

CARBOIDRATOS NÃO-ESTRUTURAIS, NITROGÊNIO TOTAL E PRODUÇÃO DE MASSA SECA DE RAIZ DO CAPIM-BRAQUIÁRIA EM FUNÇÃO DE DOSES DE ENXOFRE, NITROGÊNIO E CALCÁRIO¹

ROSANE CLÁUDIA RODRIGUES², HERBERT BARBOSA DE MATTOS³, WALCYLENE LACERDA M. PEREIRA⁴, JOSÉ LAVRES JÚNIOR⁵, WALDSSIMILER TEIXEIRA DE MATTOS⁶

¹ Projeto financiado pela FAPESP. Recebido para publicação em 21/01/05. Aceito para publicação em 21/07/05.

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

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

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

⁵ Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, USP, Caixa postal 96, CEP 13400-970, Piracicaba, SP.

⁶ Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Nutrição Animal e Pastagens, Instituto de Zootecnia, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Caixa postal 60, CEP 13460-000, Nova Odessa, SP

RESUMO: A degradação das pastagens constitui-se em um dos principais entraves da pecuária brasileira, na atualidade. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi determinar os teores de carboidratos não estruturais, nitrogênio total e produção de massa seca das raízes do capim-braquiária, cultivado 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 no delineamento experimental de blocos completos ao acaso, com três repetições. Foram utilizadas quatro doses de nitrogênio (0, 180, 630 e 1.080 mg dm⁻³), quatro doses de calcário (0, 1.587,6, 3.175,2 e 4.762,8 mg dm⁻³) e três doses de enxofre (0, 108 e 216 mg dm⁻³). Observou-se efeito (P<0,05) para as doses de nitrogênio sobre as variáveis analisadas. O comportamento foi linear e decrescente para os carboidratos não estruturais e quadrático para a concentração de nitrogênio total e produção de massa seca de raiz. O enxofre influenciou (P<0,05) apenas os teores de carboidratos não estruturais que, teve comportamento linear e decrescente.

Palavras-chave: adubação nitrogenada, adubação sulfurada, calagem, carboidratos não-estruturais, recuperação de pastagem

NONSTRUCTURAL CARBOHYDRATES, TOTAL NITROGEN AND DRY MATTER OF ROOTS IN SIGNAL GRASS AS RELATED TO SULPHUR, NITROGEN AND LIME RATES

ABSTRACT: Pastures degradation is one of the main hindrances of the brazilian cattle breeding, at the present time. Thus, the objective of this work was to assess the contents of nonstructural carbohydrates, total nitrogen and dry matter yield of roots of *Brachiaria decumbens* Stapf. growing in a soil from a degraded pasture in relation to sulphur, nitrogen and lime rates. The experiment was carried out in greenhouse during the summer. The experimental treatments steined from a 4x4x3 factorial combination of rates of lime, nitrogen and sulphur, respectively. Nitrogen rates were 0, 180, 630 and 1080 mg dm⁻³; lime rates were 0, 1.587,6, 3.175,2 and 4.762,8 mg dm⁻³, whereas sulphur rates were 0, 108 and 216 mg dm⁻³. The experimental design was a completely randomized design, with three replications. It was observed effect (P<0.05) for the nitrogen rates in all evaluated variables. The behavior was linear and decreasing for the nonstrucutural carbohydrates and

quadratic for the total nitrogen concentration and dry matter in the roots of the grass. The sulphur influenced ($P < 0.05$) just the nonstructural carbohydrates concentration that had decreasing linear behavior.

Key words: Nitrogen fertilizer, sulphur fertilizer, liming, nonstructural carbohydrates, pasture recovery

INTRODUÇÃO

A degradação de pastagens constitui-se em um dos maiores problemas da pecuária brasileira da atualidade. BARCELLOS (1996), estimou que cerca de 80% dos 45 a 50 milhões de hectares da área de pastagens nos Cerrados do Brasil Central, que respondem por 60% da produção de carne nacional, apresentam algum estágio de degradação.

Na maioria das vezes, a degradação das pastagens é detectada em estádios avançados, tornando inviável sua recuperação. Esse processo inicia-se com a queda da fertilidade do solo. O pastejo constante submete as plantas forrageiras ao estresse fisiológico, diminuindo sua capacidade de rebrota, que está intimamente relacionada, entre outras causas, com a disponibilidade de nutrientes no solo e um sistema radicular eficiente em absorvê-lo.

