6102X-0,003678X^2$	0,39
S	1	$Y=145,71-10,266 \sqrt{X}+1,266680X$	0,95	$Y=110,64+1,2126X-0,008273X^2$	0,30
	2	$Y=272,40+0,5600X-0,007781X^2$	0,48	$Y=145,63+0,7183X-0,003915X^2$	0,15

Obs.: Os coeficientes de determinação, são significativos ao nível de 1% (Teste F).

zero (Quadros 34 e 36). Gallo et alii (1972) citado por BATAGLIA (1991) verificaram que o uso contínuo de fertilizantes fosfatado em milho, provocou uma sensível redução nos teores de ferro na planta. Segundo KABATA - PENDIAS & PENDIAS (1985), a interação P - Fe ocorre geralmente tanto no metabolismo da planta quanto no solo. A afinidade dos íons Fe^{+3} e $H_2PO_4^-$ é grande e deste modo a precipitação de $FePO_4 \cdot 2H_2O$ pode ocorrer facilmente. Contudo, neste trabalho, embora tenha havido uma queda nos teores de Fe no 1º corte pela aplicação de fósforo não parece que um efeito antagônico esteja se manifestando, já que o teor de ferro na dose de P_1 é maior que na dose P_2 . No segundo corte porém, as respostas confirmam a afirmação de CAMARGO & SILVA (1975) que os teores de Fe nas folhas são aumentados pela elevação do nível de fósforo no solo, apesar da tendência de queda constatada no maior nível de P (Quadro 34). Quanto a acumulação, pelos Quadros 35 e 36, constata-se que os teores interferiram na tendência estabelecida, especialmente na braquiária. O maior acúmulo na parte aérea total ocorreu nas taxas estimadas de 300 e 171 mg de P/kg de solo para braquiária e colonião, respectivamente.

A adição de níveis crescentes de potássio ao solo propiciou respostas muito semelhantes àquelas do fósforo, ou seja, depressão nos teores de ferro no 1º crescimento até os pontos correspondentes as doses estimadas de 175 e 284 mg de K/kg de solo e acréscimos na rebrota, até as doses de 74 e 219 mg de K/kg de solo, respectivamente, para braquiária e colonião (Quadros 34 e 36).

A exemplo do P, o nível zero de K apresentou maiores teores de Fe em relação as plantas que receberam os demais tratamentos. De acordo com BOYER (1985) existe um efeito sinérgico entre K e Fe, sendo que deficiências em potássio poderão gerar carências em Fe. Também MALAVOLTA (1980) expressa que deficiências de K em gramíneas poderão causar um acúmulo de Fe nos nós da base da planta de modo que as folhas mais novas mostram sintomas de carência de ferro. Por outro lado, Hartt (1934) citado por MASCARENHAS (1977) afirma que o efeito do íon potássio tem ação inversa na absorção de Fe pelas plantas. Um teor muito alto de potássio poderia determinar deficiência de Fe, porque a absorção em excesso deste elemento reduz a absorção do Fe. Todavia, nenhuma das colocações acima parece fazer sentido neste ensaio. No primeiro corte, devido a associação inversa entre as curvas de concentração de Fe e de produção de matéria seca (Quadros 34 e 3), pode-se dizer que os efeitos de diluição e concentração ocorreram. Na rebrota, aparentemente não houve relações definidas para explicar as tendências estabelecidas. Em termos de acumulação, verifica-se que esta aproximou-se daquela observada nos tratamentos com fósforo (Quadro 35), podendo-se utilizar a mesma justificativa, isto é, os teores do elemento foram os determinantes da tendência observada. Os pontos de máxima acumulação de Fe na parte aérea total da braquiária e colonião, corresponderam as doses estimadas de 299 e 258 mg de K/kg de solo, respectivamente.

Em relação ao enxofre, verifica-se que este propiciou respostas distintas para os capins no 1º corte. Na braquiária, os teores de Fe decresceram até a dose estimada de 16 mg de S/kg de

solo e no colônio os teores aumentaram até o nível de 73 mg de S/kg de solo. Na rebrota, os incrementos de Fe no tecido ocorreram até as doses de 36 e 92 de S/kg de solo para braquiária e colônio, respectivamente (Quadros 34 e 36). KABATA - PENDIAS & PENDIAS (1985) expressaram que a interação S - Fe pode ser tanto sinérgica quanto antagônica. Salientam ainda, que parece ser errada a informação de que em solos com baixos níveis de S poderia haver uma depressão na absorção de Fe, enquanto que um alto conteúdo de S também poderia resultar em baixa disponibilidade de Fe, dependendo do ambiente solo. Devido os baixos ajustes observados neste ensaio (Quadro 36), fica difícil tirar qualquer conclusão segura a respeito da influência do S sobre os teores de Fe no tecido. No tocante a acumulação, observa-se que os teores do elemento influenciaram este parâmetro, visto que não seguiram a disposição da matéria seca (Quadros 35 e 3). Na parte aérea total, o máximo acúmulo ocorreu nos níveis de 107 e 53 mg de S/kg de solo, respectivamente para braquiária e colônio.

Observa-se uma visão dos quatro ensaios, que houve uma tendência de acréscimo nos teores de Fe do 1º para o 2º corte em ambas as espécies, sendo porém, mais pronunciados na braquiária. Este comportamento não pode ser atribuído a um efeito de concentração, visto que a produção de colônio foi menor. Talvez os maiores teores de manganês constatados no colônio (Quadro 37), possam explicar suas menores concentrações de Fe, já que o antagonismo Fe Mn está bem esclarecido (BATAGLIA, 1991). Considerando a faixa crítica de 50 a 70 ppm de Fe na parte aérea como adequada

para a nutrição de gramíneas forrageiras (McNaught, 1970 citado por REID & JUNG, 1974), verifica-se que os dois capins estudados tiveram suas exigências atendidas. Também os bovinos em pastejo teriam suas exigências em Fe atendidas tanto no que se refere a exigência quanto na toxidez, que segundo o NATIONAL' RESEARCH COUNCIL (1976) são de 10 e 400 ppm de Fe na matéria seca da forragem respectivamente.

- Teor e acumulação de manganês

Os teores de manganês no experimento com N variaram segundo o modelo quadrático (Quadros 37 e 39) com os pontos máximos sendo atingidos com as doses estimadas de 357 e 315 mg de N/kg de solo na braquiária e 434 e 324 mg de N/kg de solo no colonião, respectivamente, para 1^o e 2^o corte. No 1^o corte, os maiores teores de Mn ocorreram muito próximos do ponto de inflexão das curvas de produção (discutido em 4.1.), indicando que estes dois parâmetros estão estreitamente associados. Assim, poderia se pensar que o nitrogênio influencia a absorção de Mn na medida que estimula o crescimento das plantas. Contudo, as respostas quadráticas dos teores de Mn e lineares da produção no 2^o corte (Quadros 39 e 2), discordam da suposição acima, tornando difícil qualquer conclusão ou inferência. Já a acumulação, evolui de modo semelhante a produção no 1^o e 1^o + 2^o cortes (Quadros 38 e 3), com o acúmulo máximo da parte aérea total ocorrendo nas doses estimadas de 439 e 411 mg de N/kg de solo, para braquiária e colonião, respectivamente. No 2^o corte, a

QUADRO 37 - Teor (ppm) e acumulação(mg/vaso) de manganês na parte aérea da braquiária e colonião em função de doses crescentes de N, P, K e S aplicadas ao solo.

Trat.	Braquiária					Colonião				
	1º corte		2º corte		total	1º corte		2º corte		total
	teor	acum.	teor	acum.	acum.	teor	acum.	teor	acum.	acum.
No	305	3	652	2	5	683	5	2078	7	12
N1	577	16	2228	23	39	628	16	2483	25	41
N2	733	24	2548	34	58	740	22	2292	59	81
N3	765	26	3048	58	84	1019	29	5488	79	108
N4	738	24	2306	61	85	858	24	3578	78	102
Po	758	3	1428	13	16	759	2	1611	11	13
P1	570	18	2034	47	65	570	17	1875	39	56
P2	662	24	2071	44	68	662	23	2802	51	74
P3	760	27	2439	63	90	751	34	5391	74	108
P4	867	30	2022	35	65	867	39	4899	76	115
Ko	972	9	3050	11	20	1241	9	0	0	9
K1	714	18	2466	27	45	1342	28	4650	44	72
K2	655	21	2560	36	57	1182	33	4100	55	88
K3	760	27	2433	61	88	1014	32	5430	79	111
K4	694	27	2317	42	69	991	37	4358	79	116
So	547	11	1831	10	21	675	11	1090	7	18
S1	739	27	2189	33	60	1028	35	4031	53	88
S2	958	34	2267	38	72	933	31	4427	67	98
S3	757	26	3428	59	85	1016	32	5426	76	108
S4	675	22	1933	34	56	1118	35	4500	70	105

QUADRO 38 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e manganês acumulado (mg/vaso) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.

Trat.	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r ²	Equação	r ²
N	1	$Y=3,3809+0,1414X-0,000200X^2$	0,99	$Y=4,754+0,1367X-0,000191X^2$	0,96
	2	$Y=1,1614+0,2400X-0,000233X^2$	0,97	$Y=2,3698+0,3626X-0,000451X^2$	0,96
	T	$Y=4,5423+0,3814X-0,000434X^2$	0,99	$Y=6,9453+0,4993X-0,000606X^2$	0,97
P	1	$Y=4,5608+0,1583X-0,000228X^2$	0,97	$Y=2,1114+0,1946X-0,000248X^2$	0,99
	2	Y= n. s.		$Y=11,263+0,3830X-0,000530X^2$	0,98
	T	$Y=20,573+0,5086X-0,000912X^2$	0,92	$Y=13,378+0,5576X-0,000778X^2$	0,98
K	1	$Y=60,059+0,1322X-0,000223X^2$	0,99	$Y=9,9459+3,0184 \sqrt{X}-0,084024X$	0,97
	2	$Y=9,3613+0,3953X-0,000779X^2$	0,97	$Y=6,7149+0,5903X-0,001028X^2$	0,96
	T	$Y=19,300+0,5289X-0,001005X^2$	0,98	$Y=21,077+0,77072X-0,001344X^2$	0,93
S	1	$Y=11,742+5,1459 \sqrt{X}-0,348414X$	0,89	$Y=17,690+0,3922X-0,001797X^2$	0,59
	2	$Y=10,576+1,0302X-0,005490X^2$	0,96	$Y=16,324+1,4044X-0,006728X^2$	0,89
	T	$Y=27,076+1,3998X-0,007623X^2$	0,94	$Y=18,586+18,949 \sqrt{X}-0,958319XX$	0,99

Obs.: Os coeficientes de determinação, são significativos ao nível de 1% (Teste F).

QUADRO 39 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor de manganês (ppm) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.

Trat.	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r ²	Equação	r ²
N	1	$Y=319,84+2,7439X-0,003845X^2$	0,98	$Y=613,20+1,3250X-0,001525X^2$	0,55
	2	$Y=687,26+16,052X-0,025520X^2$	0,96	$Y=1618,0+19,266X-0,029760X^2$	0,79
P	1	Y= n. s.		Y= n. s.	
	2	$Y=1315,89+12,388X-0,023556X^2$	0,69	$Y=1104,3+20,273X-0,025557X^2$	0,81
K	1	$Y=871,46-1,7652X+0,003430X^2$	0,41	$Y=131,8-1,6197X+0,001967X^2$	0,78
	2	$Y=2267,23+3,871X-0,011351X^2$	0,26	$Y=1043,7+734,98 \sqrt{X}-26,1637X^2$	0,94
S	1	$Y=255,71+157,45 \sqrt{X}-10,009000X$	0,92	$Y=770,83+5,3878X-0,020592X^2$	0,67
	2	$Y=1727,1+26,451 \sqrt{X}-0,155951X$	0,86	$Y=1054,5+873,96 \sqrt{X}-46,90670X$	0,98

Obs.: Os coeficientes de determinação, são significativos ao nível de 1% (Teste F).

influência dos teores de Mn ficaram bem evidentes na tendência seguida pela acumulação.

Embora a aplicação de fósforo não tenha afetado significativamente os teores de Mn no 1º corte (Quadro 39), pelo Quadro 37 observa-se que houve uma tendência bem definida de aumento nesses teores. A queda nas concentrações de Mn nas doses P₁ e P₂ em ambas as espécies, deve-se ao efeito de diluição, devido aos maiores incrementos de matéria seca, que ocorreram justamente com estes níveis. Isto fica bem claro quando se observa a acumulação de Mn neste corte. A elevação do nível de fósforo no solo, principalmente através de superfosfatos concentrados (super triplo), pode aumentar os teores de Mn na planta (CAMARGO & SILVA, 1975; LE MARE, 1977a e BOYER, 1985) devido ao sinergismo existente entre fósforo e manganês (LE MARE, 1977b). De acordo com KABATA -PENDIAS & PENDIAS (1985), a interação de P e Mn pode estar ligada ao antagonismo P - Fe ou relacionada a ambos: variação na solubidade fosfato Mn no solo e influência do Mn sobre reações metabólicas do P. A queda na concentração de Mn na rebrota por ocasião da aplicação da maior dose de fósforo (P₂) é um fato bastante atípico e sem razão aparente. Talvez o mais elevado teor de Ca neste tratamento (Quadro 22) ajude elucidar esta queda, já que BOYER (1985) expressa que o melhor meio de impedir a toxicidade de Mn após adubação fosfatada pesada, consiste em utilizar o antagonismo Ca - Mn. No que tange a acumulação, os teores de Mn tiveram participação relativa mais acentuada que a matéria seca (Quadros 38 e 3).

A braquiária e o colonião alcançaram seus picos de acumulação com as doses estimadas de 279 e 358 mg de P/kg do solo, respectivamente.

No 1º corte, houve uma queda nos teores de Mn nos tecidos da braquiária e colonião pela adição das doses de potássio, sendo que as menores concentrações foram estimada e observada com as doses de 257 e 400 mg de K/kg de solo respectivamente (Quadros 37 e 39). Nota-se que na braquiária, mesmo após a inflexão, os teores de Mn continuaram bem abaixo do tratamento zero de K. Este decréscimo do teor de manganês na planta, pode ser atribuído a uma resultante dos efeitos de diluição e do antagonismo K - Mn conforme discutido em 4.2.. No 2º crescimento, a tendência foi contrária, com o potássio aumentando os teores de Mn no tecido até as doses estimadas de 170 e 197 mg de K/kg de solo, respectivamente para braquiária e colonião. Este incremento se explica pela menor disponibilidade de potássio nas doses mais baixas de K, visto que não foi feita adubação de reposição após o 1º corte. Já a queda após os pontos de inflexão indicam que nas maiores doses, o efeito residual do K foi suficiente para exercer um efeito antagônico sobre o Mn. No que diz respeito a acumulação, esta obedeceu em linhas gerais, a mesma tendência da matéria seca, com os pontos de máximo acúmulo na matéria seca total da parte aérea correspondentes as taxas estimadas de 263 e 287 mg de K/kg de solo, respectivamente para braquiária e colonião.

A exceção do colonião no 1º crescimento, os teores de Mn em função das doses de enxofre, foram bem representadas pelo modelo

raiz quadrada, cujos pontos de máximo teor foram obtidos pelas doses estimadas de 62 e 85 mg de S/kg de solo para braquiária e 130 e 86 mg de S/kg de solo para colonião, respectivamente no 1º e 2º cortes (Quadros 37 e 39). Não se encontrou nenhum trabalho, mostrando comportamento similar. Aliás, a única referência encontrada da relação entre S e Mn foi que a deficiência de manganês poderia ser corrigida pela aplicação de S ou tiosulfato, tratamentos que aumentariam a concentração do íon bivalente Mn, devido a oxidação do S elementar causar a solubilidade de minerais do solo (MASCARENHAS, 1977 e ALEXANDER, 1977), o que não se aplica neste caso. Possivelmente, o enxofre atua indiretamente sobre o Mn, através de sua ação sobre a concentração de outros elementos que interagem com o manganês, como o Fe, P, Si, K, Ca, Mg e N. Em termos de acumulação, embora a tendência fosse semelhante à matéria seca (Quadros 38 e 3) a influência dos teores de Mn se fez presente, já que os picos de acumulação na parte aérea total ocorreram nas doses estimadas de 92 e 98 mg de S/kg de solo, respectivamente para braquiária e colonião.

