

PERFILHAMENTO DO CAPIM-BRAQUIÁRIA CULTIVADO EM SOLO PROVENIENTE DE UMA PASTAGEM DEGRADADA EM FUNÇÃO DE DOSES DE ENXOFRE, NITROGÊNIO E CALCÁRIO¹

ROSANE CLÁUDIA RODRIGUES², HERBERT BARBOSA DE MATTOS³, WALCYLENE LACERDA M. PEREIRA⁴, NATÁLIA FERNANDA ANDREOTTI⁵, ANDERSON LUIZ DOS SANTOS⁶

¹Parte da dissertação de mestrado apresentada pela primeira autora à ESALQ, USP, financiado pela FAPESP. Recebido para publicação em 09/12/03. Aceito para publicação em 16/06/04.

²Departamento de Zootecnia, FZEA, USP, Av. Duque de Caxias Norte, 225, CEP 13635-000, Pirassununga, SP. E-mail: r.rodrig@bol.com.br

³Departamento de Produção Animal da ESALQ, USP, Caixa Postal 09, CEP 13418-900, Piracicaba, SP.

⁴Departamento de Solos e Engenharia Rural, UFMT, Av. Fernando Correa da Costa, s/n, CEP 78060-900, Cuiabá, MT.

⁵Centro Universitário Hermínio Ornetto, Uniararas, Av. Dr. Maximiliano Baruto, 500, Jardim Universitário, CEP 13607-339, Araras, SP. Estagiária FZEA, USP, Av. Duque de Caxias Norte, 225, CEP 13635-000, Pirassununga, SP.

⁶Laboratório de Análises de Solos, FZEA, USP, Av. Duque de Caxias Norte, 225, CEP 13635-000, Pirassununga, SP

RESUMO: Grande parte das pastagens brasileiras encontram-se em processo de degradação ou degradadas, sendo uma das principais causas o esgotamento da fertilidade do solo. Diante desse fato, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o perfilhamento da *Brachiaria decumbens* Stapf. cultivada em solo proveniente de uma pastagem degradada e submetida a doses de enxofre, nitrogênio e calcário. O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação durante o período de verão. Empregou-se um esquema fatorial 4x4x3, perfazendo 48 combinações, as quais foram distribuídas segundo o delineamento experimental de blocos completos ao acaso, com três repetições. Foram utilizadas quatro doses de nitrogênio (0, 180, 630 e 1080 mg kg⁻¹ de solo), quatro doses de calcário (0; 1587,6; 3175,2 e 4762,8 mg kg⁻¹ de solo) e três doses de enxofre (0, 108 e 216 mg kg⁻¹ de solo). Constatou-se significância (P<0,05) para as doses de nitrogênio e interação entre as doses de nitrogênio e calcário no primeiro corte e interação entre as doses de calcário, nitrogênio e enxofre no segundo corte para o perfilhamento da gramínea. O número de perfilhos variou com as doses de calcário, enxofre e nitrogênio, sendo observados valores máximos para as doses intermediárias utilizadas nesse estudo.

Palavras-chave: adubação, calagem, *Brachiaria decumbens*, recuperação de pastagem

TILLERING OF SIGNAL GRASS GROWN IN A SOIL FROM A DEGRADED PASTURE AS RELATED TO SULFUR, NITROGEN AND LIME RATES

ABSTRACT: Most of Brazilian pastures are under degradation process, and the main cause of that, is a decrease in soil natural fertility. Thus, the objective of this work was to evaluate tillering of *Brachiaria decumbens* Stapf, cv. Basilisk growing in a soil from a degraded pasture after being submitted to sulfur, nitrogen and lime rates. The experiment was carried out in a greenhouse during the summer. Experimental treatments corresponde to a 4x4x3 factorial arrangement for lime, nitrogen and sulfur, respectively, assigned to experimental units according to a randomized complete block design, with three replications. Nitrogen rates were 0, 180, 630 and 1080 mg/kg of soil; lime rates were 0; 1587.6; 3175.2 and 4762.8 mg/kg of soil, where as sulfur rates were 0, 108 and 216 mg/kg of soil. Results showed a nitrogen response and nitrogen X lime interaction (P<0.05) during the first harvest and a nitrogen x lime x sulfur interaction during the second harvest. The number of tillers was influenced by lime, nitrogen and sulfur rates. The highest number of tillers was observed for the intermediary rates used tested in thus study.

Key words: Fertilization, *Brachiaria decumbens*, pasture recovery.

INTRODUÇÃO

O capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.) é originário da África tropical e de ocorrência natural nas savanas africanas. É uma das gramíneas mais utilizadas para a formação de pastagens no mundo. No Brasil há dois cultivares de *Brachiaria decumbens*. O primeiro conhecido como cultivar IPEAN, introduzido pelo Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte, em Belém - PA, em 1952. Esse cultivar apresenta crescimento mais decumbente, com raízes nos nós e folhas muito pilosas. O segundo é proveniente da Austrália, porém de origem Africana, e teve seu desenvolvimento inicial no Estado de São Paulo. Esse cultivar é mais robusto, de crescimento suberecto e com folhas menos pilosas. É conhecido como cultivar Basilisk ou cultivar Australiana (ALCANTARA, 1987).