Desse modo, para que a capacidade de rebrota seja bem sucedida há necessidade de nutrientes no solo. A calagem além da correção da acidez do solo, fornece Ca e Mg, favorecendo a disponibilidade de macro e micronutrientes. Dentre os fatores de produção, o nitrogênio é considerado o nutriente mais importante, pois constitui o principal nutriente para a manutenção da produtividade das gramíneas forrageiras. O enxofre por sua vez tem uma importância relevante para as plantas, pois participa na síntese de proteínas. A deficiência desse elemento é maior em solos degradados, o que compromete ainda mais o desenvolvimento e a qualidade das forrageiras.

As raízes exercem grande importância para o crescimento das plantas forrageiras, pois são a base e sustentam o desenvolvimento da parte aérea. Segundo DAWSON *et al.* (2000), em estudos com raízes, a variável que tem recebido o maior enfoque é o peso, porém interpretações baseadas exclusivamente nessa variável, não devem ser tomadas como verdade absoluta, uma vez que a biomassa radicular total, por si só, pode refletir o estado atual e o

acúmulo de massa radicular proveniente de ciclos de pastejos anteriores, pois a amostragem contabiliza tanto raízes vivas como mortas.

O decréscimo na massa seca, na maioria das vezes, é proporcional à intensidade de desfolha e os efeitos mais significativos sobre o sistema radicular são observados na primeira semana após o corte ou pastejo. A partir daí, o aumento na massa radicular tende a apresentar uma taxa mais ou menos constante e proporcional ao crescimento da parte aérea (DOVRAT *et al.*, 1980). Porém, a velocidade para a parte aérea se refazer após a desfolha, bem como o ritmo com que o crescimento das raízes se processa, dependem de uma série de mecanismos fisiológicos da planta forrageira, como reservas orgânicas na planta e a absorção de nutrientes, dentre estes, principalmente o nitrogênio.

As reservas orgânicas são definidas como compostos constituídos por carbono e nitrogênio, elaborados e armazenados pela planta em órgãos permanentes, principalmente aqueles remanescentes à desfolha, usados como substrato nos processos de manutenção durante períodos de estresse e formação de novos tecidos para a recuperação após desfolha (SHEARD, 1973). A importância dos compostos de reserva para o processo de recuperação da planta forrageira após a desfolhação tem sido um dos tópicos que mais geram discussões em agronomia de pastagens (SILVA e PEDREIRA 1997).

Os carboidratos desempenham funções associadas a diversos processos metabólicos como transferência e armazenamento de energia e, quantitativamente são os principais componentes da parede celular das plantas (MOORE e HATFIELD, 1994). De acordo com MCLLOY (1967), são classificados em dois grupos: carboidratos estruturais, responsáveis pela delimitação celular (membranas) e sustentação das plantas e carboidratos não estruturais, que atuam em processos bioquímicos diversos, que compreende a fração de carboidratos que é armazenada em estruturas de reservas. Segundo o autor, os

carboidratos não estruturais que normalmente são acumulados em tecidos de reserva são os monossacarídeos como as hexoses (glicose e frutose), oligossacarídeos (sacarose, maltose e, em menores quantidades, rafinose, estaquiase, manose, arabinose e xilose) e polissacarídeos (amido e frutose). Quanto ao tipo de carboidratos de reservas, as gramíneas originárias de clima temperado acumulam sacarose e frutanas, enquanto as gramíneas de clima tropical e as leguminosas armazenam sacarose e amido (MAY, 1960).

O acúmulo de carboidratos não estruturais ocorre quando a disponibilidade supera a quantidade utilizada no crescimento e na respiração (HARRIS, 1978). Dessa maneira, qualquer fator que cause a redução no crescimento em relação à produção fotossintética provoca um aumento na concentração de carboidratos (YOUNGER, 1972).

SOARES FILHO (1991), verificou que as condições de umidade do solo e a disponibilidade de nutrientes também influenciaram os níveis de carboidratos solúveis. Estudos realizados por PETTIT e FAGAN (1974) mostraram que a aplicação de fertilizantes promove alteração nos teores de carboidratos não estruturais das plantas forrageiras. A adubação nitrogenada acarreta redução das reservas porque estimula o crescimento, mobilizando os compostos acumulados nos diversos órgãos.