Considerando todos os experimentos, verifica-se que tanto o teor quanto o acúmulo de Mn foram maiores no colonião que na braquiária, mostrando que esta é muito mais exigente ou eficiente na absorção deste elemento, já que ambas as espécies apresentam os altos valores. A elevação nos teores de Mn no 1º para o 2º corte pode ser atribuída a menor disponibilidade de cátions por ocasião da rebrota, especialmente o potássio (Quadro 16), conforme discutido em 4.2., além de um efeito de concentração. Como os

teores considerados adequados para nutrição de gramíneas forrageiras variam entre 25 e 35 ppm (McNaught, 1970 citado por REID & JUNG, 1974), constata-se que estes são muito inferiores aos observados no presente trabalho. Embora não tenham surgido sintomas de deficiência de Fe, que é a primeira característica da toxidez de Mn, é bem provável que muitas reações bioquímicas tenham sido afetadas por estes altos teores do elemento especialmente do 2º corte. No 1º corte, apesar de alto, não parecem ter afetado o crescimento das plantas. FERRARI NETO (1991) neste mesmo solo, também verificou teores elevados de Mn na parte aérea da braquiária e colonião e inferiu que estas espécies eram tolerantes a altos níveis deste elemento. GAVILLON & QUADROS (1973) analisando 154 amostras de forrageiras nativas do Rio Grande do Sul encontraram o máximo de frequência entre 301 e 400 ppm de Mn. TRINDADE & CALHEIRO (1990) citam Abrahão & Ritter (1985) os quais registraram valores de 425 a 610 ppm no período de verão e de 518 a 645 ppm de Mn no inverno em pastagens nativas dos Campos de Lages - SC. Assim, parece que altos níveis de Mn em pastagens não são tão anormais. Considerando-se que as exigências de manganês estão em torno de 20 ppm, em base seca, para bovinos em pastejo (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1976), os valores encontrados no presente estudo, excedem bastante os limites necessários para a alimentação dos animais.

- Teor e acumulação de zinco

O comportamento dos teores de zinco em função das doses

de nitrogênio foi muito semelhante entre as espécies (Quadros 40 e 42), com incrementos ocorrendo até as doses estimadas de 480 e 313 mg de N/kg de solo para a braquiária e 500 e 305 mg de N/kg de solo para o colonião, respectivamente, para 1^o e 2^o cortes. Estas altas respostas a N concordam Viets Jr. et alii (1957) citados por SOUZA & FERREIRA (1991), onde concluíram que o uso de adubos nitrogenados aumenta o aproveitamento do zinco originário do solo ou aplicado como fertilizante. Salientam os autores, que devido o poder acidificante dos adubos nitrogenados, o aproveitamento do Zn será dependente da fonte de N utilizada, sendo que os adubos que mais acidificam o solo, liberam mais zinco. Olsen (1972) citado por KABATA - PENDIAS & PENDIAS (1985), também reporta um aumento de zinco na parte aérea de plantas, devido o zinco se ligar a proteínas e aminoácidos nos tecidos radiculares. Esse tipo de ligação talvez explique o porque dos teores de zinco nas raízes (dados não apresentados), embora tenham seguido a mesma tendência dos teores na parte aérea, apresentassem valores bastante superiores a estes, especialmente no colonião. Em relação a acumulação de zinco, constata-se que esta evoluiu de acordo com o comportamento da matéria seca, mostrando pouca influência dos teores (Quadros 41 e 3), tendo seus pontos de máximo acúmulo na matéria seca total da parte aérea, correspondentes as doses estimadas em torno de 475 mg de N/kg de solo em ambas as espécies.

A adição de doses crescentes de fósforo ao solo, proporcionou decréscimos nos teores de zinco até as doses estimadas de 319 e 227 mg de P/kg de solo para o colonião e 142 e 305 mg de

QUADRO 40 - Teor (ppm) e acumulação (mg/vaso) de zinco na parte aérea da braquiária e colonião e do colonião em função de doses crescentes de N, P, K, e S aplicadas ao solo.

Trat.	Braquiária					Colonião				
	1º corte		2º corte		total	1º corte		2º corte		total
	teor	acum.	teor	acum.	acum.	teor	acum.	teor	acum.	acum.
No	22,9	0,2	33,5	0,1	0,3	18,3	0,1	47,6	0,2	0,3
N1	45,3	1,3	50,3	0,5	1,8	19,8	0,5	53,4	0,5	1,0
N2	51,9	1,7	54,5	0,7	2,4	25,4	0,7	63,2	0,9	1,6
N3	54,5	1,9	54,2	0,9	2,8	31,8	0,9	70,7	1,0	1,7
N4	65,1	2,1	54,0	1,3	3,4	32,9	0,9	57,2	1,2	2,1
Po	86,9	0,3	90,8	0,8	1,1	53,1	0,2	104,0	0,7	0,9
P1	69,5	2,2	47,2	1,1	3,3	29,6	0,9	50,1	1,0	1,9
P2	53,0	1,9	45,8	1,0	2,9	29,3	1,0	54,8	1,0	2,0
P3	54,3	1,9	55,2	1,0	1,9	30,9	1,0	70,0	1,0	2,0
P4	53,3	1,8	49,9	0,9	2,7	43,7	1,2	57,8	0,9	2,1
Ko	75,8	0,7	131	0,47	1,2	56,8	0,4	0	0,0	0,4
K1	42,0	1,0	59	0,64	1,6	43,1	0,9	85,7	0,8	1,7
K2	50,5	1,6	52	0,74	2,3	27,9	0,8	66,5	0,9	1,7
K3	53,7	1,9	55	0,97	2,9	31,1	1,0	70,4	1,0	2,0
K4	52,9	2,1	50	0,91	3,0	29,4	1,1	59,8	1,1	2,2
So	42,9	0,9	93	0,50	1,4	30,8	0,5	95,0	0,6	1,1
S1	50,3	1,9	49	0,75	2,6	28,1	0,9	63,8	0,8	1,7
S2	64,9	2,3	44	0,75	3,0	28,1	0,9	57,2	0,9	1,8
S3	54,6	1,9	54	0,94	2,8	31,1	1,0	69,8	1,0	2,0
S4	60,4	2,0	46	0,82	2,8	31,5	1,0	61,8	1,0	2,0

QUADRO 41 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e zinco acumulado (mg/vaso) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.

Trat.	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r ²	Equação	r ²
N	1	$Y=0,3123+0,0090X-0,000011X^2$	0,97	$Y=0,1342+0,0042X-0,000005X^2$	0,99
	2	$Y=0,2105+0,00023369X$	0,98	$Y=0,1670X+0,0043X-0,000004X^2$	0,98
	T	$Y=0,4616+0,0123X-0,000013X^2$	0,98	$Y=0,3012+0,0086X-0,000009X^2$	0,99
P	1	$Y=0,4030+0,2380 \sqrt{X}-0,008283X$	0,91	$Y=0,1868+0,0987 \sqrt{X}-0,001933X$	0,98
	2	$Y=0,8658+0,0016X-0,000003X^2$	0,57	$Y=0,7555+0,0420 \sqrt{X}-0,00170X$	0,93
	T	$Y=1,2223+0,2781 \sqrt{X}-0,010092X$	0,90	$Y=0,9423+0,1318 \sqrt{X}-0,003634X$	0,97
K	1	$Y=0,7252+0,0091X-0,0000144X^2$	0,97	$Y=0,5374+0,0036X-0,000006X^2$	0,79
	2	$Y=0,4726+0,0036X-0,000006X^2$	0,98	$Y=0,0199+0,1285 \sqrt{X}-0,003801X$	0,99
	T	$Y=1,1979+0,0128X-0,000021X^2$	0,99	$Y=0,4722+0,1836 \sqrt{X}-0,004989X$	0,97
S	1	$Y=2,9284+0,2836 \sqrt{X}-0,016325X$	0,87	$Y=0,5097+0,1099 \sqrt{X}-0,005724X$	0,96
	2	$Y=0,555221+0,0084X-0,000041X^2$	0,92	$Y=0,6388+0,0072-0,000032X^2$	0,93
	T	$Y=1,4099+0,3603 \sqrt{X}-0,020128X$	0,95	$Y=1,1034+0,1760 \sqrt{X}-0,008557X^2$	0,98

Obs.: Os coeficientes de determinação, são significativos ao nível de 1% (Teste F).

QUADRO 42 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e teor de zinco (ppm) na parte aérea (Y) da braquiária e do colonião.

Trat.	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r ²	Equação	r ²
N	1	$Y=25,892+0,1595X-0,000166X^2$	0,94	$Y=16,985+0,0548X-0,000043X^2$	0,93*
	2	$Y=35,395+0,1373X-0,000219X^2$	0,92	$Y=4,339+0,1418X-0,000232X^2$	0,89
P	1	$Y=85,858-0,2455X+0,000385X^2$	0,95	$Y=52,938-4,0422 \sqrt{X}+0,169258X^2$	0,99
	2	$Y=89,119-5,7399 \sqrt{X}+0,190291X$	0,90	$Y=100,97-6,2618 \sqrt{X}+0,211555X$	0,77
K	1	$Y=65,085-0,1665X+0,000350X^2$	0,32	$Y=53,759-0,2252X+0,000416X^2$	0,83
	2	$Y=128,39-11,337 \sqrt{X}+0,380657X$	0,96	$Y=24,309+0,5408X-0,001151X^2$	0,48
S	1	$Y=42,839+3,2420 \sqrt{X}-0,153085X$	0,65	$Y=29,052+0,015195825X$	0,31
	2	$Y=90,460-10,300 \sqrt{X}+0,559668X$	0,88	$Y=93,010-7,5288 \sqrt{X}+0,421627X$	0,81

Obs.: * Significativo ao nível de 5%. Os demais coeficientes, são significativos ao nível de 1% (Teste F).

P/kg de solo para braquiária, respectivamente para 1^o e 2^o corte (Quadros 40 e 42). Em concordância com FERRARI NETO (1991), na omissão de fósforo (tratamento P₀) o teor de zinco tanto na parte aérea quanto na raiz (dados não apresentados), superou aqueles ocorridos nos demais tratamentos. A interação P - Zn tem sido amplamente observada e reportada para várias culturas, especialmente após aplicação de calcário e fósforo (LONERAGAN, 1979). Sabe-se que a adubação fosfatada pode induzir a deficiência de zinco, mas não se conhece a justificativa para o fato, podendo ser devido à formação de um composto tipo $ZnNH_4PO_4$ (SOUZA & FERREIRA, 1991). Para SACED & FOX (1979) este antagonismo parece estar baseado, em grande extensão, sobre reações químicas processadas no meio radicular. De acordo com MALAVOLTA (1980) quatro causas são sugeridas para explicar esta interação: formação de compostos P - Zn no solo de menor solubilidade; inibição não competitiva; efeito de diluição; e menor transporte do zinco para parte aérea. As duas últimas causas, especialmente a última, parecem ser as principais responsáveis, visto que os teores de zinco nas raízes foram superiores aos da parte aérea e que as maiores concentrações de zinco nas raízes (dados não apresentados) coincidiram com os menores valores na parte aérea. Quanto à acumulação, observa-se pelo Quadro 41 que embora tenha seguido a tendência da matéria seca, mostrou certa influência dos teores de zinco, já que os pontos de inflexão das curvas de produção de matéria seca total da parte aérea (discutido em 4.1.) foram bastante distintos daqueles das curvas de acumulação de Zn (189 e

328 mg P/Kg de solo respectivamente para braquiária e colonião).

A aplicação de potássio alterou as concentrações de zinco na parte aérea das plantas, de modo semelhante ao fósforo, exceto para o colonião na rebrota, onde a inclusão da doses K, na regressão, alterou esta tendência (Quadros 40 e 42). Os picos de mínimo teor de zinco foram atingidos pelas doses estimadas de 238 e 222 mg de K/kg de solo na braquiária e 270 e 234 mg de K/kg de solo no colonião, respectivamente para 1^o e 2^o cortes. As doses zero de K apresentaram os maiores teores de zinco em relação aos demais tratamentos, o que se deve provavelmente a um efeito de concentração.

A acumulação de zinco por sua vez, apresentou um comportamento análogo ao da matéria seca (Quadros 41 e 3) com os pontos de inflexão das curvas de acumulação de Zn na matéria seca total, inclusive, sendo muito próximos aos de produção, ou seja, 305 e 295 mg K/kg de solo para a braquiária e 328 e 312 mg K/kg de solo para o colonião.

O enxofre por outro lado, proporcionou em relação a concentração de zinco na parte aérea das plantas, respostas positivas no 1^o corte e negativas no 2^o, com os picos de máxima e mínima situando-se nas doses estimadas de 112 e 84 mg de S/kg de solo na braquiária linear e 80 mg de S/kg de solo no colonião. Nenhuma referência foi encontrada relacionando enxofre com teores de zinco na parte aérea das plantas. Possivelmente, um efeito indireto do S sobre outros elementos seja o responsável por estas respostas no 2^o corte, já que os níveis de enxofre no solo se

mantiveram altos a ponto de provocar respostas quadráticas na matéria seca. A acumulação por outro lado, seguiu de modo geral, a mesma disposição da produção de matéria seca (Quadros 41 e 3), sendo que os máximos acúmulos de zinco na parte aérea total, foram obtidos com as doses estimadas de 80 e 106 mg de S/kg de solo, respectivamente.

Visualizando-se os quatro ensaios em conjunto, constata-se que de modo geral, a braquiária mantém seus teores de zinco praticamente inalteráveis (exceto nas doses zero dos 4 ensaios) do 1º para o 2º corte, enquanto no colônio estes teores são aumentados substancialmente. Considerando que as duas espécies apresentaram menor produção de matéria seca no 2º corte e que a queda foi maior no colônio fica claro que algum outro fator além do efeito de concentração, contribuiu para os maiores teores de zinco no colônio, já que a acumulação também foi superior. Uma vez que o teor crítico de Zn na parte aérea de gramíneas é de 20 ppm (Jonês, 1972 citado pelo CIAT, 1982), deprende-se que o crescimento das forrageiras estudadas não sofreria nenhuma restrição por este elemento (Quadro 40). Também a nutrição dos bovinos em pastejo não seria afetada, já que suas exigências situam-se em torno de 20 a 30 ppm de Zn na forragem seca (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1976). Na braquiária, este valor pode ser aumentado para 50 ppm devido a presença de toxinas produzidas por fungos, que podem causar microlesões hepáticas, o que induz ao aumento das necessidades nutricionais em função de maiores perdas deste elemento, principalmente pela urina (Souza 1986 citado por FERRARI NETO, 1991).

4.4. Eficiência de Utilização de N, P, K e S

Na consideração de produção de biomassa em relação ao suprimento de nutriente, a eficiência de utilização do nutriente absorvido é tão importante quanto a eficiência de absorção (FURTINI NETO, 1988). Assim a eficiência de utilização e os índices de eficiência calculados de acordo com SIDDIQI & GLASS (1981) para os quatro nutrientes em estudo, são mostrados nos Quadros 44 e 45 e na Figura 8.