A *Brachiaria decumbens* é cultivada em todas as regiões do país, e se destaca em grandes extensões de áreas da região Central. Sua grande aceitação é devida à boa produção e germinação de sementes, alta agressividade na competição com a vegetação nativa e elevada disseminação, além de ser uma espécie tolerante à seca. Foi o primeiro capim a ser plantado em larga escala, embora se desenvolva melhor em regiões tropicais úmidas onde as estações de seca não duram mais que quatro meses (ALCANTARA, 1987).

Segundo SOARES FILHO *et al.* (1992), a maioria das pastagens de braquiária no Estado de São Paulo encontram-se em estado de degradação, em consequência do esgotamento da fertilidade do solo e manejo inadequado do solo. Desse modo, a calagem visa propiciar condições favoráveis para que as mesmas melhorem sua produtividade. WERNER (1986) destacou que além do fornecimento de cálcio e magnésio, a calagem tem como funções a elevação do pH do solo, aumentando a disponibilidade de fósforo e molibdênio, que em condição de pH baixo não são assimiláveis, e a neutralização do alumínio, manganês e ferro, que em pH baixo podem estar em formas e quantidades tóxicas às plantas.

MITIDIERI (1995) encontrou redução no perfilhamento dos capins IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu com o aumento do nível de saturação por bases do solo. Por outro lado, PREMAZZI (1991), observou aumento no número de perfilhos com o aumento da saturação por bases do solo.

O nitrogênio, por sua vez, é um dos principais nutrientes para as plantas, pois participa ativamente na síntese de compostos orgânicos que formam a estrutura do vegetal, tais como: aminoaçúcares, aminas, amidas, vitaminas, pigmentos, aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos e molécula de clorofila (MALAVOLTA, 1980; MENGEL e KIRKBY, 1987). Além disso, é responsável pelo aparecimento e desenvolvimento dos perfilhos, tamanho das folhas e dos colmos (NABINGER, 1997; WERNER, 1986). Assim, se houver baixa disponibilidade de nitrogênio no solo, as plantas manifestarão menor crescimento, reduzindo a quantidade de perfilhos e tamanho das folhas e, como consequência, redução no teor de proteína bruta, podendo tornar a forragem insatisfatória para fins de nutrição e alimentação animal.

HARDING e GROF (1978), estudando gradientes de nitrogênio em *Brachiaria decumbens*, constataram que a dose de nitrogênio de 365 kg ha⁻¹ por ano atendeu à planta quanto à produção de forragem e aproveitamento do nitrogênio. Estudos semelhantes desenvolvidos pelo CIAT (1978) mostraram que, no primeiro ano, o capim-braquiária respondeu positivamente até a dose de nitrogênio de 400 kg ha⁻¹. Em pastagens estabelecidas há mais de cinco anos, SANZONOWICZ (1986) relatou que o nitrogênio foi o nutriente que mais limitou a produção de forragem de pastagens de *Brachiaria ruziziensis* e *Brachiaria decumbens*. Resultados positivos quanto ao perilhamento do capim-braquiária também foram encontrados por SANTOS (1997), FERRAGINE (1998) e MATTOS (2001).

O enxofre é outro elemento que tem uma importância relevante para as plantas, pois participa na síntese e é constituinte de proteínas. A deficiência desse elemento é maior em solos degradados, o que compromete ainda mais o desenvolvimento e o valor nutritivo das plantas forrageiras. Em estudos desenvolvidos pelo CIAT (1978) constatou-se que, entre as gramíneas avaliadas quanto à influência do enxofre, a *Brachiaria decumbens* foi a mais exigente, respondendo a aplicações de até 20 kg ha⁻¹. Em estudos com o capim-braquiária, FAQUIN *et al.* (1995) observaram que as máximas produções de massa seca no primeiro e no segundo cortes foram obtidas nas doses de enxofre de 65 e 100 mg kg⁻¹ de solo, respectivamente. Os autores observaram que os maiores incrementos na produção ocorreram nas doses mais baixas desse nutriente.

Segundo LANGER (1963), a capacidade de

perfilhamento das gramíneas forrageiras depende de muitos fatores, dentre os quais as características genéticas de cada espécie, a intensidade luminosa, o suprimento de água, florescimento, fotoperíodo, reguladores de crescimento, regime de corte e seu estado nutricional. HOFFMANN (1992) avaliou o efeito de doses de nitrogênio até a dose de 500 mg kg⁻¹ de solo em *Brachiaria decumbens*, e observou que o perfilhamento, por ocasião do primeiro corte, seguiu a mesma tendência de resposta da produção de massa seca (com ajuste à equação quadrática). Nesse estudo, o capim-braquiária apresentou maiores taxas de perfilhamento e produção de massa seca em relação ao Colômbio.