CAMARGO E SANTOS (1985), utilizando doses crescentes de nitrogênio (0, 200 e 400 kg/ha) em capim setária, encontraram menores teores de carboidratos totais não estruturais na dose de 200 kg N/ha e, os teores nas raízes foi de 4,5g kg⁻¹. No trabalho de HERLING (1995), também foram encontrados efeitos semelhantes, nos cultivares colômbio e centenário, das doses de nitrogênio e tempo de amostragem sobre os teores de carboidratos não estruturais. A adubação nitrogenada resultou em menor acúmulo de carboidratos não estruturais, nesses cultivares. Em trabalho mais recente, CECATO *et al.* (2001), encontram teores que variaram de 16,0 à 27 g kg⁻¹ nas raízes do capim coastcross.

Os compostos nitrogenados são usados na respiração, mas não são armazenados alternativamente e utilizados como os carboidratos de reservas (NASCIMENTO JR. e VILELA, 1995).

O nitrogênio é considerado o principal nutriente

para as plantas. Apesar desse elemento ser abundante na atmosfera na forma de N₂, está presente em pequenas quantidades na maioria dos solos. Esse elemento participa ativamente na síntese de compostos orgânicos que formam a estrutura do vegetal, tais como: aminoaçúcares, aminas, amidas, vitaminas, pigmentos, aminoácidos, proteínas, ácidos nucléicos 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).

Diversos trabalhos relatam redução no sistema radicular em função do aumento das doses de nitrogênio (MAIZLISH *et al.*, 1980; CLEMENT *et al.*, 1979; FERNANDES e ROSSIELLO, 1986). A demanda por nitrogênio é determinada pela taxa de crescimento e a composição nitrogenada dos novos tecidos e a demanda máxima é atingida em condições não limitantes à fotossíntese (NOVOA e LOOMIS, 1981).

Segundo NOVOA e LOOMIS (1981), a eficiência na utilização do nitrogênio está diretamente relacionada com o metabolismo e a partição do carbono, considerando-se a planta como um todo. Os autores enfatizaram que o nitrogênio deve ser visto como um elemento chave devido à sua participação em compostos como proteínas e ácidos nucléicos, os quais atuam diretamente na garantia da perpetuação da espécie. Os teores desse elemento encontrado nas plantas varia entre 15 a 50 g kg⁻¹ com base na massa seca e cerca de 80 à 90% desse teor corresponde somente ao nitrogênio presente na forma de proteínas.

Diante do que foi exposto, pode-se inferir que o conhecimento do comportamento do sistema radicular em função desses nutrientes, é de suma importância para um manejo mais aprimorado dentro do ecossistema de pastagem para evitar a sua degradação e conseguir um melhor desempenho animal.

O propósito desse trabalho foi avaliar a produção de massa seca, os teores de carboidratos solúveis e nitrogênio nas raízes do capim-braquiária decumbens, cultivado em um solo proveniente de uma pastagem degradada, em função da aplicação de calcário, N e S.

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.

Foi utilizado um esquema fatorial 4 x 4 x 3, envolvendo quatro doses de calcário (0; 1.587,6; 3.175,2 e 4.762,8 mg dm⁻³), quatro doses de nitrogênio (0; 180; 630 e 1080 mg dm⁻³), e três doses de enxofre (0; 108 e 216 mg dm⁻³), perfazendo um total de 48 tratamentos, os quais foram distribuídos no delineamento experimental blocos completos casualizados, com três repetições. As doses de calcário foram calculadas pelo método da elevação da saturação por bases, onde se pretendia elevar o V2 para 48, 60 e 72% respectivamente. As doses de N e S foram baseadas em resultados encontrados na literatura.

O solo utilizado no experimento foi coletado na estação experimental do Instituto de Zootecnia, de Brotas - SP, numa pastagem que apresentava sinais visíveis de degradação produtiva, com mais de quinze anos de uso sem adubação. O solo da região é classificado como Neossolo Quartzarênico (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 Ca²⁺; 4,0 mmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 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.

O solo foi coletado a uma profundidade de 0-20 cm, e depois seco, homogeneizado, peneirado, pesado, colocado em sacos plásticos, aplicando-se o calcário, para então ser depositado em vasos com capacidade para 10 kg. O calcário utilizado foi o dolomítico, com PRNT=102%. Todos os vasos receberam água desmineralizada até a capacidade máxima de retenção a fim de permitir reação do calcário com o solo.

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 dm⁻³, na forma de KH₂PO₄ para fornecer fósforo e potássio, micronutrientes (72

mg/vaso de cloreto de zinco e cloreto de cobre) e as doses de enxofre na forma de sulfato de sódio.

Após sete dias da emergência foi efetuado o primeiro desbaste, seguindo-se periodicamente até permanecerem quatro plantas por vaso. Aos 13 dias após a emergência foram aplicadas as doses de nitrogênio, na forma de nitrato de amônio. 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 do 1º corte. Aos 21 dias após o primeiro corte realizou-se a segunda colheita das plantas.