- Nitrogênio: A eficiência de utilização do N seguiu, nas duas gramíneas, a tendência raiz quadrada positiva, exceto para o 2º corte onde apresentou um comportamento quadrático (Quadro 44). Os picos de máxima eficiência de utilização foram alcançadas com as doses estimadas de 103, 500 e 197 mg N/kg de solo para a braquiária e 104, 500 e 139 mg N/kg de solo para o colonião, respectivamente para 1º, 2º e 1º + 2º cortes. A Figura 8 ilustra a eficiência de utilização de N na matéria seca total da parte aérea para ambas as espécies. VICENTE-CHANDLER et alii (1959), em ensaio de campo verificaram tendência semelhante para o capim-colonião aos 40 dias.

QUADRO 43 - Eficiência de utilização de N, P, K e S pela braquiária e coloniço no 1º e 2º cortes e total, e índices de utilização.

	Eficiência de Utilização ¹			Índice de utilização ²					
	Braquiária		Coloniço	1º corte		2º corte		total	
Trat.	1º corte	2º corte	total	1º corte	2º corte	total	1º corte	2º corte	total
Nitrogênio									
No	1,5	0,4	1,9	1,4	0,6	2,0	1,07	0,75	0,97
N1	2,3	1,4	3,6	2,6	1,1	3,7	0,89	1,30	0,97
N2	2,2	1,9	3,6	2,5	2,0	4,3	0,86	0,92	0,82
N3	1,9	1,8	3,3	1,8	1,2	3,2	1,05	1,45	1,01
N4	1,2	2,7	3,1	1,0	2,2	2,4	1,29	1,23	1,26
Fósforo									
Po	3,4	13,5	16,0	2,8	10,2	12,4	1,21	1,32	1,29
P1	13,7	17,9	26,3	14,8	13,8	27,9	0,92	1,30	0,94
P2	14,3	10,0	24,0	12,1	4,8	16,5	1,18	2,08	1,45
P3	8,0	4,1	12,1	7,6	2,1	9,4	1,05	1,96	1,29
P4	5,1	2,6	7,7	2,9	1,5	4,4	1,77	1,69	1,74
Potássio									
Ko	2,1	1,5	3,3	1,5	0,0	1,4	1,45	0,0	2,29
K1	5,1	3,9	8,4	3,5	2,5	5,8	1,45	1,54	1,46
K2	3,6	3,7	6,2	3,9	2,5	6,3	0,91	1,49	0,98
K3	1,9	2,6	3,7	1,6	1,2	3,1	1,25	2,10	1,19
K4	1,5	1,5	2,7	1,5	1,1	2,6	0,98	1,32	1,03
Enxofre									
So	37,8	8,7	45,2	30,5	11,9	42,0	1,24	0,73	1,08
S1	30,7	19,0	47,3	35,1	13,8	48,5	0,87	1,36	0,97
S2	20,3	10,9	30,9	17,6	8,0	25,3	1,15	1,34	1,22
S3	16,1	3,7	17,2	13,9	3,1	15,5	1,16	1,17	1,11
S4	9,8	6,0	15,7	7,6	3,5	11,2	1,21	1,91	1,41

1. EU = $\frac{g^2}{g} (MS \text{ parte aérea}) \times mg^{-1} (\text{nutriente})$

2. IU = EU braq. X EU col.⁻¹

QUADRO 44 - Equações de regressão relacionando doses de nutrientes aplicadas (X) e eficiência de utilização desses nutrientes ($g^2/MS/mg$) na parte aérea da braquiária e do colonião (Y)

Trat.	Corte	Braquiária		Colonião	
		Equação	r^2	Equação	r^2
N	1	$Y=1,5402+1504\sqrt{X}-0,007401X$	0,99	$Y=1,4396+2292\sqrt{X}-0,011216X$	0,98
	2	$Y=0,5925+0,0066X-0,000005X^2$	0,91	$Y=0,6761+0,0048X-0,000004X^2$	0,70
	T	$Y=1,9573+0,2344\sqrt{X}-0,008352X$	0,97	$Y=1,9939+0,3287\sqrt{X}-0,0013947X^2$	0,87
P	1	$Y=3,8813+1,6537\sqrt{X}-0,077178X$	0,83	$Y=3,6516+1,8651\sqrt{X}-0,092374X$	0,82
	2	$Y=15,659-0,0486X+0,000041X^2$	0,81	$Y=12,002-0,0523X+0,000063X^2$	0,80
	T	$Y=17,143+1,7083\sqrt{X}-0,106136X$	0,75	$Y=14,103+1,6849\sqrt{X}-0,106531X$	0,67
K	1	$Y=2,5249+0,3290\sqrt{X}-0,020205X$	0,61	$Y=1,6658+0,3506\sqrt{X}-0,018728X$	0,65
	2	$Y=1,6601+0,4128\sqrt{X}-0,021538X$	0,88	$Y=0,2022+0,3777\sqrt{X}-0,017265X$	0,73
	T	$Y=3,96574+0,589849\sqrt{X}-0,033659X$	0,61	$Y=1,8386+0,702499\sqrt{X}-0,034828X$	0,68
S	1	$Y=37,271-0,4065+0,001480X^2$	0,97	$Y=33,763-0,3336X+0,0010587X^2$	0,83
	2	$Y=12,790-0,0517048X$	0,30	$Y=13,842-0,1695+0,000647X^2$	0,83
	T	$Y=50,787-0,5554+0,002082X^2$	0,91	$Y=47,798-0,5302X+0,001864X^2$	0,84

Obs.: Os coeficientes de determinação, são significativos ao nível de 1% (Teste F).

Porém, quando as plantas foram cortadas aos 60 e 90 dias a eficiência de utilização diminuiu com a aplicação dos níveis de N, especialmente acima de 400 kg/ha/ano. Também CHADHOKAR (1978), ao trabalhar *Brachiaria mutica*, constatou no 1º ano do ensaio, um aumento na eficiência de uso do N até a dose aplicada de 600 kg N/ha. Já no 2º e 3º ano, houve um decréscimo na utilização com a aplicação do nitrogênio. Embora as plantas em geral, utilizem mais eficientemente um nutriente quando este está em menor disponibilidade (FONSECA, 1987), parece que no presente caso, fica evidente que as plantas necessitam um teor mínimo de N disponível no solo, para expressar sua máxima utilização. A queda na eficiência de

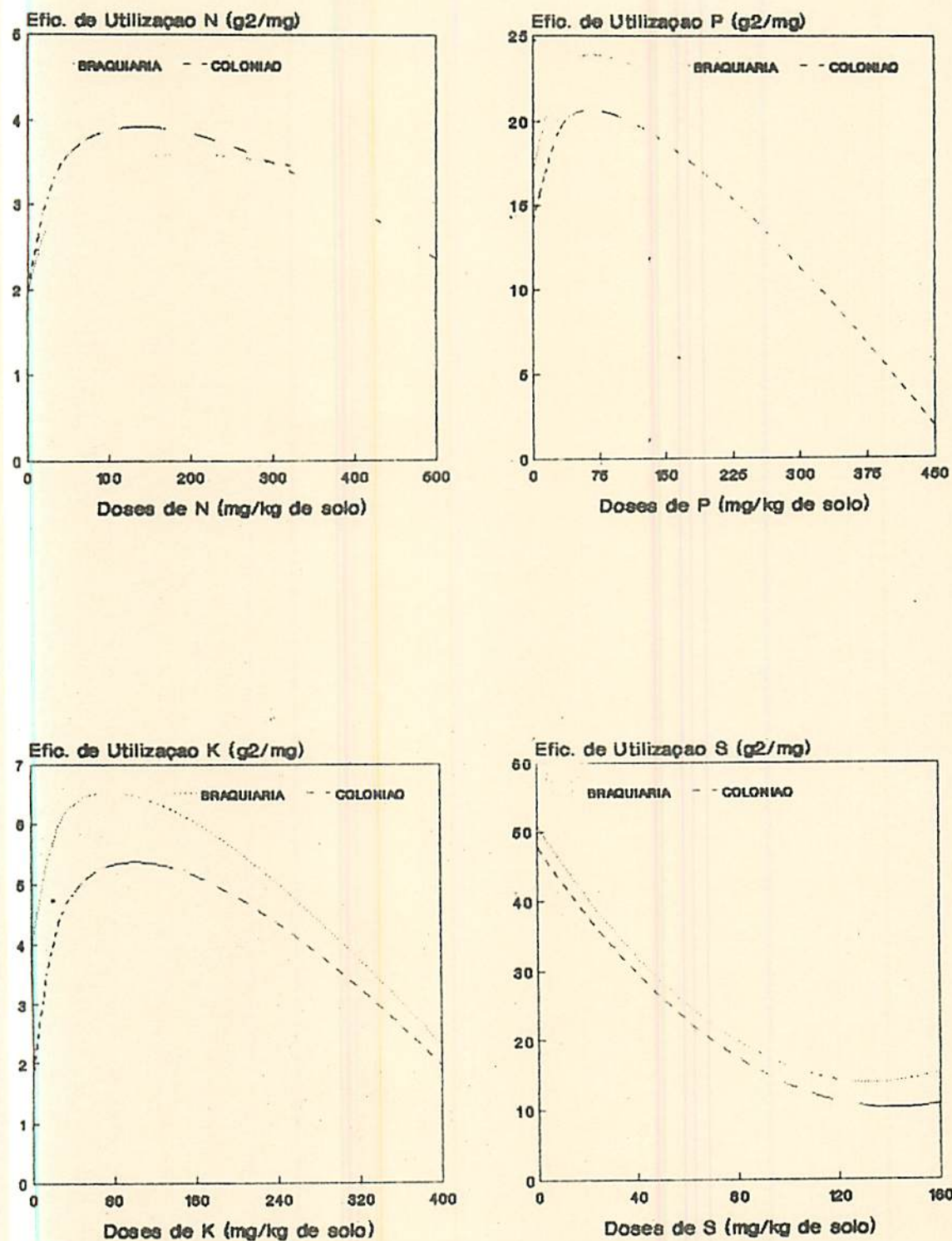


FIGURA 8 - Efeito de doses crescentes sobre a eficiência de utilização de N, P, K e S na M.S., total da parte aérea (1^o + 2^o cortes) de braquiária de coloniado.

utilização do 1º para o 2º corte, excetuando-se a maior dose de N, concorrem para apoiar esta afirmação uma vez que o teor de N no solo disponível para a rebrota foi bem menor, devido à não adubação de reposição após o 1º crescimento. Não obstante, a máxima eficiência ocorreu em doses menores do que as necessárias para alcançar os níveis críticos ou a máxima produção de matéria seca (Quadro 4).

Pela Figura 8 e pelos índices de utilização do Quadro 43, verifica-se que o colonião utilizou o N mais eficientemente que a braquiária até próximo de 300 mg N/kg de solo. Além das diferenças genéticas entre as espécies, um fator que talvez esteja contribuindo para a menor eficiência da utilização de nitrogênio é a possibilidade de fixação biológica de N₂ atmosférico presumivelmente não simbiótico pela braquiária, conforme verificado por Miranda (1987) citado por MALAVOLTA & PAULINO (1991).

- Fósforo: de modo semelhante ao nitrogênio, a eficiência de utilização do P seguiu em ambas as espécies tendência raiz quadrada positiva para o 1º e 1º + 2º cortes, enquanto que na rebrota esta tendência foi quadrática (Quadro 44). As maiores eficiências de utilização foram obtidas pelas doses estimadas de 115, 0 e 65 mg P/kg de solo na braquiária e 102, 0 e 62 mg P/kg de solo para o colonião, respectivamente para 1º, 2º e 1º + 2º cortes. Os valores obtidos contrariam a tendência verificada por FONSECA (1987) em três capins e GUSS et alii (1990) em quatro espécies de braquiária em que a maior eficiência de utilização de fósforo, foi obtida pela menor dose usada. Também GOMES & BRAGA (1980) e MUNIZ et alii,

(1985), encontraram este tipo de resposta em trabalho com cultura de grãos. A exemplo do N, parece que estas gramíneas necessitam um teor mínimo de P disponível no solo para que possam expressar sua máxima eficiência. O aumento na eficiência de utilização do 1º para o 2º corte nas doses de P, pode ser atribuído conforme registrado também por FERRARI NETO (1991), ao pequeno crescimento radicular nestes tratamentos (Quadro 2), o que dificultou a difusão do P até a raiz com conseqüente redução na absorção e acumulação deste nutriente (Quadro 3). Isto levou a um crescimento da parte aérea do 1º corte menor que aquele do 2º. Os índices de utilização (Quadro 43) juntamente com a Figura 8, permitem concluir que a braquiária utiliza o P de maneira mais eficiente, o que segundo PAULINO et alii (1987), é uma das razões da capacidade das braquiárias se adaptarem bem em solos com baixos teores de P disponível. Todavia, nas doses necessárias para atingir os níveis críticos do 1º corte (90% da produção máxima) as espécies se comportaram de modo semelhante, embora no 2º corte a braquiária tenha sido mais eficiente.

-Potássio: a aplicação dos níveis de potássio, propiciou respostas tipo raiz quadrada para a eficiência de utilização do elemento (Quadro 44) apresentado pontos de inflexão nas doses estimadas correspondentes a 66, 92 e 77 mg K/kg de solo para a braquiária e 87, 120 e 102 mg K/kg de solo para o colonião, respectivamente para 1º, 2º e 1º + 2º crescimentos. A menor eficiência de utilização na rebrota (Quadro 43) pode ser explicada pelo seu menor crescimento,

cujas causas foram discutidas em 4.1. De modo análogo ao N e P, há necessidade de se aplicar K ao solo para que estas gramíneas possam demonstrar suas máximas eficiências de utilização. Aqui também, a braquiária mostrou maior capacidade para utilizar o K, principalmente nas menores doses, como pode ser visualizado no Quadro 43 e Figura 8. Aliando a este fato, a maior habilidade da braquiária em absorver K de solos pobres neste elemento (discutido em 4.1.), pode-se deduzir o porque da boa adaptação desta espécie, em solos de fertilidade marginal.

- Enxofre: à exceção da braquiária no 2º corte, a eficiência de utilização do S seguiu a tendência quadrática inversa pela aplicação das doses de enxofre. Os pontos de mínima ocorreram nas doses estimadas de 137, 160 e 134 mg S/kg de solo na braquiária e 158, 131 e 142 mg S/kg de solo no colonião, para 1º, 2º e 1º + 2º cortes, respectivamente (Quadros 43 e 44). Teoricamente fica muito difícil explicar esta tendência de aumento após inflexão, visto que a elevação nas doses de enxofre deveria diminuir a eficiência de utilização até um ponto em que o elemento absorvido deixaria de ser convertido em massa vegetal, conforme verificado por GOMES & BRAGA (1980) para o fósforo. É bem provável, que nos casos de tendência inversa às doses crescentes aplicadas, somente o modelo linear poderia ser utilizado, já que mais importante que os coeficientes de determinação, são as propriedades matemáticas da função, como salientado por GOMES & CONAGIN (1991). Pelos índices de utilização do Quadro 43 e pela Figura 8 constatou-se novamente que a braquiária

se mostrou mais eficiente na utilização que o colômbio, embora menos acentuadamente que para o P e o K. É importante ressaltar, que a eficiência de utilização tem aspectos práticos que são de grande valia na tomada de decisão por parte do pecuarista, para a escolha da espécie a ser usada na propriedade.

5. CONCLUSÕES

Nas condições que o trabalho foi realizado, os resultados permitem as conclusões seguintes:

A aplicação das doses crescentes de N, P, K e S promoveu aumentos na produção de matéria seca da braquiária e do colonião com a produtividade máxima da parte aérea (1^o + 2^o corte) sendo alcançada com adição de 437, 220, 295 e 76 mg/kg de solo para a braquiária e 397, 202, 312 e 80 mg/kg de solo para o colonião, respectivamente para N, P, K e S.

À exceção de K e S no colonião, a adição de N, P, K e S exerceu influências positivas e significativas sobre o perfilhamento da braquiária e colonião, sendo que a braquiária se mostrou mais prolífica e o fósforo o elemento com maior influência.