Em estudo com *Brachiaria brizantha*, MONTEIRO *et al.* (1995) constataram reduções significativas no número de perfilhos no tratamento em que se omitiu o enxofre, quando comparado ao tratamento completo. FAQUIN *et al.* (1995) trabalhando em vasos com terra proveniente de um Latossolo Vermelho-Escuro, observaram respostas significativas em termos de perfilhamento às aplicações de enxofre em *Brachiaria decumbens*, sendo a dose de 98 mg kg⁻¹ de solo a que proporcionou maior perfilhamento. Entretanto, para o capim Colômbio, não foi constatada influência desse nutriente no perfilhamento.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de doses de enxofre, nitrogênio e calcário no perfilhamento do capim-braquiária cultivado em solo proveniente de uma pastagem degradada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, localizada no Departamento de Ciências Biológicas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-USP, em Piracicaba, São Paulo. Cultivou-se a espécie forrageira *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk no período de janeiro a março de 2001, segundo um esquema fatorial 4 x 4 x 3, envolvendo quatro doses de calcário (0; 1587,6; 3175,2 e 4762,8 mg kg⁻¹ de solo), quatro doses de nitrogênio (0; 180; 630 e 1080 mg kg⁻¹ de solo) e três doses de enxofre (0; 108 e 216 mg kg⁻¹ de solo), perfazendo um total de 48 combinações. Os tratamentos assim definidos foram alocados às unidades experimentais segundo um delineamento experimental de blocos completos ao acaso, com três repetições.

A terra utilizada no experimento foi coletada na

estação experimental do Instituto de Zootecnia de Brotas, SP, numa pastagem que apresentava sinais visíveis de degradação, com mais de quinze anos de uso e que nunca havia sido adubada. O solo da região é classificado como Neossolo Quartzarêmico (EMBRAPA, 1999), possuindo as seguintes características químicas: 14,0 g dm⁻³ de MO; 2,0 mg dm⁻³ de P; 1,2 mmol_c dm⁻³ de K; 7,0 mmol_c dm⁻³ de Ca; 4,0 mmol_c dm⁻³ de Mg; 26,0 mmol_c dm⁻³ de H + Al e 4,9 de pH em CaCl₂; 12,6 mmol_c dm⁻³ de SB; 38,9 mmol_c dm⁻³ de CTC; 32,0 % de V e 0,19 mg dm⁻³ de B; 0,4 mg dm⁻³ de Cu; 59,6 de mg dm⁻³ Fe; 3,0 mg dm⁻³ de Mn e 1,2 mg dm⁻³ de Zn.

A terra foi coletada a uma profundidade de 0-20 cm, e depois seca, homogeneizada, peneirada, pesada, colocada em sacos plásticos, aplicando-se o calcário, para então ser depositado em vasos com capacidade para 10 kg. Todos os vasos receberam água desmineralizada até a capacidade máxima de retenção a fim de permitir reação do calcário com a terra.

As sementes utilizadas receberam um tratamento para quebra de dormência, que resultou em aumento de germinação de 41% para 73%, e pureza física de 38,6%. A semeadura foi realizada 60 dias após a aplicação do calcário, utilizando-se 30 sementes por vaso. Em seguida, foi aplicada a quantidade de fósforo equivalente a 288 mg kg⁻¹ de solo na forma de KH₂PO₄ para fornecer fósforo e potássio, micronutrientes (72 mg por vaso de cloreto de zinco e cloreto de cobre) e as doses de enxofre (0, 108 e 216 mg kg⁻¹ de solo).

Decorridos sete dias após a germinação, foi efetuado o primeiro desbaste, seguidos periodicamente até permanecerem quatro plantas por vaso. Aos 13 dias após a semeadura foram aplicadas as doses de nitrogênio (0, 180, 630 e 1080 mg kg⁻¹ de solo). Aos 30 dias após a adubação realizou-se o primeiro corte, a uma altura de cinco centímetros do colo das plantas. Foi realizada ainda, uma coleta de solo para análise e uma adubação de reposição de potássio, calculada com base numa extração equivalente de 2% desse elemento na produção de massa seca. Aos 21 dias após o primeiro corte realizou-se a segunda colheita das plantas.

Os perfilhos emitidos foram marcados a cada cinco dias durante os dois períodos de crescimento da espécie forrageira, sendo a primeira marcação inici-

ada a partir do décimo segundo dia após a semeadura. Por ocasião do segundo crescimento, foram realizadas marcações a partir de um dia após o primeiro corte.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando verificada a significância para as doses dos nutrientes, a comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey utilizando-se um nível de significância de 5%. Para a realização das análises estatísticas foi utilizado o programa "Statistical Analysis System" (SAS Institute, 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância para o número total de perfis por vaso, no primeiro crescimento, houve efeito ($P < 0,05$) da interação entre doses de nitrogênio e calcário, enquanto que no segundo crescimento verificou-se interação ($P < 0,05$) entre as doses de enxofre, nitrogênio e calcário. Avaliando as doses de nitrogênio dentro de cada dose de calcário, no primeiro crescimento, foi constatado que o número de perfis variou com as doses de nitrogênio dentro de cada dose de calcário (Figura 1).