As raízes foram coletadas no segundo corte ao término do experimento, sendo as mesmas lavadas em água corrente até retirar todo o solo existente, devidamente identificadas e levadas à estufa com circulação forçada de ar à 65 °C, por 72 horas. A produção de massa seca das raízes foi obtida diretamente pela pesagem do material.

Após a pesagem, as amostras de raízes secas foram moídas em moinho tipo Wiley e acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas para análises químicas. Determinou-se o N-total por digestão sulfúrica, seguida de destilação pelo método volumétrico de Kjeldahl descrito por JORGENSEN (1977). As análises de carboidratos totais não estruturais (CNE) foram realizadas seguindo o método descrito por SILVA (1998). Esse método baseia-se na digestão ácida das amostras por ácido sulfúrico e precipitação dos carboidratos por sulfato de cobre.

Os valores de produção de massa seca, teores de carboidratos não estruturais e teores de nitrogênio total foram submetidos à análise de variância e, nos casos de significância (P<0,05), procedeu-se o estudo das regressões. Empregou-se o procedimento estatístico “Statistical Analysis System” (SAS Institute, 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância da massa seca das raízes não revelou interação (P>0,05) entre as doses de calcário, N e S, tendo apresentado efeito significativo (P<0,05) apenas para as doses de N. Os efeitos das doses de N sobre a massa seca de raízes da plan-

ta forrageira foi representada por uma equação de segundo grau (Figura 1). Através dessa equação verifica-se que a máxima produção de massa seca das raízes ocorreu na dose de 969 mg kg⁻¹ de N.

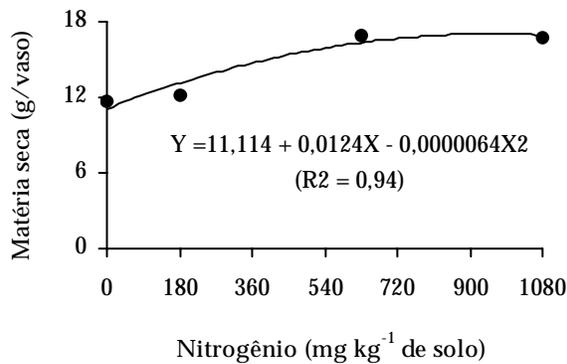


Figura 1. Massa seca das raízes do capim-braquiária, em função das doses de N

Observou-se que a quantidade de N que determinou a produção máxima da parte aérea (1.033 mg kg⁻¹ de N) da planta forrageira foi superior à máxima exigida para a produção das raízes (969 mg kg⁻¹ de N). CORRÊA e MONTEIRO (1997) trabalhando com os capins Colômbio, Tanzânia-1 e Vencedor, obtiveram efeitos significativos das doses de nitrogênio na produção de massa seca das raízes. Efeitos semelhantes foram obtidos por MARTIM (1997), na produção de massa seca de raízes de Tifton-85 e Coastcross-1, sendo que as doses de nitrogênio de maior produção foram 100 e 180 kg ha⁻¹, respectivamente. Santos (1997), trabalhando com *Braquiária decumbens* encontrou que a máxima produção de massa seca foi obtida na dose de nitrogênio de 453 mg L⁻¹. PREMAZZI (2001), avaliando doses de nitrogênio em capim-Tifton 85, constatou que a dose para obtenção da produção máxima foi de 196 mg kg⁻¹. MONTEIRO *et al.* (1995), verificaram, para o capim-marandu, que nos tratamentos onde foram omitidos nitrogênio e fósforo, ocorreram as maiores limitações ao desenvolvimento das plantas, tanto na produção de massa seca da parte aérea como na das raízes. Os autores mencionaram que, onde foi omitido o N, inclusive na testemunha as plantas alocaram maior parte de biomassa para o sistema radicular.

A análise de variância mostrou efeito ($P < 0,05$) para as doses de N e S sobre os teores de CNE nas

raízes do capim-braquiária. Nos dois casos os efeitos foram representados por um modelo linear (Figura 2 e 3).