A braquiária apresentou em relação ao colonião, maiores níveis críticos na parte aérea do 1^o corte, para N e P, menores para K e iguais para o S. Nas folhas novas, os teores observados para a braquiária se mostraram superiores para todos os elementos. No 2^o corte, os níveis críticos devem ser desconsiderados em função

dos desequilíbrios nutricionais ocorridos.

A braquiária produziu mais matéria seca pela parte aérea e utilizou com maior eficiência o P, K e S, enquanto o que o colônio o N.

A adubação com N, P, K e S possibilitou a elevação ou manutenção das concentrações de macro e micronutrientes na matéria seca das gramíneas ao nível de exigência da nutrição dos bovinos em pastejo.

De modo geral, o colônio acumulou na parte aérea, maiores quantidade de P, Ca, B, Mn e Zn e a braquiária N, K, Mg, Cu e Fe, enquanto que para o enxofre não houve tendência claramente definida.

Os baixos teores de Ca e Mg encontrados, sugerem que em sistema de pastejo intenso, estes dois nutrientes podem se tornar limitantes a curto prazo. Este fato, aliado aos elevados teores de Mn observados, os quais "possivelmente" são tóxicos, deixam evidente a necessidade de calagem para a manutenção de boas produções destas forrageiras.

6. RESUMO

A bovinocultura da região do Arenito Caiuá, que abrange as regiões Noroeste e parte do Norte e Oeste do Paraná, apresenta de modo geral, baixos índices de produtividade de carne e leite. Para isto contribuem vários fatores, com destaque para relevo ondulado, baixa fertilidade natural e susceptibilidade moderada a acentuada em relação hídrica. Aliado a estes, um manejo inadequado das pastagens, faz com que as mesmas encontrem-se parcialmente ou totalmente degradadas e infestadas por plantas invasoras. Para agravar o problema, vem se tornando comum na região, por ocasião da reforma dos pastos, o cultivo de mandioca por um ano, como forma de amortizar os seus custos de implantação. Devido a não adubação da mandioca e as altas extrações de nutrientes por esta cultura, o solo é empobrecido ainda mais, dificultando o estabelecimento da nova pastagem.

Em trabalho anterior (FERRARI NETO, 1991), constatou-se em um LEd predominante na citada região, que os nutrientes N, P, K e S, em ordem decrescentes, eram os que mais limitavam a produção de matéria seca da braquiária e do colonião. Assim, usando-se o

mesmo material de solo do trabalho acima citado, foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da ESAL, Lavras-MG, quatro experimentos em vasos utilizando-se doses crescentes de N, P, K e S, com os objetivos de avaliar o crescimento e a nutrição mineral de duas gramíneas forrageiras (braquiária e colonião) predominantes na região do Arenito Caiuá (Pr).

Os resultados obtidos mostraram que a aplicação das doses crescentes de N, P, K e S promoveu aumentos na produção de matéria seca de ambas as espécies, com a produtividade máxima da parte aérea (1^o + 2^o cortes) sendo alcançada com a adição de 437, 220, 295 e 76 mg/kg de solo para a braquiária e 397, 202, 312 e 80 mg/kg de solo para o colonião, respectivamente para N, P, K e S.

Os níveis críticos na parte aérea (1^o corte) da braquiária e colonião, correspondentes a 80-90% da produção máxima foram, respectivamente: 1,33 - 1,54% e 1,14 - 1,38% para o N; 0,20 - 0,26% e 0,16 - 0,24% para o P; 1,12 - 1,35% e 1,21 - 1,46% para o K, e, 0,09 - 0,11% e 0,09 - 0,11% para o S. Da mesma maneira, nas folhas novas estes valores foram: 1,74 - 2,03% e 1,57-1,94% para o N; 0,18-0,29% e 0,15-0,24% para o P; 0,85-1,04% e 0,65 - 0,71% para o K, e, 0,09 - 0,12% e 0,08 - 0,10% para o S.

A braquiária apresentou em relação ao colonião, maior perfilhamento, maior produção de matéria seca, utilizou com maior eficiência o P, K e S e acumulou maiores teores de N, K, Mg, Cu e Fe. Estas respostas deixam, claro, que se adequadamente adubada, a braquiária deverá constituir-se na melhor opção por parte dos pecua-

ristas da região, visto que esta espécie, protegerá melhor o solo contra a erosão e infestação de ervas daninhas.

A adubação com N, P, K e S possibilitou a elevação ou manutenção das concentrações de macro e micronutrientes na matéria seca das gramíneas ao nível de exigência da nutrição dos bovinos em pastejo.

Os baixos teores de Ca e Mg encontrados na parte aérea das forrageiras, sugerem que em sistemas de pastejo intenso, estes dois nutrientes podem se tornar limitantes ao crescimento das mesmas, a curto prazo. Este fato aliado aos elevados teores de Mn observados, os quais possivelmente são tóxicos, deixam evidente a necessidade de calagem para a manutenção de boas produções destas forrageiras.

7. SUMMARY

In the region of Arenito Caiuá which reaches the Northwest and part of the North and the West of Paraná State, cattle breeding is found to present low rates of meat and milk yield. It is due mainly to the low natural soil fertility and to the moderate to high susceptibility of the soil to hydric erosion. In addition to these factors' an inadequate pastures management makes pastures partially or completely degraded and infested by weeds. Yet, when pastures need reforming, cassava is grown for one year in order to decrease the implantation costs. Considering that fertilizers are not applied to this crop and that it absorbs high rates of soil nutrients, the soil is even more depleted what makes difficult the setting the new pasture.

In a previous work (FERRARI NETO, 1991) carried out in a Dark Red Latosol which is predominant in the region, N, P, K and S - in deacresing order - were found to be the ones which must limited the dry matter yield in both braquiária and guinea grasses. By using the same soil as that used in the former work, four experiments were carried out in vases in a greenhouse at the

Soil Science Department of the Escola Superior de Agricultura de Lavras in the municipality of Lavras - MG with the objective of evaluating both the growth and the mineral nutrition of two forage grasses (braquiaria and guinea grass) which predominate in the Arenito Caiuá region-Paraná. Increasing N, P, K and S dosages were used.

Results have shown that when increasing N, P, K and S dosages were used dry matter yield increased in both braquiaria and guinea grasses. Their aerial part (1st and 2nd cuttings) reached its highest yield level when 437, 220, 295 and 76 mg/kg of soil was added to braquiária and 397, 202, 312 and 80 mg/kg of soil were added to guinea grass respectively for N,P, K and S.

The critical levels in the aerial part (1st cutting) of both braquiária and guinea grasses which corresponded to 80-90% of the highest yield were the following: 1.33 - 1.54% and 1.14 - 1.38% for N; 0.20 - 0.26% and 0.16 - 0.24% for P; 1.12 - 1.35% and 1.21 - 1.40% for K and 0.09 - 0.11% and 0.09 - 0.11% for S respectively. In young leaves the rates were the following: 1.74 - 2.03% and 1.57 - 1.94% for N; 0.18 - 0.29% and 0.15 - 0.24% for P; 0.85 and 1.04% and 0.65 - 0.71% for K, and 0.09 - 0.12% and 0.08 - 0.10% for S.

The braquiária showed more prolific, higher dry matter yield, utilized P, K and S more efficiently and accumulated higher N, K, Mg, Cu and Fe contents than guinea grass. Such responses have lead us to conclude that if appropriately fertilized the braquiária can become the best alternative for the cattle breeders in the region as it will protect the soil in a better way against both

erosion and weeds infestation.

The fertilization with N, P, K and S was found to either increase the macro-and micronutrients levels in the dry matter of the grasses or keep them on the level required for the nutrition of cattles in pastures.

The low Ca and Mg levels found in the forrage aerial part would suggest that for intensive pasturing those nutrients can limit the grass growth in a short period of time. Such a fact associated with the high Mn levels found in the aerial part of the grasses which might be regarded as toxic, have shown that liming should be used so that good yields of braquiária and guinea grasses can be maintained.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ADAMS, W.E.; WHITHE, A.W.; McCREERY, R.A. & DAWSON, R.N.
Coastal bermudagrass forage production and chemical composition as influenced by potassium source, rate, and frequency of application. *Agronomy Journal*, Madison, 59:247-50, 1967.
02. ALEXANDER, M. *Introduction to Soil Microbiology*. 2.ed. Wiley, New York, 1977. 472p.
03. ALVAREZ V., V.H. Enxofre: critérios de diagnose para solo e planta, correção de deficiências e excessos. In. REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 17, Londrina, 1986. *Anais...* Londrina, EMBRAPA-CNPq/IAPAR/SBCS, 1988. p.31-59.

04. ALVIM, M.J.; BOTREL, M. de A.; VERNEQUE, R. & SALVATI, J.A.
Aplicação de nitrogênio em acessos de *brachiária*. 1.
Efeito sobre a produção de matéria seca. *Pasturas
Tropicales*, Cali, Colombia, 12(2):2-6, 1990.
05. ANDRADE, I.F. Resposta de quatro gramíneas forrageiras à
adubação fosfatada no cerrado do Triângulo Mineiro.
Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia,
Campinas, 27:243, 1990. (Resumos).
06. ANDREW, C.S. & ROBINS, M.F. The effect of phosphorus on the
growth, chemical composition, and critical phosphorus
percentages of some tropical pastures grasses.
Australian Journal of Agricultural Research, Melbourne,
22(6):693-706, sept. 1971.
07. BARCELLOS, A.Q. & SANZONOWICZ, C. Resposta a calcário e
fósforo de três *Panicum maximum* selecionadas para baixa
fertilidade do solo. *Reunião Anual da Sociedade
Brasileira de Zootecnia*, Brasília, 24:155, 1987.
(Resumos).
08. BARTLETT, R.J. & PICARELLI, C.J. Availability of boron and
phosphorus as affected by liming and acid potato soil.
Soil Science, Baltimore, (116):77, 1973.

09. BATAGLIA, O.C. Ferro. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1, Jaboticabal, 1988; Anais...Piracicaba, POTAFOS/CNPq, 1991. Cap.5, p.159-72.
10. BATES, T.E. Factor affecting critical nutrient concentrations in plants and their evaluation: a review. *Soil Science*, Baltimore, 112:116-30, 1971.
11. BIELESKI, R.L. Phosphate pools, phosphate transport, and phosphate availability. *Annual Review plant physiology*, Palo Alto, 24:225-52, 1973.
12. BOIN, C. Produção animal em pastos adubados. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1, Nova Odessa, 1985. Anais... Piracicaba, Associação Brasileira para a pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.383-419.
13. BOTREL, M.A.; ALVIM, M.J.& MARTINS, C.E. Aplicação de nitrogênio em acessos de *Brachiaria*. 2. Efeito sobre os teores de proteína bruta e minerais. *Pasturas tropicales*, Cali, 12(2):7-10, 1990.
14. BOYER, J.L. Equilíbrios entre elementos químicos do solo: antagonismos-sinergias-interações. In: CARVALHO, I.G. ed. *Dinâmica dos elementos químicos e fertilidade dos solos*. Salvador, CPGG/UFBA, 1985. Cap.15, p.243-62.

15. BRONDANI, L.F.; BUBLITZ, U. & MELLA, S.C. **Recuperação Intensiva das pastagens do Arenito Caiuá.** Curitiba, EMATER, 1991. 32p. (Manual Técnico).
16. CAMARGO, P.N. & SILVA, O. **Manual de adubação foliar.** São Paulo, Libreria/Herba, 1975. p.143-45.
17. CARRIEL, J.M.; WERNER, J.C.; ABRAMIDES, P.L.G.; MONTEIRO, F.A. & MEIRELLES, N.M.F. Limitações nutricionais de um solo Podzólico Vermelho Amarelo para o cultivo de três gramíneas forrageiras. **Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, 46(1):61-73, Jan/Jun. 1989.**
18. CARVALHO, M.M. Melhoramento da produtividade das pastagens através de adubação. **Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 11(132):23-32, 1985.**
19. CARVALHO, M.M., MARTINS, C.E.; VERNEQUE, R.da S. & SIQUEIRA, C. Resposta de uma espécie de braquiária à fertilização com nitrogênio e potássio em um solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 15:195-200, 1991.**

20. CARVALHO, M.M. & SARAIVA, O.F. Resposta do capim-gordura (*Melinis minutiflor* Beauv) a aplicações de nitrogênio, em regime de cortes. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 16(5):442-54, 1987.
21. ——— & SARAIVA, O.F. & FREITAS, V. de P. Disponibilidade de forragem em pastagem de capim-gordura sob efeitos de níveis de nitrogênio e taxa de lotação. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 18(5):432-46, 1989.
22. CASAGRANDE, J.C. & SOUZA, O.C. Efeito de níveis de enxofre sobre quatro gramíneas forrageiras tropicais em solos sob vegetação de cerrado no Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília 17(1):21-5, 1982.
23. CHADHOKAR, P.A. Effect of rate and frequency of nitrogen application on dry matter yield and nitrogen content of para grass (*Brachiaria mutica*). *Tropical Grasslands*, 12(2):127-32, July 1978.
24. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Fertilidade del suelo y nutrición de la planta. In:———. *Informe anual - 1978: programa de ganado de carne*. Cali, 1978. p.B86 - B104.

25. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Fertilidade del suelo y nutrición de las plantas. In:———. Informe anual - 1979: programa de pastos tropicales. Cali, 1980. p.63-79.
26. ————. Fertilidade del suelo y nutrición de las plantas. In:———. Informe anual - 1980: programa de pastos tropicales. Cali, 1981. p.57-68.
27. ————. Fertilidade del suelo y nutrición de las plantas. In:———. Informe anual - 1981: programa de pastos tropicales. Cali. 1982. p.171-94.
28. ————. Suelos/nutrición plantas. In:———. Informe anual -1983. Programa de pastos tropicales. Cali, 1983. p.179-203.
29. ————. Suelos/nutrición plantas. In:———. Informe anual - 1985: programa de pastos tropicales. Cali, 1986. p.251-203.
30. ————. Suelos/nutrición de plantas. In:———. Informe anual - 1986:Ganaderia de corte, Cali, 1987. p.203-224.

31. COLE, C.V.; GRUNES, D.L.; PORTER, L.K. & OLSEN, S.R. The effects of nitrogen on short-term phosphorus absorption and translocation in corn (*Zea mays*). **Soil Science Society America Proceedings**, Madison, 27:671-4, 1963.
32. COMASTRI FILHO, J.A. A variação da produtividade, digestibilidade e composição química do capim elefante "mineiro" (*Pennisetum purpureum* Schum) com a sucessão de cortes e a aplicação de nitrogênio fósforo e potássio. Viçosa, UFV, 1977. 51p. (Tese Mestrado).
33. COOK, B.G. & MULDER, J.C. Responses of nine tropical grasses to nitrogen fertilizer under rain-grown conditions in south-eastern Queensland. 2. Concentrations and uptakes of nitrogen, phosphorus and potassium in plant tops. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, East Melbourne, 24:415-20, 1984.
34. COSTA, G.C.; MONERAT, P.H. & GOMIDE, J.A. Efeito de doses de fósforo sobre o crescimento e teor de fósforo em capim-jaraguá, capim-colonião. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, 12(1):1-10, 1983.

35. COSTA, G.C.; & SIEWERDT, L. Efeito de doses crescentes de nitrogênio na produção de ferro de capim pangola (*Digitaria decumbens*). Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Goiânia, 18:28, 1981. (Resumos).
36. DOW, A.I. & ROBERTS, S. Proposal: Critical nutrient ranges for crop diagnosis. *Agronomy Journal*, Madison, 74(2):401-3,
37. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Relatório técnico anual do centro nacional de pesquisa de gado de corte, 1976-1978. Campo Grande, 1979. 120p.
38. ————. Relatório técnico anual do centro nacional de pesquisa de gado de corte, 1979. Campo Grande, 1981. 116p.
39. ————. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. Manual de Métodos de Análises de solo. Rio de Janeiro, 1979. n.p
40. EMPRESA GOIANA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Relatório Técnico Anual 1981, projeto bovinos. Goiânia, 1982. 246p.