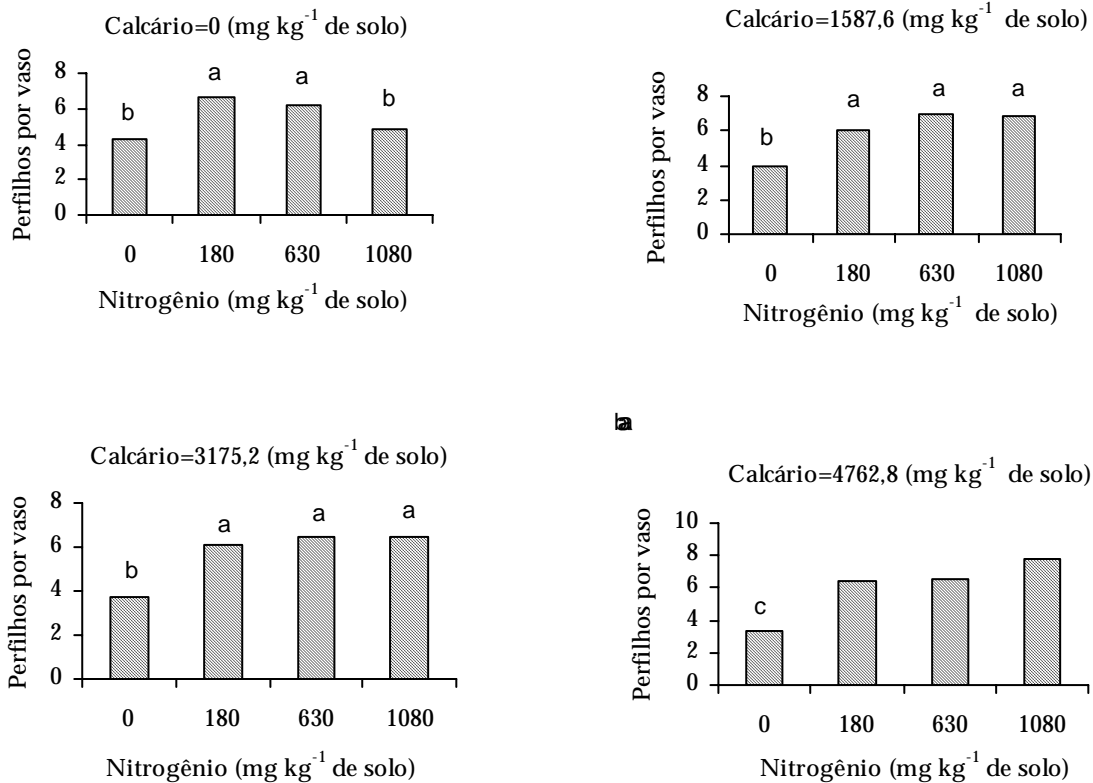


Figura 1. Número de perfis por vaso do capim-braquiária, no primeiro corte, em função das doses de nitrogênio dentro de cada dose de calcário. Letras diferentes indicam significância a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tuckey

Observou-se que o maior perfilhamento ocorreu nas maiores doses de nitrogênio e calcário. Isso demonstra que, para que haja maior eficiência de utilização do nitrogênio no perfilhamento dessas plantas, é necessária a aplicação de calcário. Isso provavelmente deve-se à elevação do pH, que favorece a mineralização da matéria orgânica e disponibiliza

mais nitrogênio e fósforo, além do fornecimento de Ca e Mg.

Esses resultados diferem daqueles relatados por MITIDIERI (1995), que avaliando o perfilhamento dos capins IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu quando submetidos a doses de calcário, constatou que

as espécies diminuíram o perfilhamento no nível mais elevado de saturação por bases ($V\% = 68,8$), não encontrando diferenças nos três níveis iniciais de saturação por bases estudados. Por outro lado, aumento no número médio de perfilhos por planta.vaso até valores de 37% de saturação por bases, foi encontrado por PREAMAZZI (1991) em capim Colômbio.

No estudo dos efeitos das doses de calcário dentro das doses de nitrogênio, no primeiro crescimento, revelou-se significância ($P < 0,05$) para as doses de calcário, apenas quando a dose de nitrogênio foi de 1080 mg kg^{-1} de solo. Nas doses de nitrogênio 0, 180 e 630 mg kg^{-1} de solo não foi verificado efeito significativo ($P > 0,05$) de calcário sobre o número total de perfilhos nas plantas. Observou-se que, na maior dose de calcário $4762,8 \text{ mg kg}^{-1}$ de solo o número de perfilhos foi maior (Figura 2). Os resultados mais uma vez revelaram que o maior perfilhamento ocorreu nas maiores doses de nitrogênio e calcário utilizadas neste estudo, comprovando a necessidade da calagem como fonte de nutrientes para a planta.