41. ENG. P.K.; KERRIDGE, P.C. & MANNETJE, L. Effects of phosphorus and stocking rate on pasture and animal production from a guinea grass-legume pasturas un Johore, Malaysia, 1. Dry matter yields, botanical and chemical composition. *Tropical Grasslands*, Brisbane, 12(3):188-97, Nov. 1978.
42. FAGERIA, N.K. Critical P, K, Ca e Mg contents in the tops of rice and peanut plants. *Plant and Soil*, Hague 45:421-31, 1976.
43. FALADE, J.A. The effect of phosphorus on growth and mineral composition of five tropical grasses. *East African Agricultural Forestry Journal*, Nairobi, 40(4):342-50, 1975.
44. FAVORETO, V. Frequência de corte e níveis de nitrogênio em capim coloniço. I. Produção de matéria seca e capacidade de suporte estimada. *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Goiania, 18:109, 1981. (Resumos).

45. FENSTER, W.E. & LEON, L.F. Considerações sobre a fertilização fosfatada no estabelecimento e persistência da pastagens em solos ácidos e de baixa fertilidade na América Latina Tropical. In: SANCHES, P.A.; TERGAS, L.E. & SERRÃO, E.A.S. **Produção de Pastagens em Solos Ácidos dos Trópicos**. Brasília, CIAT/EMBRAPA, 1982. p.127-41
46. FERNANDES, A.P.M.; GOMIDE, J.A. & BRAGA, J.M. Efeito da adubação potássica sobre a produção e valor nutritivo de algumas gramíneas forrageiras tropicais. **Experientiae**, Viçosa, 10(7):185-208, 1970.
47. FERNANDES, F.M.; ISEPON, O.J. & NASCIMENTO, V.M. Resposta de *Brachiaria decumbens*, Stapf a níveis de NPK em solo originalmente coberto por vegetação de cerrado. **Científica**, São Paulo, 13(1/2):89-97, 1985.
48. FERNANDES, M.S. & ROSSIELO, R.O.P. Aspectos do metabolismo e utilização do nitrogênio em gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1, Nova Odessa, 1985. **Anais...** Piracicaba, Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.93-123.

49. FERRARI NETO, J. Limitações nutricionais para o colônio (*Panicum maximum* Jacq) e braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf) em Latossolo da Região Noroeste do Estado do Paraná. Lavras, ESAL, 1991. 126p. (Dissertação Mestrado).
50. FILIZZOLA, V.L. & BAUMGARTNER, J.G. Efeito da calagem e da adubação com fósforo e zinco no desenvolvimento da *Brachiaria decumbens*. Jaboticabal, UNESP, 1984. (Trabalho para graduação em agronomia).
51. FONSECA, D.M. da. Níveis críticos de fósforo em amostras de solos para o estabelecimento de *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* e *Hyparrhenia rufa*. Viçosa, UFV, 1987. 146p. (Dissertação Mestrado).
52. FREIRE, J.C.; RIBEIRO, M.A.V.; BAHIA, V.G.; LOPES, A.S. & AQUINO, L.H. de. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solos da região de Lavras-MG. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 4(1):5-8, Jan/abr. 1980.
53. FREITAS, L.M.M. de & JORGE, P.N. Resposta de capim swannee bermuda à aplicação de nitrogênio, fósforo e enxofre em região de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 6:1950202, 1982.

54. FURTINI NETO, A.E. Efeito do enxofre no crescimento e assimilação de nitrogênio por diferentes espécies de eucalipto. Lavras, ESAL, 1988. 95p.
55. GALLO, J.R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M.C.; MATTOS, H.B.; SARTINI, H.J. & FONSECA, M.P. Composição química inorgânica de forrageiras do Estado de São Paulo. Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, 31(1):115-37, Jan/Jun. 1974.
56. GAVILLON, O. & QUADROS, A.T. O ferro e o manganês em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Zootecnia, Rio de Janeiro, 8(2):47-54, 1973.
57. GLORIA, N.A. Adubação potássica em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8, Piracicaba, 1986. Anais... Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1986. p.224-30.
58. GODOY, H.; CORRÊA, A.R. & SANTOS, D. dos. Clima do Paraná. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ; Manual agropecuário para o Paraná. Londrina, IAPAR, 1976. cap. 1. p.16-38.

59. GOEDERT, W.J. & LOBATO, E. Avaliação agronômica de fosfatos em solos de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Campinas, 8(1):97-102, 1984.
60. GOMES, F.P. & CONAGIN, A. Experimentos de adubação planejamento e análise estatística experimental. 2.ed. São Paulo, Nobel, 1985. 466p.
61. ————. & CONAGIN, A. Experimentos de adubação: planejamento e análise estatística. In: OLIVEIRA, A.J.; GARRIDO, W.E.; ARAÚJO, J.D. & LOURENÇO, S. Coord. *Métodos de Pesquisa em Fertilidade de Solo*. Brasília, EMBRAPA-SEA, 1991. p.103-188.
62. GOMES, J.C. & BRAGA, J.M. Relação entre a capacidade tampão de fósforo de três Latossolos de Minas Gerais e a absorção diferencial de fósforo em três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L). *Revista Ceres*, Viçosa 27:134-44, 1980.
63. GOMIDE, J.A. & COSTA, G.G. Adubação nitrogenada e consorciação de capim-colonião e capim-jaraguá. III. Efeitos de níveis de nitrogênio sobre a composição mineral e digestibilidade da matéria seca das gramíneas. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 13(2):215-24, 1984.

64. GOMIDE, J.A.; NOLLER, C.H.; MOTT, G.O.; CONRAD, J.H. & HILL, D.L. Mineral composition of six tropical grasses as influenced by plant age and nitrogen fertilization. *Agronomy Journal*, Madison, 61(1):120-3, 1969.
65. ———; OBEID, J.A. & RODRIGUES, R.A. Fatores morfofisiológicos de rebrota do capim-colonião. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 8(4):532-62, 1979.
66. ———; ZAGO, P.; RIBEIRO, A.C.; BRAGA, J.M. & MARTINS, O. Calagem, fontes e níveis de fósforo no estabelecimento e produção de capim colonião (*Panicum maximum* Jacq.) no cerrado. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 15(3):241-6, 1986.
67. GONÇALVES, C.A. & OLIVEIRA, J.R.C. Fontes de fósforo na produção de capim colonião (*Panicum maximum*) em Porto Velho-RO (2º ano). *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Goiânia, 18:37 1981. (Resumos).
68. GONÇALVES, J.O.N.; OLIVEIRA, O.L.P. de & BOTREL, M.de A. Níveis de nitrogênio em capim pangola (*Digitaria decumbens* Stent). *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Brasília, 12:80, 1975. (resumos).

69. GRIFFITH, W.K.; TEEL, M.R. & PARKER, H.E. Influence of Nitrogen and Potassium on the Yield and Chemical Composition of Orchardgrass. *Agronomy Journal*, Madison, 56:473-5, 1964.
70. GUSS, A.; GOMIDE, J.A. & NOVAIS, R.F. Exigência de fósforo para o estabelecimento de quatro espécies de *Brachiaria* em solos com características físico-químicas distintas. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 19(4):278-90, 1990.
71. GUTTERIDGE, R.L. Comparative responses of a range of pastures species to applied potassium on two soils from the Solomon Islands. *Tropical Agricultural*, Trinidad, 58:31-6, 1981.
72. HAAG, H.P.; BOSE, L.V. & ANDRADE, R.G. Absorção de macronutrientes pelos capins colonião, gordura, jaraguá, napier e pangola. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, 24:177-88, 1967.
73. HADDAD, C.M. Efeito do enxofre, aplicado na forma de gesso, sobre a produção e qualidade do capim colonião *Panicum maximum*, Jacq.). Piracicaba, 1983. 115p. (Tese de Doutorado)

74. HENZELL, E.F. & OXENHAN, D.J. Seasonal changes in the nitrogen content of these warm-climate pasture grasses. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, East Melbourne, 4:336-44, 1964.
75. HOEFT, R.G.; WALH, L.M. & KEEY, D.R. Evaluation of various extractants for available soil sulfur. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, 37(3):401-4, 1973.
76. IGUE, K.; MUZZILLI, O. & IKIRBI, J.O. Solos do Paraná. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRÔNOMICO DO PARANÁ; **Manual agropecuário para o Paraná**. Londrina, IAPAR, 1976. cap.2.p.39-81.
77. ITALIANO, E.C.; GOMIDE, J.A. & MONNERAT, P.H. Doses e modalidades de aplicação de superfosfato simples na semeadura do capim-jaraguá. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 10:1-10, 1981.
78. ITALIANO, E.C.; MORAES, E. de & CANTO, A.C. Macronutrientes e FTE em pastagens de capim colônia em degradação. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, 19:348, 1982. (resumos).

79. ISEPON, O.J. **Nutrição e adubação de pastagens.** In:
FERNANDES, F.M. & NASCIMENTO, V.M. **Curso de atualização em fertilidade do solo.** 1, Ilha Solteira, 1987.
Campinas, Fundação Cargill, 1987. cap.13, p.339-410.
80. JACKSON, M.L. **Análise química de suelos.** 2. ed,
Barcelona, Omega, 1970. 662p.
81. JARDIM, W.R.; PEIXOTO, A.M. & MORAES, C.L. **Composição mineral de pastagens na região de Barretos no Brasil Central.** Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1962. 11p. (Boletim Técnico-Científico, 11).
82. JARREL, W.M. & BEVERLY, R.B. **The dilution effect in plant nutrition studies.** *Advances in Agronomy*, New York, 34:197-224, 1981.
83. JONES, M.B. **Effect of applied sulfur on yield and sulfur uptake of various California dryland pastures species.** *Agronomy Journal*, Madison, 56:235-7, 1964.
84. JONES, M.B. **Effect of sulfur applied and date of harvest on yield, sulfate sulfur concentration, and total sulfur uptake of five grassland species.** *Agronomy Journal*, Madison, 55:251-4, 1963.

85. JONES, R.J. Phosphorus and beef production in northern Australia.1. Phosphorus and pasture productivity. A review. *Tropical Grasslands*, Brisbane, 24:131-9, 1990.
86. KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H. *Trace elements in soil and plants*. 3.ed. Boca Raton, CRC press, 1985. 315p.
87. KENYA, N.O.C. The effect of N.P. fertilizers on the productivity of *Hyparrhenia grassland*. *East African Agricultural and forestry Journal*, Nairobi, 39(2):195-200, 1973.
88. LE MARE, P.H. Experiments on effects of phosphorus on the manganese nutrition of plants. I. Effects of monocalcium phosphate on manganese in ryegrass grown in two Buganda Soils. *Plant and Soil*, Hague, 47(3):593-605, 1977a.
89. LE MARE, P.H. Experiments on effects of phosphorus on the manganese nutrition of plants. II. Interactions of phosphorus, calcium and manganese in cotton grown with nutrient solution. *Plant and Soil*, Hague, 47(3):606-620, 1979b.

90. LITTLE, S.; VICENTE-CHANDLER, J. & ANBRUNA, F. Yield and protein content of irrigated napiergrass, guineagrass and pongolagrass as effected by nitrogen fertilization. *Agronomy Journal*, Madison, 51(2):111-3, 1959.
91. LOBATO, E.; KORNELIUS, E.; SANZONOWICZ, C. Adubação fosfatada em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1, Nova Odessa, 1985. *Anais...Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do fosfato*, 1986. p.145-74.
92. LONERAGAN, J.F.; GROVE, T.S.; ROBSON, A.D. & SNOWBALL, k. Phosphorus toxicity as a factor in zine-phosphorus interactions in plants. *Soil Science Society American Journal*, Madison 43:966, 1979.
93. MACEDO, W. efeito de fontes e níveis de fósforo e calcário na adubação de forrageiras em solos do Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 20(6):643-57, 1985.
94. McLUNG, A.C. & FREITAS, L.M.M. de. Sulfur deficiency in soils from brazilian campos. *Ecology*, Durhan, 40:315-17, 1959.

95. MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas.**
São Paulo, Agronômica Ceres, 1980. 251p.
96. MALAVOLTA, E.; BOARETO, A.E. & PAULINO, V.T.
Micronutrientes - uma visão geral. In: SIMPÓSIO SOBRE
MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1, Jaboticabal, 1988.
Anais... Piracicaba, POTAFOS/CNPq, 1991. Cap. 1. p.1-
33.
97. ——— & PAULINO V.T. Nutrição mineral e adubação de
gênero *Brachiaria*. In: ENCONTRO PARA A DISCUÇÃO SOBRE
CAPINS DO GÊNERO BRACHIARIA, 2, Nova Odessa, 1991.
Encontro... Nova Odessa, 1991. p.45-136.
98. ——— VITTI, G.C.; FORNASIERI FILHO, D.; GUIMARÃES,
P.T.; GUILHERME, M.R.; EIMORI, I.; VASCONCELOS, L.A.C.B.;
MORAES, C.L.; KAISKY, A.; CARVALHO, J.C. & RUY, V.M.
Efeitos de doses de enxofre em culturas de interesse
econômico. I. Capim colônia (*Panicum maximum* Jacq.).
SN Boletim Técnico, São Paulo, 3:9-22, 1984.
99. ———; ——— & OLIVEIRA S.A. de. **Avaliação do
estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.**
Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da
Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

100. MARTINEZ, H.G.P. & HAAG, H.P. Níveis críticos de fósforo em *Brachiaria decumbens* (Stapf) Prains, *Brachiaria humidicola* (Rendle Schweickardt), *Digitaria decumbens* Stent, *Hypharrhenia rufa* (Ness) Staph, *Melinis minutiflora* Pal de Beauv, *Panicum maximum* Jacq, e *Pennisetum purpureum* Schum Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 37:913- 77, 1980.
101. MASCARENHAS, H.A.A. Cálcio, Enxofre e Ferro no Solo e na Planta. Campinas, Fundação Cargil, 1977. 95p.
102. MATTOS, H.B. & WERNER, J.A. Efeitos de nitrogênio mineral e de leguminosas sobre a produção do capim colonião (*Panicum maximum*, Jacq,). Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, 36(1):147-56, 1979.
103. MEIRELLES, N.M.F.; WERNER, J.A.; ABRAMIDES, P.L.G.; CARRIEL, J.M.; PAULINO, V.T.; COLOZA, M.T. Nivel crítico de fósforo em capim-colonião cultivado em dois tipos de solos: Latossolo Vermelho Escuro e Podzólico Vermelho-Amarelo. Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, 45(1):215-32, 1988.

104. MILFORD, R. & MINSON, D.J. Intake of tropical pastures espécies. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 12, São Paulo, 1966. *Proceedings...* São Paulo, 1966.
105. MONTEIRO, F.A. & CARRIEL, J.M. Aplicação de níveis de enxofre na forma de gesso para cultivo do capim colonião em dois solos arenosos do Estado de São Paulo, *Boletim da Indústria Animal*, Nova Odessa, 44(2):335-47, 1987.
106. MONTEIRO, F.A.; LIMA, S.A.A.; WERNER, J.A. & MATTOS, H.B. Adubação potássica em leguminosas e em capim colonião adubado com níveis de nitrogênio ou consorciado com leguminosas. *Boletim da Indústria Animal*, Nova Odessa, 37(1):127-48, 1980.
107. ——— & WERNER, J.A. Efeitos das adubações nitrogenadas e fosfatadas em capim-colonião, na formação e em pasto já estabelecido. *Boletim da Indústria Animal*, Nova Odessa, 34(1):91-101, 1977.
108. MUNIZ, A.S.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. & NEVES, J.C.L. Níveis críticos de fósforo em parte aérea da soja como variável do fator capacidade de fósforo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 9:237-43, 1985.