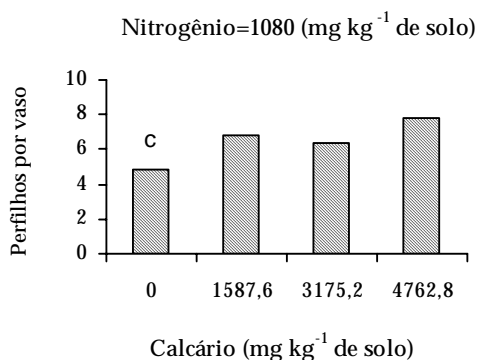


Figura 2. Número de perfilhos por vaso do capim-braquiária, no primeiro corte, em função das doses de calcário dentro da dose de nitrogênio de 1080 mg kg^{-1} de solo. Letras diferentes indicam significância a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tuckey

No segundo período de crescimento, houve efeito ($P < 0,05$) de doses de enxofre na dose de nitrogênio 630 mg kg^{-1} de solo, dentro das doses de calcário de 0 e $4762,8 \text{ mg kg}^{-1}$ de solo (Figura 3) sobre o número total de perfilhos por vaso. Ainda houve efeito negativo ($P < 0,05$) de doses de enxofre dentro da dose

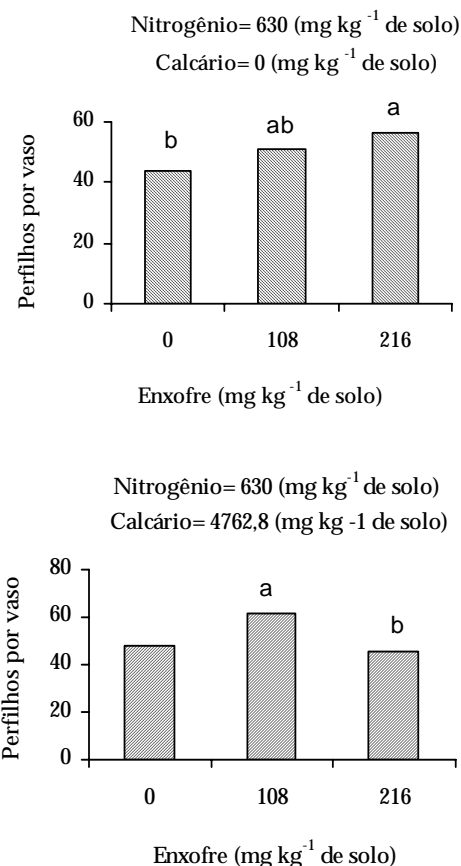


Figura 3. Número de perfilhos por vaso na *Brachiaria decumbens*, no segundo corte, em função das doses de enxofre dentro da dose de nitrogênio 630 mg kg^{-1} de solo e das doses de calcário 0 e $4762,8 \text{ mg kg}^{-1}$ de solo. Letras diferentes indicam significância a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tuckey

de nitrogênio 1080 mg kg^{-1} e da dose de calcário de $4762,8 \text{ mg kg}^{-1}$ de solo (Figura 4). Através dos resultados, evidencia-se que, para as condições de altas doses de nitrogênio e calcário, é necessária uma menor quantidade de enxofre para que a planta alcance máximo perfilhamento, desde que sejam atendidas as exigências nutricionais do vegetal em relação a esse nutriente. Esses resultados devem ser considerados como informações relevantes para um manejo de fertilização adequado em relação à essa espécie forrageira.

SANTOS e MONTEIRO (1999), avaliando o perfilhamento do capim-braquiária em função de



Figura 4. Número de perfilhos por vaso na *Brachiaria decumbens*, no segundo corte, em função das doses de enxofre dentro da dose de nitrogênio 1080 mg kg⁻¹ de solo e da dose de calcário 4762,8 mg kg⁻¹ de solo. Letras diferentes indicam significância a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tuckey

doses de enxofre (0; 2; 4; 16; 32; 48; 64 e 80 mg L⁻¹) em solução nutritiva, constataram que as doses de enxofre influenciaram o perfilhamento somente no

segundo corte do capim. Nesse corte, verificou-se que as doses de enxofre de 64 e 80 mg L⁻¹ não diferiram entre si, mas tiveram número de perfilhos superior àquele das doses mais baixas.

Com relação ao nitrogênio, houve efeito (P<0,05) dentro da dose 0 de enxofre e de todas as doses de calcário para o perfilhamento da *Brachiaria decumbens*, no segundo período de crescimento (Figura 5). O perfilhamento também foi influenciado pelas doses de nitrogênio dentro da dose de enxofre de 108 mg kg⁻¹ de solo e de todas as doses de calcário (Figura 6). Para as doses de nitrogênio dentro da dose de enxofre de 216 mg kg⁻¹ de solo, verificou-se efeito (P<0,05) apenas nas doses de calcário de 0, 1587,6 e 3175,2 mg kg⁻¹ de solo (Figura 7).