109. MUZILLI, O.; LAURENTI, A.C.; LLANILLO, R.F.; FAGUNDES, A.C.; J.; FREGONESE, J.A.; RIBEIRO, M. de F.S. & LUGÃO, S.M.B. **Conservação do solo em sistemas de produção nas Microbacias Hidrográficas de Arenito Caiuá do Paraná. I. Clima, Solo, Estrutura Agrária e perfil da produção Agropecuária.** Londrina, IAPAR, 1990. (Boletim Técnico 33).
110. NASCIMENTO, V.M.; ISEPON, O.J. & FERNANDES, F.M. Efeito de doses de NPK nas relações K, Ca e Mg em *Brachiaria decumbens* Stapf., cultivada em Latossolo da Região do cerrado. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Campinas, 27:241, 1990. (Resumos).
111. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of beef cattle.** Washington, National Research Council/National Academic of Science, Washington, 1976. 56p.
112. ORELLANA, A.P. & HAAG, H.P. Nutrição mineral de *Andropogon gayanus* Kunth var, *bisquamulatus* (HOCHST) HACK. III. **Nível crítico de fósforo.** **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, 39:77-87, 1982

113. PAULINO, V.T.; ANTON, D.P. & COLOZZA, M.T. Problemas nutricionais de gênero *Brachiaria* e algumas relações com o comportamento animal. *Zootecnia*, Nova Odessa, SP, 25(3):215-63, jul/set. 1987.
114. PAULINO, V.T. & WERNER, J.C. Efeito das adubações nitrogenada e fosfatada e cálcica no capim-jaraguá. *Zootecnia*, Nova Odessa, 25(4):295-321, out/dez. 1983.
115. QUINN, L.R.; BISSCHOFF, G.O. & MOTT, G.O. Fertilização de pastos de capim colonião e produção de carne com novilhos zebu. *IBEC Research Institute Bulletin*, New York, 24:1961. 37p.
116. RAIJ, B. Van. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo, Piracicaba, Ceres, Potafos, 1991. p.343.
117. REID, R.L. & JUNG, G.A. Effects of elements other than nitrogen on the nutritive value of forage. In: MAYS, D.A., ed. *Forrage Fertilization*. Madison, Americana Society of Agronomy, 1974. Cap. 18, p.395-435.

118. REITH, J.W.S.; INKSON, R.H.E.; HOLMES, W.; MACLUSKY, D.S.; REID, D.; HEDDLE, R.G. & COPEMAN, G.J.F. The effects of fertilizers on herbage production. II. The effect on nitrogen, phosphorus and potassium on botanical composition. *The Journal Agricultural Science*, 63:209-19, 1964.
119. ROCHA, M. & MALAVOLTA, E. Perspectiva de demanda, comercialização e produção industrial de enxofre e micronutrientes para a agricultura. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 17, Londrina, 1986. *Anais...* Londrina, EMBRAPA/CNPSO/IAPAR/SBCS, 1988. p.277-309.
120. ROSA, I.V. Funções no metabolismo e consequências de carências e excessos. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1, Jaboticabal, 1988. *Anais...* Piracicaba, POTAFOS/CNPq, 1991. Cap.2, p.35-64.
121. SACED, M. & FOX, R.L. Influence of phosphate fertilization on Zn adsorption by tropical soils. *Soil Science Society American Journal*, Madison, 43:683, 1979.

122. SALINAS, J.G. & GUALDRÓN, R. Adaptación y requerimientos de fertilización de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweikt en la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO: Savanas, alimentos e energia, 6, Brasília, DF, 1982. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1988. p.457-71.
123. SANCHES, P.A. Suelos del Tropicos: características e manejo. San José, IICA, 1981. 660p.
124. ————. & SALINAS, J.G. Low-Input Technology for Managing Oxisols and Ultisols in Tropical America. *Advances in Agronomy*, New York, 34:280-406, 1981.
125. SCHOLLES, D.; ANGHINONI, i. & STAMMED, J.G. Efeito Residual da adubação fosfatada no rendimento, teor de P no tecido de forrageiras tropicais e no P "disponível" do solo. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, 14(2):303-10, 1982.

126. SERRÃO, E.A.S.; CRUZ, E.S.; SIMÃO NETO, M.; SOUZA, G.F. de.; BASTOS, J.B. & GUIMARÃES, M.C. de F. Resposta de três gramíneas forrageiras (*Brachiaria decumbens* Stapf, *Brachiaria ruziziensis* Germain et Everard e *Pennisetum purpureum* Schum), a elementos fertilizantes em Latossolo Amarelo textura média. Belém, IPEAN, 1971. v.1, n.2, 38p.
127. ————— & SIMÃO NETO, M. Informações sobre duas espécies de gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* na Amazônia *B. decumbens* Stapf e *B. ruziziensis* German et Everard. Belém, IPEAN, 1971. v.2,n.1, 31p.
128. SHIRLEY, R.L. & MARIANTE, A. Enxofre na nutrição de Ruminantes. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE PESQUISA DE RUMINANTES EM PASTAGENS, Viçosa, 1976. Anais... Viçosa, ESAL/EPAMIG/USAID, 1976. p.130-47.
129. SIDDIQI, M.Y. & GLASS, A.D.M. Utilization index a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilizations efficiency in plants. *Journal of Plant Nutrition*, Madison, 4(3):289-302, 1981.

130. SINGH, V.; SINGH, A.K.; VERMA, S.S. & JOSHI, Y.P. Effect of nitrogen fertilization on yield and quality of multicut tropical forrages. *Tropical Agricultural*, Trinidad, 65(2): 129-31, 1988.
131. SMITH, F.W. Tissue for assessing the phosphorus status of green panic, buffel grass and setaria. *Australian Journal Experimental Agricultural Animal Husbandry* Melbourne, 15(74):383-90, June 1975.
132. SOUZA, J.C. Composição mineral de capins do gênero brachiaria em relação a outras gramíneas. In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO SOBRE CAPINS DO GÊNERO BRACHIARIA, 1, Nova Odessa, 1986. Encontro... Nova Odessa, SAA. Coordenadoria de Pesquisa Agropecuária/Instituto de Zootecnia, 1986. Cap.4, p.1-23.
133. SOUZA, E.C.A. de. & FERREIRA, M.E. Zinco. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1, Jaboticabal, 1988. Anais... Piracicaba, POTAFOS/CNPq, 1991. Cap.5, p.219-42.
134. SUMMER, M.E. Interpretation of foliar analyses for diagnostic purposes. *Agronomy Journal*, Madison, 71:343-8, 1979.

135. TEDESCO, M.E. Perspectivas de uso de métodos de diagnose na recomendação de fertilizantes nitrogenados no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO NITROGENADA NO BRASIL, 1, Ilhéus, 1984. *Anais...* Ilhéus, CEPLAC/SBCS, 1986. 290p.
136. TEITZEL, J.K.; GILBERT, M.A. & COWAN, R.T. Sustaining productive pastures in the tropics. 6. Nitrogen fertilized grass pastures. *Tropical Grasslands*, Brisbane, 25:111-18, 1991.
137. TOLEDO, J.M. Pastures en tropico húmedo: perspectiva global. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1, Belém, 1984. *Resumos...* Belém, EMBRAPA/CPATU, 1984, p.315-6.
138. TRINDADE, D.S. & CAVALHEIRO, A.C.L. Concentrações de fósforo, ferro e manganês em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 19(1):44-57, 1990.
139. URICH, A. Physiological bases assessing the nutritional requirements of plant. *Annual Review Plant Physiology*, Palo Alto, 3:207-228, 1952.
140. VETTORI, L. *Métodos de análises do solo*. Rio de Janeiro, Ministério da agricultura, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7).

141. VICENTE-CHANDLER, J.; PEARSON, R.W.; ABRUNA, F. & SILVA, S. Potássium fertilization of intensively managed grasses under humid conditions. *Agronomy Journal*, Madison, 54(5):450-3, 1962.
142. —————; SILVA S. & FIGARELLA, J. The effect of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of three tropical grasses. *Agronomy Journal*, Madison, 51(4):202-6, 1959.
143. VILELA, H.; SANTOS, E.J. dos.; VALENTE, J.O.; SILVESTRE, J.R.A. Efeito da adubação nitrogenada sobre a produtividade de pastagens de *Brachiaria decumbens*. *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Goiânia, 18:85, 1981. (Resumos).
144. VÍTTI, G.C.; MALAVOLTA, E. & FERREIRA, M.E. Respostas de culturas anuais e perenes à aplicação de enxofre. In: SIMPÓSIO SOBRE ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1, Londrina, 1986. *Anais...Londrina*, EMBRAPA-CNPSO/IAPAR/SBCS, 1988. Cap.3, p.61-86.

145. VITTI, G.C.; & NOVAIS, N.J. Adubação com enxofre. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1, Nova Odessa, 1985. Anais... Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.191-231.
146. WEBER, O.L.S. & HAAG, H.P. Nutrição mineral do *Panicum maximum* cv. Makueni. I. Crescimento, concentração e extração dos macronutrientes. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 41(2):761-93, 1984.
147. WERNER, J.C. Adubação de pastagens. Nova Odessa, Instituto de Zootecnia, 1984. 49p. (Boletim Técnico, 18).
148. WERNER, J.C. Adubação potássica. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1, Nova Odessa, 1985. Anais...Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.175-90.
149. ————. & HAAG, H.P. Estudos sobre a nutrição mineral de alguns capins tropicais. Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, 29(1):191-245, 1972.

150. WERNER, J.C.; KALIL, E.B.; GOMES, F.P.; PEDREIRA, J.V.S.; ROCHA, G.L.; SARTINI, H.J. Competição de adubos fosfatados. *Boletim da Indústria Animal*, São Paulo, 25:139-49, 1968.
151. ————— & MONTEIRO, F.A. Efeitos das adubações fosfatada e potássica na produção de um pasto consorciado de gordura com centrosema. *Boletim da Indústria Animal*, São Paulo, 31(2):301-12, 1974.
152. —————. & MONTEIRO, F.A. Respostas das pastagens e aplicação de enxofre. In: SIMPÓSIO SOBRE ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1, Londrina, 1986. *Anais...* Londrina, EMBRAPA-CNPSO/IAPAR/SBCS, 1988. Cap.4., P.87-102.
153. —————; PEDREIRA, J.V.S. & QUAGLIATO, J.C. Ensaio exploratório de fertilização de capim colônia com solo de sertãozinho. *Boletim da Indústria Animal*, Nova Odessa, 24(único):155-8, 1967.

154. WHELLER, J.L.; HEDGES, D.A.; ARCHER, K.A. & HAMILTON, B.A.
Effect of nitrogen, sulfur and phosphorus fertilizer on the production, mineral content and cyanide potential of forage sorghum. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, East Melbourne, 20:330-8, 1980.
155. WILKINSON, S.R. & LANGDALE, G.W. Fertility need of the warm-season grasses, In: MAYS, D.A. **Forage Fertilization**. Madison, American Society of Agronomy, 1974. Cap.6, p.119-45.
156. WOODHOUSE JR., W.W. Long-term fertility requirements of Coastal Bermuda grass. III. Sulfur. **Agronomy Journal**, Madison, 61:705-8, 1969.
157. ZAGO, C.P. & GOMIDE, J.A. Valor nutritivo e produtividade do capim colônia, submetido a diferentes intervalos de corte com e sem adubação de reposição. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 11(3):512-28, 1982.
158. ZUNIGA, M.C.P. Avaliação de treze gramíneas forrageiras para corte com e sem adubação. Viçosa, UFV, 1966. 66p. (Tese Mestrado).

APÉNDICE

APÊNDICE 1. Resumo da análise de variância e regressão da produção de matéria seca da parte aérea (1^o, 2^o e 1^o + 2^o cortes) e número de perfilhos por planta em função das doses de N, P, K e S aplicadas.

Causa da variação	G.L.	Quadrado médio			
		1 ^o corte	2 ^o corte	total	perfilhos
Nitrogênio(N)	4	598,69*	348,87*	1676,63*	41,08*
Forageiras(F)	1	79,54*	11,96*	153,24*	365,40*
Interação NxF	4	2,12**	9,76*	15,62***	15,11*
Fósforo(P)	4	1051,24*	168,38*	1944,16*	52,33*
Forageiras(F)	1	39,95*	56,55*	191,57*	462,56*
Interação PxF	4	5,17***	2,07ns	6,08ns	13,94*
Potássio(K)	4	807,97*	248,66*	1954,07*	20,50*
Forageiras(F)	1	79,09*	24,71*	188,60*	497,76*
Interação KxF	4	1,71ns	3,85*	4,16ns	8,76*
Enxofre(S)	4	297,99*	123,82*	779,11*	25,82*
Forageiras(F)	1	52,11*	20,93*	139,10*	462,72*
Interação SxF	4	2,99ns	3,87***	2,05ns	15,87*
N: braq.	RL 1		875,16*		
	RQ 1	562,95*		3150,90*	142,99*
N: colon.	RL 1		504,80*		
	RQ 1	476,13*		639,14*	2,89***
P: braq.	RQ 1				119,92*
	RRQ 1	481,05*	33,85*	442,16*	
P: colon.	RQ 1				12,09*
	RRQ 1	200,84*	20,43*	154,76*	
K: braq.	RQ 1	429,19*	127,53*	1025,60*	21,80*
K: colon.	RQ 1	323,36	119,83*	836,90*	ns
S: braq.	RQ 1				79,76*
	RRQ 1	22,01*	88,58*	122,64*	
S: colon.	RQ 1				
	RRQ 1	21,84*	49,86*	232,92**	ns
Resíduo	N 20	4,05	1,43	4,95	0,72
	P 20	1,49	2,57	4,60	0,21
	K 20	3,13	0,82	4,20	0,99
	S 20	1,71	1,07	2,79	0,44
C.V.(%)	N	7,74	8,84	5,26	13,51
	P	4,52	9,74	4,94	7,42
	K	6,60	7,50	5,30	14,16
	S	4,26	7,55	5,75	9,61

*; **; ***: ns: significativo a 5%; 1%; 0,1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

APÊNDICE 2. Resumo da análise de variância e regressão do teor de N, P, K e S na parte aérea (1^o e 2^o corte) em função das doses de N, P, K e S aplicadas.

Causa da variação	G.L.	Quadrado médio		
		1 ^o corte	2 ^o corte	Folhas
Nitrogênio(N)	4	4,06*	0,15*	8,75*
FORAGEIRAS(F)	1	0,15*	0,01**	0,0004ns
Interação Nx F	4	0,07*	0,04*	0,28*
Fósforo(P)	4	0,48*	0,60*	1,11*
FORAGEIRAS(F)	1	0,03*	0,16*	0,002ns
Interação Px F	4	0,03*	0,03*	0,002ns
Potássio (K)	4	4,74*	1,55*	1,54*
FORAGEIRAS(F)	1	0,01*	0,24*	0,05*
Interação Kx F	4	0,03*	0,12*	0,20*
Enxofre(S)	4	0,09*	0,18*	0,05*
FORAGEIRAS(F)	1	0,002**	0,007*	0,001ns
Interação Sx F	4	0,002*	0,006*	0,004*
N: braq. RL	1	7,04*		12,94*
RRQ				
N: colon. RL	1	9,07*		22,57*
RQ	1		0,09*	
P: braq. RL	1	0,56*	0,71*	2,16*
P: colon. RL	1	1,46*	1,74*	2,01*
K: braq. RL	1	9,96*	1,84*	5,37*
K: colon. RL	1	0,07*	4,52*	
RQ	1			0,12*
S: braq. RL	1	0,12*		
RQ	1		0,12*	0,007*
S: colon. RL	1	0,23*		0,12*
RQ	1		0,33*	
Resíduo	N 20	0,002	0,001	0,003
	P 20	0,0006	0,0003	0,0009
	K 20	0,0005	0,0008	0,002
	S 20	0,002	0,0004	0,0004
C.V.(%)	N	6,21	7,10	7,08
	P	6,88	9,93	6,12
	K	8,83	9,40	9,53
	S	7,82	8,52	11,91

*; **; ***; ns; significativo a 5%; 1%; 0,1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

APÊNDICE 3. Resumo da análise de variância e regressão do teor (T) e acumulação (A) de nitrogênio em função das doses de N, P, K e S aplicadas.

Causa da variação	G.L.	Quadrado médio				
		T1°C	A1°C	T2°C	A2°C	A1° + 2°C
Nitrogênio(N)	4	4,06*	536950,99*	0,15*	40017,77*	867606,78*
FORAGEIRAS(F)	1	0,15*	68376,95*	0,01**	110,32ns	73982,57*
Interação NxF	4	0,07*	6105,63ns	0,04*	1059,54*	4265,98*
Fósforo(P)	4	2,85*	272618,78*	6,68*	8336,39*	197597,32*
FORAGEIRAS(F)	1	0,000002ns	101069,64*	0,82*	159,39*	93201,61*
Interação PxF	4	0,96	19404,87*	0,16*	1833,01***	24935,24*
Potássio(K)	4	4,47*	80037,91*	15,27*	540231,29*	809719,04*
FORAGEIRAS(F)	1	0,20*	53860,69*	0,20*	10931,48**	16229,15***
Interação KxF	4	0,64*	15599,13*	6,37*	26671,69*	48940,32*
Enxofre(S)	4	0,63*	35002,72*	1,43*	6866,14*	
FORAGEIRAS(F)	1	0,18*	104381,50*	0,21*	1449,07***	66583,45*
Interação SxF	4	0,25*	7074,63*	0,16*	1748,90**	81232,94*
N: braq. RL	1	7,04*	1104260,66*		97415,03*	1857621,06*
RRQ	1			0,130**		
N: colon. RL	1	9,08*	1016599,17*		62308,11*	1582256,51*
RQ	1			0,09*		
P: braq. RQ	1	0,41*				
RRQ	1		22773,84*	1,474*	107340,13*	1765671,22*
P: coln. RQ	1	5,43*			21435,97*	1546452,02*
RRQ	1		26570,46*	0,271*		
RL	1			3,47*	540231,29*	70400,57*
K:braq. RQ	1					
RRQ	1	1,56**	113574,86**			
K:colon. RL	1			5,34*	495332,86*	
RQ	1	11,12*	51765,45*			36098,13*
RRQ	1					
S: braq. RRQ	1	0,07*	58311,57**	0,86*	5509,30**	74986,59*
S:colon. RL	1				9150,61*	
RQ	1		26382,65*			4700,88***
RRQ	1	0,24*		0,02*		
Residuo	N 20	0,002	2769,07	0,001	92,72	2992,73
	P 20	0,003	664,46	0,003	628,82	1746,28
	K 20	0,003	1178,42	0,001	1213,24	2171,10
	S 20	0,003	704,63	0,005	304,49	1019,90
C.V. (%)	N	6,21	11,05	7,20	7,87	9,79
	P	8,63	5,33	9,48	11,68	5,98
	K	8,54	6,60	11,21	8,97	5,24
	S	8,20	5,02	5,23	9,87	9,52

*; **; ***; ns: signif. a 5%; 1%: 0,1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

APÊNDICE 4. Resumo da análise de variância e regressão do teor (T) e acumulação (A) de fósforo em função das doses de N, P, K e S aplicadas.

Causa da variação	G.L.	Quadrado médio					
		T1°C	A1°C	T2°C	A2°C	A1° + 2°C	
Nitrogênio(N)	4	0,006**	14763,11**	0,011*	8335,63*	42830,79*	
FORAGEIRAS(F)	1	0,039*	265,05ns	0,237*	543,57ns	73982,57*	
Interação Nx F	4	0,037*	1378,25*	0,018*	712,68***	4265,98*	
Fósforo(P)	4	0,487*	58649,47*	0,600*	15431,61*	131379,76*	
FORAGEIRAS(F)	1	0,029*	364,79***	0,167*	1634,97*	3544,31*	
Interação Px F	4	0,34*	1367,23*	0,029*	467,91*	3251,73*	
Potássio(K)	4	4,068*	12625,63*	0,75*	7493,46*	39256,80*	
FORAGEIRAS(F)	1	0,63**	84,14ns	0,00008ns	700,43*	1270,09***	
Interação Kx F	4	0,004***	279,71,ns	0,208*	933,20*	1881,86*	
Enxofre(S)	4	0,042*	3529,63*	0,257*	804,51*	7364,48*	
FORAGEIRAS(F)	1	0,076*	348,99ns	0,141*	1340,28*	3056,85**	
Interação Sx F	4	0,045*	698,80***	0,018*	335,07***	1110,35***	
N: braq. RQ	1	0,10**	33515,92*	0,037*	606,10*	16104,71*	
N: colon. RL	1	0,020*			20283,72*		
	RQ	1	13253,68*			17880,60*	
	RRQ	1		0,0008**			
P: braq. RL	1	0,560*		0,714*			
	RQ	1	2346,51*		460,65*	4486,51*	
P: colon. RL	1	1,461*	143266,19*	1,744*	40357,56*	336221,79*	
	RQ	1	0,022*	0,027*			
K:braq. RRQ	1		8051,60*		2693,00*	20061,92*	
K:colon. RQ	1	0,095*	2972,41*	0,288*			
	RRQ	1			16412,83*	63781,15**	
S: braq. RQ	1	ns			1144,64**		
	RRQ	1	3,01**	0,291*		1933,33**	
S:colon. RRQ	1	0,27*	ns	0,014**	1380,44**	2023,72*	
			0,001	137,87	0,001	38,81	210,85
Resíduo	P	20	0,0006	64,93	0,003	32,34	119,84
	K	20	0,001	136,31	0,009	1213,24	164,50
	S	20	0,001	218,15	0,001	81,08	359,61
	N		7,78	10,07	7,15	9,52	7,93
C.V.(%)	P		6,88	7,02	9,93	8,83	6,12
	K		6,79	8,39	8,64	8,97	8,26
	S		7,68	9,50	9,69	11,56	8,12

*, **, ***; ns: signif. a 5%: 1%: 0,1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

APÊNDICE 5. Resumo da análise de variância e regressão do teor (T) e acumulação (A) de potássio em função das doses de N, P, K e S aplicadas.

Causa da variação	G.L.	Quadrado médio					
		T1°C	A1°C	T2°C	A2°C	A1° + 2°C	
Nitrogênio(N)	4	0,939*	144379,45**	1,66*	32224,27*	286747,31*	
FORAGEIRAS(F)	1	0,998*	99403,49*	0,49*	10666,83*	44931,38*	
INTERAÇÃO NxF	4	0,069*	9370,91*	0,13*	2187,88***	4513,31*	
Fósforo(P)	4	2,205*	233762,13*	0,038*	4464,23*	235182,63*	
FORAGEIRAS(F)	1	0,008ns	23286,08*	0,00003ns	334,56ns	18039,04*	
INTERAÇÃO Px F	4	0,068*	3218,36*	0,008*	2151,68**	5372,28**	
Potássio(K)	4	4,740*	892072,34*	1,555*	60246,70*	1269422,32*	
FORAGEIRAS(F)	1	0,011*	26957,48*	0,243*	5630,43*	142,68ns	
INTERAÇÃO KxF	4	0,031*	5926,47*	0,125*	1624,02*	3841,98ns	
Enxofre(S)	4	0,810*	21885,82*	2,805*	3774,14*	26264,95*	
FORAGEIRAS(F)	1	0,020*	43258,31*	0,528*	4259,99*	25898,28**	
INTERAÇÃO SxF	4	0,081*	3245,84*	0,056*	626,66***	5569,79*	
N: braq.	RQ	1		0,103*	6171,01**		
	RRQ	1				175612,49*	
N: colon.	RQ	1	0,246*	0,133*	3922,04***		
	RRQ	1				93175,42*	
P: braq.	RQ	1			5771,94*		
	RRQ	1	0,892*	65435,51*	0,109	59370,37*	
	RL	1			7178,95*		
P: colon.	RQ	1			204021,76*		
	RRQ	1	0,012*	0,302		182348,04*	
K:braq.	RL	1	0,96*	1999395,01*	1,84*	2285150,32*	
K:colon.	RL	1	8,07*	1506606,44*	4,52*	160426,03*	
S:braq.	RQ	1			3,34*	ns	
	RRQ	1	0,038*	3270,72*		5663,35*	
S:colon:	RQ	1		18287,65*		ns	
	RRQ	1	0,49*		1,75*	41137,62*	
Resíduo	N	20	0,001	1137,44	0,003	599,83	1031,01
	P	20	0,004	446,55	0,002	337,96	1030,47
	K	20	0,0005	506,34	0,0008	100,95	1176,88
	S	20	0,0009	469,96	0,001	206,17	739,89
C.V.(%)	N		8,69	9,55	9,45	13,54	6,18
	P		8,35	9,46	3,28	9,29	5,42
	K		8,35	5,64	8,40	10,02	16,75
	S		6,80	4,08	5,50	8,38	9,34

*; **; ***; ns: signif. a 5%; 1%: 0,1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

APÊNDICE 6. Resumo da análise de variância e regressão do teor (T) e acumulação (A) de enxofre em função das doses de N, P, K e S aplicadas.

Causa da variação	G.L.	Quadrado médio				
		T1°C	A1°C	T2°C	A2°C	A1° + 2°C
Nitrogênio(N)	4	0,022*	3741,71*	0,028*	3835,39*	11203,49*
FORAGEIRAS(F)	1	0,006	1,40ns	0,00008ns	19,21ns	10,47ns
Interação NxF	4	0,003	177,24**	0,009*	177,42**	165,76ns
Fósforo(P)	4	0,006*	5457,55*	0,039*	2470,39*	14014,75*
FORAGEIRAS(F)	1	0,006**	165,34ns	0,00003ns	700,44**	185,12ns
Interação PxF	4	0,002**	45,89ns	0,008*	383,72*	585,42***
Potássio(K)	4	0,013*	5484,96*	0,058*	4084,02*	17461,24*
FORAGEIRAS(F)	1	0,026*	117,49***	0,010**	33,64ns	25,41ns
Interação KxF	4	0,003*	94,22***	0,058*	275,06*	425,81*
Enxofre(S)	4	0,091*	10316,07*	0,186*	5464,79*	27052,83*
FORAGEIRAS(F)	1	0,002*	22,22ns	0,007*	0,002ns	0,02ns
Interação SxF	4	0,002*	245,11	0,006*	220,01*	1985,01*
N: braq. RL	1			0,094*		
RQ	1	0,008*			1361,07*	
RRQ	1		110,87			7672,19*
N: colon. RL	1	0,45*			8802,87*	
RRQ	1		1359,09*	0,001*		7791,45*
P: braq. RQ	1	0,005**		0,033*		
RRQ	1		4182,62*		783,31*	3309,82*
P: colon. RQ	1	0,006**		0,014*		
RRQ	1		6182,67*		1335,98**	13332,36*
K: braq. RL	1					
RQ	1		164,58***	0,016*	4440,24*	6315,15*
RRQ	1	0,001*				
K: colon. RQ	1	0,007*			2908,49*	
RRQ	1		6789,18*	0,020**		21660,13*
S: braq. RL	1	0,127*				
RQ	1		743,35*	0,119*	4320,20*	8648,07*
S: colon. RL	1	0,234*				
RQ	1		310,38**	0,063*	1287,59*	3604,52*
Resíduo	N 20	0,0003	32,67	0,006	37,77	81,14
	P 20	0,0005	50,96	0,006	54,33	141,34
	K 20	0,0003	29,70	0,001	12,03	43,84
	S 20	0,0002	25,22	0,0004	16,47	90,78
C.V.(%)	N	6,64	8,24	7,85	11,21	7,19
	P	9,69	11,99	7,44	13,69	10,48
	K	6,18	8,03	8,99	7,35	7,53
	S	7,82	8,12	8,58	11,43	9,91

*, **, ***; ns: signif. a 5%: 1%: 0,1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

APÊNDICE 7. Resumo da análise de variância e regressão do teor (T) e acumulação (A) de cálcio em função das doses de N, P, K e S aplicadas.

Causa da variação	G.L.	Quadrado médio					
		T1°C	A1°C	T2°C	A2°C	A1° + 2°C	
Nitrogênio(N)	4	0,016*	8562,05*	0,089	19987,61*	44627,18*	
FORAGEIRAS(F)	1	0,010*	67,62ns	0,073*	85,34ns	1,06ns	
INTERAÇÃO NxF	4	0,0006ns	35,52ns	0,006*	374,74***	328,48ns	
Fósforo(P)	4	0,025*	12077,72*	0,359*	16627,59*	55410,11*	
FORAGEIRAS(F)	1	0,037*	665,71**	0,125*	41,77ns	1040,99***	
INTERAÇÃO Px F	4	0,009*	497,26*	0,033*	1159,50*	2976,36*	
Potássio(K)	4	0,154*	5207,95*	0,421*	14376,11*	35492,96*	
FORAGEIRAS(F)	1	0,270*	4339,70*	0,012*	1759,07*	11624,19*	
INTERAÇÃO KxF	4	0,040*	1154,20*	0,539*	4654,30*	425,81*	
Enxofre(S)	4	0,028*	8133,43*	0,166*	14409,04*	35421,72*	
FORAGEIRAS(F)	1	0,047*	1883,69*	0,408*	3146,54*	9899,03*	
INTERAÇÃO SxF	4	0,002**	246,66**	0,017*	697,25*	1771,65*	
N: braq. RQ	1			0,107*	849,89**	18172,75*	
RRQ	1	0,001**	403,41*				
N: colon. RQ	1			0,099*	2521,76*		
RRQ	1	0,005**	606,97*			40172,34*	
P: braq. RRQ	1	0,006***	8408,65*	0,256*	5637,88*	88426,76*	
P: colon. RQ	1	0,043*	3169,65*	0,053*			
RRQ	1				18740,56*	80445,81*	
K: braq. RL	1			0,399*			
RQ	1	0,009*					
RRQ	1		266,09**		337,49**	46,52*	
K: colon. RQ	1	0,090*	5221,06*	0,965*	12598,06*	37198,23*	
S: braq. RQ	1			0,242*			
RRQ	1	0,019*	1866,02*		7041,85***	20666,60**	
S: colon. RQ	1	0,022*					
RRQ	1		3510,59*	0,046***	5530,82**	2402,88*	
Residuo	N	20	0,0002	73,86	0,0005	92,36	164,81
	P	20	0,0005	48,89	0,0008	110,44	201,67
	K	20	0,0005	94,63	0,0006	78,07	173,46
	S	20	0,0003	51,55	0,0009	76,45	154,12
C.V.(%)	N		7,20	9,49	3,46	9,79	6,87
	P		7,07	8,43	8,22	8,99	7,10
	K		5,46	9,80	9,04	8,49	6,48
	S		6,09	12,86	4,56	9,21	6,38

*; **; ***; ns: signif. a 5%; 1%: 0,1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

APENDICE 8. Resumo da análise de variância e regressão do teor (T) e acumulação (A) de magnésio em função das doses de N, P, K e S aplicadas.