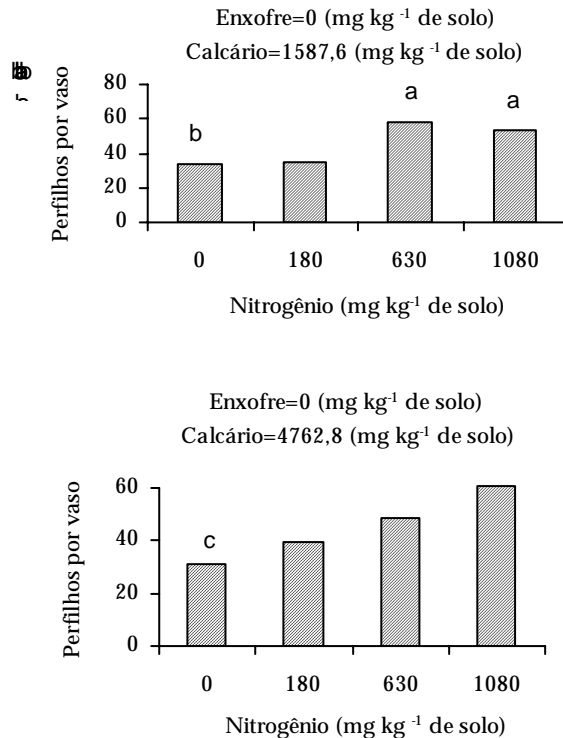
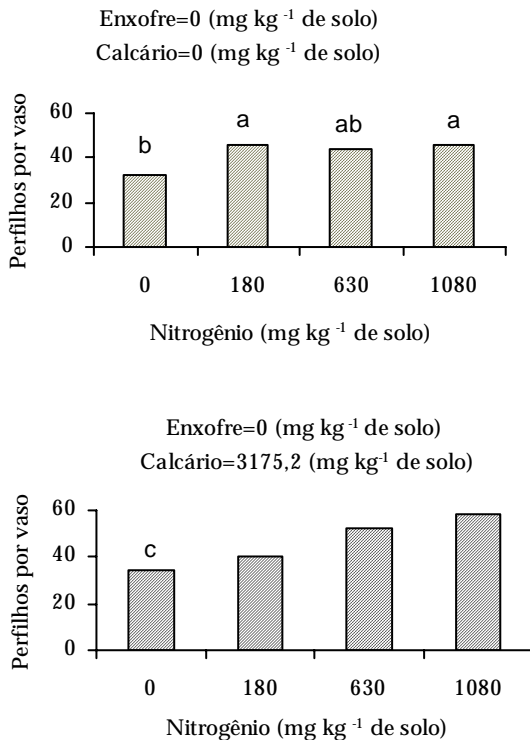


Figura 5 - Número de perfilhos/vaso na *Brachiaria decumbens*, no segundo corte, em função das doses de nitrogênio dentro da dose de enxofre 0 mg/kg e de todas as doses de calcário. Letras diferentes indicam significância a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tuckey.

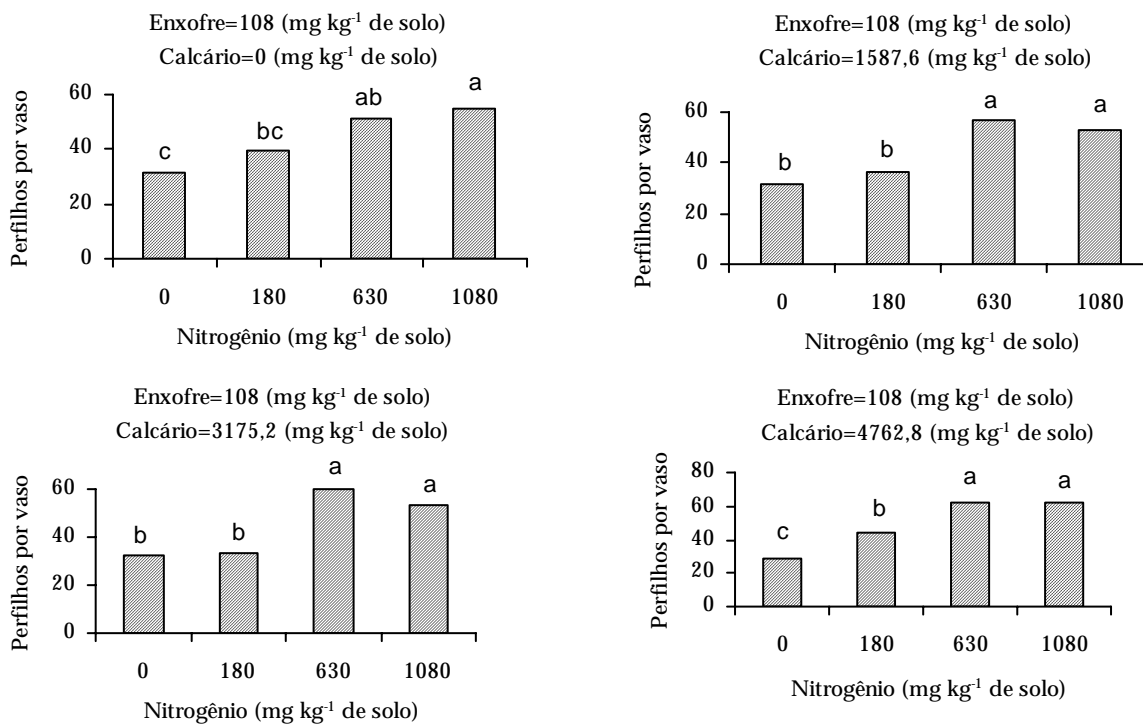


Figura 6. Número de perfilhos por vaso na *Brachiaria decumbens*, no segundo corte, em função das doses de nitrogênio dentro da dose de enxofre 108 mg kg⁻¹ de solo e de todas as doses de calcário. Letras diferentes indicam significância a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tuckey