Causa da variação	G.L.	Quadrado médio			
		T1°C	A1°C	T2°C	A2°C
Nitrogênio(N)	4	0,005*	2914,61*	0,006*	657,25*
Forragelras(F)	1	0,013*	2522,48*	0,014*	1140,73*
Interação NxF	4	0,001**	174,28**	0,0007**	12,84**
Fósforo(P)	4	0,006*	2881,96*	0,011*	4380,38*
Forragelras(F)	1	0,0004**	330,60**	0,020*	146,21**
Interação PxF	4	0,0004**	29,44**	0,0007**	20,98**
Potássio(K)	4	0,051*	762,92*	0,005*	484,83*
Forragelras(F)	1	0,0001**	605,34**	0,012*	35,07**
Interação KxF	4	0,003**	172,64**	0,089*	213,04*
Enxofre(S)	4	0,002**	1358,63*	0,19*	273,01*
Forragelras(F)	1	0,0007**	603,37**	0,011*	67,29**
Interação SxF	4	0,002**	99,07**	0,0004**	19,40**
N: braq. RL	1	0,0016**	217,23*	0,002**	192,22*
N: colon. RQ	1	0,0002**	417,83*	0,0007**	179,83**
P: braq. RQ	1	0,0044**	663,57*	0,0006**	151,01**
P: colon. RQ	1	0,0004**	880,47**	0,0006**	151,01**
K: braq. RQ	1	0,017**	621,71**	0,068*	208,61*
K: colon. RQ	1	0,073*	192,76*	0,043*	1055,78**
S: braq. RL	1	0,014*			
RQ	1	ns			
S: colon. RQ	1	ns	2088,36**	0,0001*	368,96*
RQ	1	ns			
RQ	1	ns	372,01**	0,0030**	160,66*
Resíduo	20	0,0001	31,09	0,0003	10,89
P	20	0,0004	25,50	0,0002	14,46
K	20	0,0005	69,97	0,0002	6,49
S	20	0,0005	49,49	0,0001	4,74
N	20	0,0001	6,51	9,75	14011
C.V.(%)	N	6,51	10,54	9,75	14011
	P	10,61	10,88	7,90	14,90
	K	10,48	15,94	7,85	10,96
	S	12,04	12,11	7,45	10,12

*; **; ***; ns: signif. a 5%; 1%; 0,1% de probabilidade e ns: significativo, respectivamente.

APÊNDICE 9. Resumo da análise de variância e regressão do teor (T) e acúmulo (A) de boro em função das doses de N, P, K e S aplicadas.

Causa da variação	G.L.	Quadrado médio				
		T1°C	A1°C	T2°C	A2°C	A1° + 2°C
Nitrogênio(N)	4	35,05*	0,057*	19,45*	0,081*	0,254*
Forrageiras(F)	1	851,20*	0,324*	5,62ns	0,343*	10,47ns
Interação NXF	4	28,35*	0,008ns	25,32*	0,004**	0,011***
Fósforo(P)	4	243,41*	0,174*	53,91*	0,020*	0,236*
Forrageiras(F)	1	1513,57*	0,504*	87,65*	0,020*	37,11ns
Interação PXF	4	110,67*	0,067*	4,08ns	0,020*	37,11ns
Potássio(K)	4	354,28*	0,036*	96,70*	484,83*	1537,16***
Forrageiras(F)	1	2360,13*	0,806*	2,27ns	0,004**	0,925*
Interação KXF	4	189,93*	0,008**	132,09*	0,003*	0,018*
Enxofre(S)	4	16,68*	0,087*	12,56**	0,032*	0,222*
Forrageiras(F)	1	716,38*	0,585*	191,01*	0,016*	0,797**
Interação SXF	4	20,05*	0,034*	1,37ns	0,0002ns	0,37*s
N: braq. RL	1	1	1	0,138*		
RQ	1	0,23***				
RRQ	1	0,20**	30,03***		0,008**	0,103*
N:colon. RQ	1	1	0,100**	ns		0,052*
RRQ	1	22,51		108,25*		0,103*
P:braq. RL	1	1	0,126**			0,052*
RRQ	1	67,55*		61,23*		0,263*
P:colon. RL	1	1	0,327*			0,263*
RRQ	1	118,27*		30,22*		0,003*
K:braq. RL	1	1	0,007**		0,020***	0,003*
RRQ	1	4,68***		303,28		0,003*
K:colon. RQ	1	1	0,007**			0,003*
RRQ	1	671,56		0,20***		0,003*
S:braq. RL	1	1	0,004***			0,004*
RRQ	1	17,34*		ns		0,004*
S:colon. RRQ	1	1	0,004***		ns	0,004*
RRQ	1	5,59**		ns		0,004*
N	20	3,45	0,003	2,62	0,0006	0,004*
P	20	2,24	0,24	53,91	0,0004	0,001
K	20	0,78	0,001	0,95	0,0006	0,001
S	20	0,63	0,0007	2,62	0,0006	0,001
C.V.(%)						
N		14,68	19,12	9,80	11,54	12,17
P		9,59	9,83	12,66	10,27	6,91
K		5,26	9,51	6,72	10,27	8,04
S		12,04	12,11	7,45	10,12	9,75

*; **; ***; ns: signif. a 5%; 1%; 0,1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

APÊNDICE 10. Resumo da análise de variância e regressão do teor (T) e acumulação (A) de cobre em função das doses de N, P, K e S aplicadas.

Causa da variação	G.L.	Quadrado médio					
		T1°C	A1°C	T2°C	A2°C	A1° + 2°C	
Nitrogênio(N)	4	3,55*	0,048*	5,60**	0,030*	0,147*3*	
FORAGEIRAS(F)	1	3,30**	0,015*	17,05*	0,001ns	0,007**	
Interação NxP	4	0,82***	0,001***	1,74ns	0,0002ns	0,0005ns	
Fósforo(P)	4	37,12*	0,122*	38,67*	0,007*	0,186*	
FORAGEIRAS(F)	1	6,86***	0,052*	28,89*	0,00003ns	0,055*	
Interação PxP	4	18,74*	0,009*	1,04ns	0,0004ns	0,008**	
Potássio(K)	4	59,53*	0,027*	20,86*	0,031*	0,116*	
FORAGEIRAS(F)	1	0,04ns	0,015*	34,00	0,0002ns	0,019**	
Interação KxP	4	2,82***	0,002***	111,31*	0,002**	0,001ns	
Enxofre(S)	4	11,54*	0,41*	6,79*	0,010*	0,087*	
FORAGEIRAS(F)	1	4,24***	0,019*	30,82*	0,0004ns	0,014**	
Interação SxP	4	4,58*	0,003***	2,11***	0,0005ns	0,005**	
N: braq.	RL	1			0,053*		
	RQ	1		ns		0,064*	
	RRQ	1	6,35**	0,52*			
N: colon.	RL	1	2,81**				
	RQ	1		0,26*	5,25***	0,004**	0,053*
P: braq.	RQ	1	19,00**				
	RRQ	1		0,064*	5,32**	0,005***	0,105*
P: colon.	RL	1	25,39*			0,012*	
	RQ	1			53,55*		
	RRQ	1		0,038*			0,091*
K: braq.	RRQ	1	16,38*	0,044**	31,57**	0,014*	0,110**
K: colon.	RQ	1					
	RRQ	1	79,66*	0,007*	96,58*	0,058**	0,113**
S: braq.	RL	1	48,88*		ns		
	RQ	1					
	RRQ	1		0,061**			0,119*
S: colon.	RL	1	3,43***				
	RRQ	1		0,15**	12,79***	0,002**	0,029**
Resíduo	N	20	0,27	0,0004	0,87	0,0005	0,0009
	P	20	1,31	0,0005	1,56	0,0007	0,0016
	K	20	0,95	0,0008	0,82	0,0004	0,0015
	S	20	0,59	0,0008	0,75	0,0002	0,0011
C.V.(%)	N		6,52	9,59	9,64	17,60	8,72
	P		10,16	8,27	11,34	16,40	8,80
	K		9,21	11,52	7,82	13,40	9,95
	S		9,08	10,82	8,18	9,55	8,3475

*; **; ***; ns: signif. a 5%; 1%: 0,1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

APÊNDICE 11. Resumo da análise de variância e regressão do teor (T) e acumulação (A) de ferro em função das doses de N, P, K e S aplicadas.

Causa da variação	G.L.	Quadrado médio					
		T1°C	A1°C	T2°C	A2°C	A1° + 2°C	
Nitrogênio(N)	4	4848,45*	18,92*	25497,73*	23,93*	82,78*	
FORAGEIRAS(F)	1	1193,71*	1,05***	67032,64*	19,63*	29,78*	
Interação NxF	4	7149,16*	6,51*	10431,47*	1,72*	8,54*	
Fósforo(P)	4	20530,19*	14,26*	20170,95*	11,80*	50,97*	
FORAGEIRAS(F)	1	2418,83*	4,98*	11422,31*	12,39*	33,07*	
Interação Px F	4	1277,92*	1,77*	8048,06*	3,07*	6,31*	
Potássio(K)	4	7061,58*	10,93*	23019,57*	14,68*	47,15*	
FORAGEIRAS(F)	1	601,83**	1,44**	211817,81*	33,90*	49,10*	
Interação KxF	4	2181,90*	1,61*	12893,16*	1,03*	4,62*	
Enxofre(S)	4	4332,57*	11,73*	14097,22*	6,77*	27,21*	
FORAGEIRAS(F)	1	5905,80*	9,64*	62085,62*	15,84*	50,20*	
Interação SxF	4	6711,92*	7,09*	4812,51*	1,48*	5,49*	
N: braq. RL	1	35089,26*					
RQ	1		1,10**	86392,53*	9,14*	16,61*	
N: colon. RL	1	256,09**		24497,44*	33,19*		
RRQ	1		1,91*			53,35*	
P: braq. RQ	1		13,48*	386324,89*	26,88*		
RRQ	1	1907,24*				78,43*	
P: colon. RQ	1			7082,74*			
RRQ	1	12181,84*			1,44*	5,30*	
K: braq. RQ	1	1696,43*	4,63*		17,60*	40,29*	
RRQ	1			1155,93***			
K: colon. RQ	1	4939,35*	4,03*	51120,81*			
RRQ	1				2,52**	15,81*	
S: braq. RL	1		25,23*				
RQ	1			5857,06*	23,56*	28,85*	
RRQ	1	11005,43**					
S: colon. RQ	1	6619,83*	19,64*	1482,71***	2,96*		
RRQ	1					4,90*	
Residuo	N	20	56,32	0,136	154,62	0,135	0,146
	P	20	44,62	0,059	164,13	0,118	0,168
	K	20	44,59	0,095	256,48	0,079	0,158
	S	20	72,19	0,009	225,63	0,070	0,230
C.V.(%)	N		5,42	9,75	5,87	11,63	5,50
	P		8,69	7,05	6,63	10,34	6,06
	K		5,12	9,50	6,37	8,61	6,10
	S		6,02	7,91	7,23	9,51	6,76

*; **; ***; ns: signif. a 5%; 1%; 0,1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

APÊNDICE 12. Resumo da análise de variância e regressão do Teor (T) e acumulação (A) de manganês em função das doses de N, P, K e S aplicadas.

Causa da variação	G.L.	Quadrado médio					
		T1°C	A1°C	T2°C	A2°C	A1° + 2°C	
Nitrogênio(N)	4	149431,78*	559,81*	7779672,94*	4812,67*	8493,92*	
FORAGEIRAS(F)	1	197374,86*	6,19ns	12588321,36*	1473,78*	1671,04*	
Interação NxF	4	34867,55*	12,35***	651914,82*	159,63*	161,09*	
Fósforo(P)	4	16827,07ns	964,27*	8184512,22*		6588,98*	
FORAGEIRAS(F)	1	368439,07**	66,63*	9174107,45*		1219,72*	
Interação Px F	4	86232,77***	39,99*	2454529,24**		824,54*	
Potássio(K)	4	66865,35*	486,38*	6720474,58*	3762,74*	6861,99*	
FORAGEIRAS(F)	1	1212479,68*	430,31*	6663800,03*	1925,44*	4188,06*	
Interação KxF	4	50079,29*	35,63*	7561188,20*	446,67*	671,97*	
Enxofre(S)	4	106250,69*	467,47*	6804035,88*	3004,68*	5533,88*	
FORAGEIRAS(F)	1	359444,21*	175,16*	18332060,48*	2934,56*	4543,62*	
Interação SxF	4	46693,31*	60,37*	2597998,31*	327,47*	525,82*	
N: braq. RQ	1	162861,84*	443,91*	7171085,90*	602,42*	2080,56*	
N: colon. RQ	1	25069,58**	402,17*	9752202,87*	1899,70*	4050,01*	
P: braq. RQ	1	ns	357,46*	3798420,93*		5697,88*	
P: colon. RQ	1	ns	422,23*	4471224,21*		4147,85*	
	RRQ						
K: braq. RQ	1	44457,89*	188,55*	486839,46*	2295,82*	3819,71*	
K: colon. RQ	1	14624,05***			3997,23*	6835,52*	
	RRQ		518,87*	5743988,38**			
S: braq. RQ	1				2915,98*	5620,69*	
	RRQ	124927,76*	108,93*	326237,98**			
S: colon. RQ	1	41012,76*	312,42*		4378,99*		
	RRQ			5751869,64*		4434,53*	
Resíduo	N	20	1636,79	2,94	19424,48	20,29	20,46
	P	20	29967,88	2,74	2417,87	1,21	20,88
	K	20	3053,13	3,05	26877,76	8,05	8,20
	S	20	2417,87	1,21	72788,85	16,47	16,57
C.V.(%)	N		5,74	8,89	8,45	10,54	7,29
	P		28,33	7,63	8,22	4,14	6,80
	K		7,95	7,22	5,06	6,51	8,22
	S		8,22	8,14	8,66	9,03	6,91

*; **; ***; ns: signif. a 5%; 1%: 0,1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

APÊNDICE 13. Resumo da análise de variância e regressão do Teor (T) e acumulação (A) de zinco em função das doses de N, P, K e S aplicadas.

Causa da variação	G.L.	Quadrado médio				
		T1°C	A1°C	T2°C	A2°C	A1° + 2°C
Nitrogênio(N)	4	708,06*	1,81*	418,69*	1,15*	5,77*
FORAGEIRAS(F)	1	3738,60*	4,62*	738,14*	0,02***	3,98*
Interação NxF	4	163,72*	0,27*	43,26*	0,02***	0,30*
Fósforo(P)	4	806,25*	1,88*	105,59*	0,80*	2,56*
FORAGEIRAS(F)	1	5117,95*	4,40*	4572,96*	6,18*	4,65*
Interação PxF	4	197,64*	0,27*	124,36*	0,17*	0,27*
Potássio(K)	4	761,03*	0,95*	252,39*	0,58*	2,98*
FORAGEIRAS(F)	1	2247,61*	3,09*	1263,47*	0,001ns	2,96*
Interação KxF	4	163,20*	0,22*	6617,71*	0,11*	0,19*
Enxofre(S)	4	105,59*	0,80*	1853,39*	0,15*	1,55*
FORAGEIRAS(F)	1	4572,96*	6,18*	1119,72*	0,08*	4,86*
Interação SxF	4	124,36*	0,17*	50,85**	0,002ns	0,16*
N: braq. RL	1				0,42*	
RQ	1	306,63*	1,32*	529,11*		1,79*
N: colon. RQ	1	20,77***	0,30*	595,04*	0,21*	1,03*
P: braq. RQ	1	1017,19*			1,40*	0,007*
RRQ	1		0,36*	228,06*		
P: colon. RRQ	1	215,44*	0,99*	721,82*	0,26**	0,99**
K: braq. RQ	1	463,57*	0,800*		0,155*	1,660*
RRQ	1			2698,87**		
K: colon. RQ	1	656,21	0,124*	5008,26*		
RRQ	1				0,794*	2,279*
S: braq. RQ	1				0,166*	
RRQ	1	192,78*	0,232**	713,38*		0,624**
S: colon. RL	1	11,08***				
RQ	1					
RRQ	1		0,125**	260,14**		0,496
Resíduo	N 20	2,84	0,006	4,12	0,006	0,012
	P 20	4,34	0,008	4,02	0,009	0,026
	K 20	3,19	0,005	2,71	0,004	0,010
	S 20	2,62	0,006	7,80	0,003	0,013
C.V.(%)	N	5,77	7,42	8,00	10,04	6,11
	P	14,4	7,38	3,20	10,22	7,49
	K	8,55	6,46	6,14	8,69	5,42
	S	8,30	6,14	4,40	7,24	5,94

*; **; ***; ns: signif. a 5%; 1%; 0,1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.