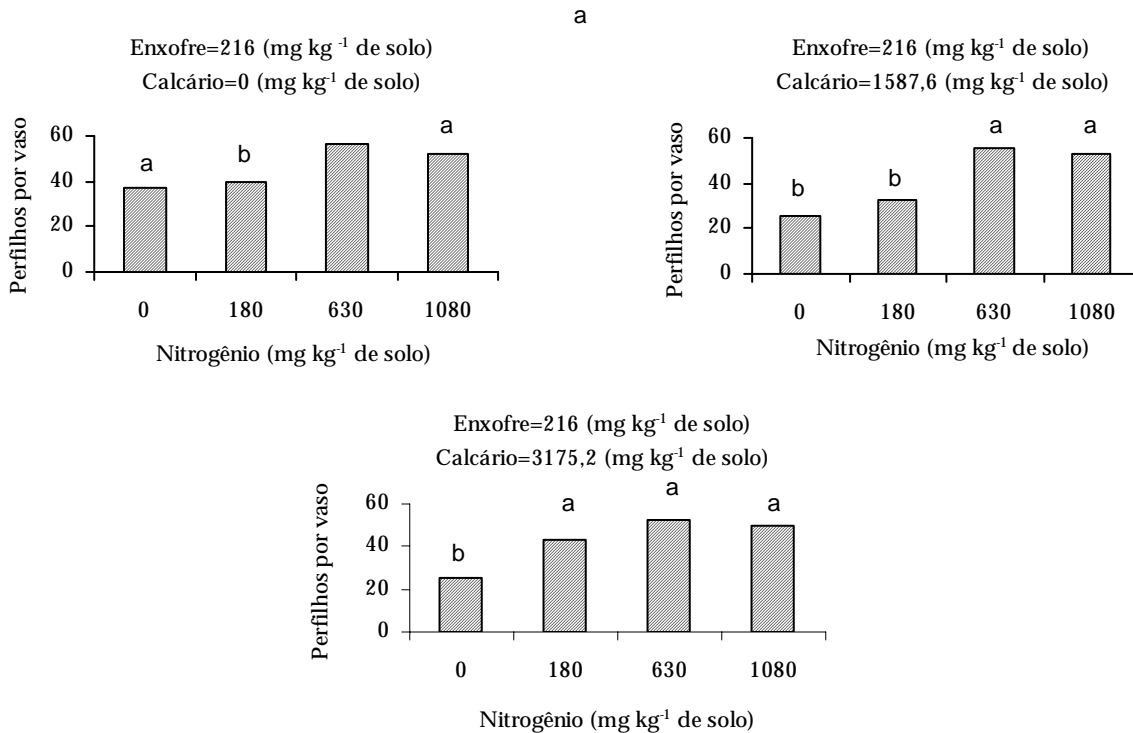


Figura 7. Número de perfilhos por vaso na *Brachiaria decumbens*, no segundo corte, em função das doses de nitrogênio dentro da dose de enxofre 216 mg/kg de solo e das doses de calcário 0, 1587,6 e 3175,2 mg/kg de solo. Letras diferentes indicam significância a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tuckey.

Com relação ao calcário, constatou-se efeito ($P < 0,05$) apenas para a dose de enxofre 0 dentro das doses de nitrogênio 630 e 1080 mg kg^{-1} de solo, respectivamente (Figura 8). Os resultados indicam que com a aplicação conjunta de elevadas doses de nitrogênio e calcário pode-se dispensar a aplicação de enxofre. Possivelmente, isso se deva à liberação de enxofre do solo com o uso da calagem.

O maior perfilhamento do capim-braquiária ocorreu no segundo corte, sendo também constatado, nesse período de crescimento, maior produção de massa seca do capim. Isso pode ser justificado, uma vez que, além do fato da grande participação dos perfilhos no incremento da produção de biomassa, as plantas já estavam estabelecidas e com maior volume radicular, possibilitando, portanto, maior absorção de água e nutrientes pelas raízes, como também pelo fato de terem sofrido a ação do corte que acaba promovendo a indução das gemas basais.

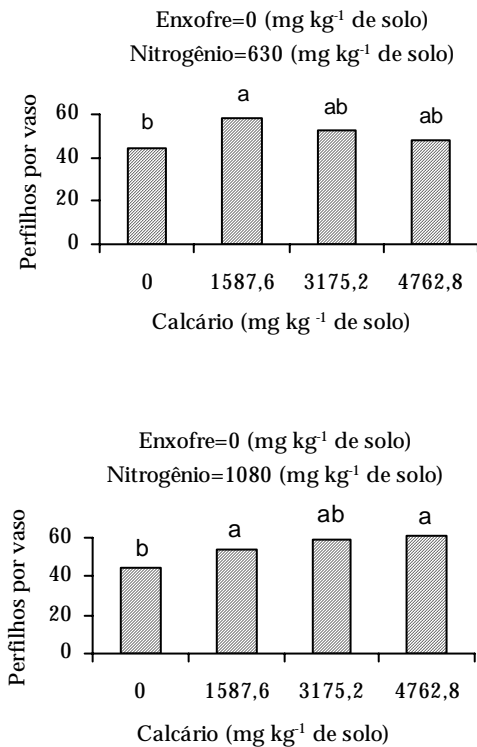


Figura 8. Número de perfilhos por vaso na *Brachiaria decumbens*, no segundo corte, em função das doses de calcário dentro da dose de enxofre 0 mg/kg de solo e das doses de nitrogênio 630 e 1080 mg/kg de solo. Letras diferentes indicam significância a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tuckey

CONCLUSÕES

O perfilhamento do capim - braquiária foi maior nas doses intermediárias de calcário, nitrogênio e enxofre utilizadas nesse estudo. Os resultados evidenciam, portanto, a necessidade da fertilização com esses nutrientes como manejo imprescindível para a recuperação de pastagens degradadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, P.B. Origem das braquiárias e suas características morfológicas de interesse forrageiro. In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO DOS CAPINS DO GÊNERO BRACHIARIA, Nova Odessa, 1986. Anais... Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1987. p.1-14.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Informe anual. 1978: programa de ganado de carne. Cali: 1978. p.B86-B104.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA/ Centro Nacional de Pesquisa de Solos., 1999. 171 p.
- FAQUIN, V.; HOFFMANN, C.R.; EVANGELISTA, A.R. et al. O potássio e o enxofre no crescimento da braquiária e do colônio em amostras de um latossolo da região noroeste do Paraná. Rev. Bras. Ci. Solo, Campinas, v.19, n.1, p.87-94, 1995.
- FERRAGINE, M. Combinação de doses de nitrogênio e potássio na nutrição mineral de capim-braquiária. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1998. 84 f. (Dissertação de Mestrado).
- HARDING, W. A.T.; GROF, B. Effect of fertilizer nitrogen on yield, nitrogen content and animal productivity of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk on the wet tropical coast of North Queensland. Queensl. J. Agric. Anim. Sci., Brisbane, v. 35, n.1, p.11-21, 1978.
- HOFFMANN, C.R. Nutrição mineral e crescimento da braquiária e do colônio, sob influência das aplicações de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre em Latossolo da Região Noroeste do Paraná. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1992. 204 f. (Dissertação de Mestrado)
- LANGER, R.H.M. Tilling in herbage grasses. Herb. Abstr., Aberystwyth, v.33, n.3, p. 141-148, 1963.

- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MATTOS, W.T. Avaliação de pastagem de capim-braquiária em degradação e sua recuperação com suprimento de nitrogênio e enxofre. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2001. 94 f. (Tese de Doutorado)
- MENGEL, K; KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. 4. ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 687 p.
- MITIDIERI, F. J. Níveis de calcário em cinco gramíneas forrageiras cultivadas em solo de cerrado. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», 1995. 156 f. (Dissertação de Mestrado)
- MONTEIRO, F.A.; RAMOS, A.K.B.; CARVALHO, D.D. *et al.* Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu em solução nutritiva com omissões de macronutrientes. Sci. Agr., Piracicaba, v.52, n.1, p.135-141, 1995.
- NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., Piracicaba, 1997. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1997. p.213-251.
- PREMAZZI, L.M. Saturação por bases como critério para recomendação de calagem em cinco forrageiras tropicais. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1991. 215 f. (Dissertação de Mestrado)
- SANTOS, A.R.. Diagnose nutricional e respostas do capim braquiária submetido a doses de nitrogênio e enxofre. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1997. 115 f. (Tese de Doutorado)
- SANTOS, A.R.; MONTEIRO, F.A. Produção e perfilhamento de *Brachiaria decumbens* Stapf. em função de doses de enxofre. Sci. Agr., Piracicaba, v.56, n.3, p.689-692, 1999.
- SANZONOWICZ, C. Recomendação e prática de adubação e calagem na região centro-oeste do Brasil. 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. 309-336.
- SAS INSTITUTE CORPORATION. Propriety software release 6.11. Cary: 1996.
- SOARES FILHO, C.V.; MONTEIRO, F.A.; CORSI, M. Recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens*. 1. Efeito de diferentes tratamentos de fertilização e manejo. Past. Trop., Cali, v. 14, n. 2, p.1-6, 1992.
- WERNER, J.C. Adubação de pastagens. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49 p. (Boletim Técnico, 18).