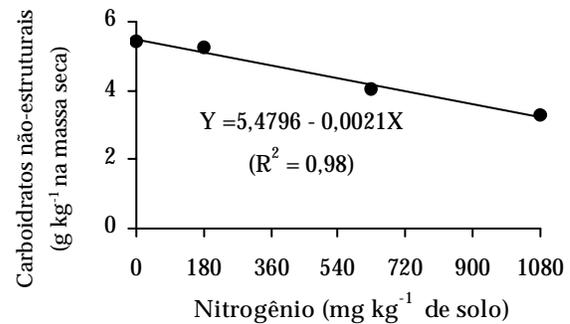


Figura 2. Teores de carboidratos não-estruturais nas raízes do capim-braquiária em função das doses de N

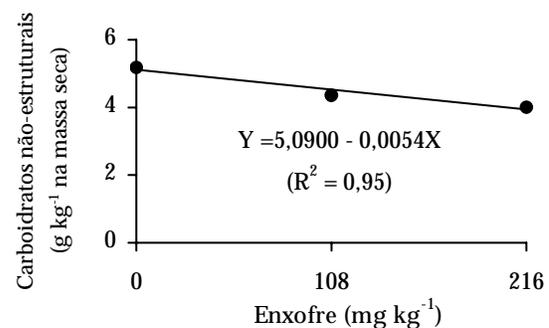


Figura 3. Teores de carboidratos não-estruturais nas raízes do capim-braquiária em função das doses de S

O decréscimo nos teores de carboidratos, em função da adubação com N e com S, se deve ao fato de que esses nutrientes, associados às altas luminosidades, promovem maior crescimento da parte aérea em detrimento das raízes. Isso explica também porque as plantas deficientes em N apresentam menor relação parte aérea/raiz. Os resultados encontrados neste estudo estão em consonância aos obtidos por (PETT e FAGAN, 1974; CAMARGO e SANTOS, 1985; SOARES FILHO, 1991; e HERLING, 1995).

De acordo com HERLING *et al.* (2001), a produção

de forragem aumenta com a adubação nitrogenada, porém ela pode resultar em diminuição da energia utilizável por unidade de peso de forragem. Por outro lado, o pastejo não freqüente resulta em aumento nos teores de carboidratos de reserva, mas reduz a produção de massa seca. Assim, segundo os autores, a melhor qualidade da forragem associada à melhor nutrição animal pode ser traduzida em menor produção de forragem e animal por unidade de área, sendo a natureza das reservas de menor significado.

A análise de variância revelou efeito ($P < 0,05$) significativo das doses de N no teor deste nutriente presente nas raízes do capim-braquiária. O comportamento se ajustou ao modelo quadrático de regressão (Figura 4). Dessa equação, estimou-se em $935,7 \text{ mg kg}^{-1}$ a máxima concentração de N-total nas raízes do capim-braquiária.

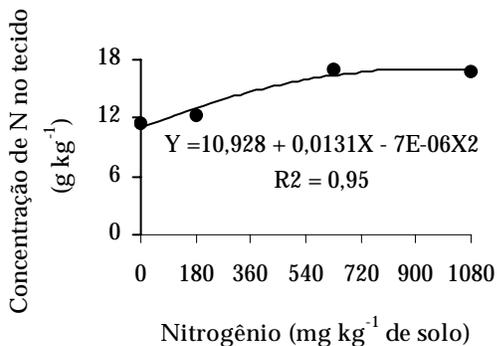


Figura 4. Concentração de N nas raízes do capim-braquiária, em função das doses de N.

SANTOS (1997), trabalhando com o capim-braquiária avaliando doses de nitrogênio em solução nutritiva, encontrou que a máxima concentração do nutriente foi de $10,9 \text{ g kg}^{-1}$ de massa seca de raízes e que foi obtido na dose de 452 mg L^{-1} de solução. MARTIM (1997), também observou comportamento quadrático da concentração de nitrogênio nas raízes do capim-Tifton 85 em resposta às doses de nitrogênio. Enquanto PREMAZZI (2001), obteve na concentração de nitrogênio nas raízes do mesmo capim, respostas lineares em função da adubação nitrogenada.

CONCLUSÕES

A produção de massa seca, os teores de carboidratos não-estruturais (CNE) e de N-total foram afetados pelas doses de nitrogênio, enquanto as doses de enxofre influenciaram apenas a concentração de CNE. A aplicação de calcário não apresentou efeito direto sobre as variáveis avaliadas. Estes resultados indicam que há necessidade de outros estudos sobre as reservas orgânicas (carboidratos) e de compostos nitrogenados em plantas forrageiras tropicais, para que as medidas de manejo adotadas para cada sistema de produção sejam melhor utilizadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARCELLOS, A. de O. Sistemas extensivos e semi-intensivos de produção: pecuária bovina de corte nos cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1. Brasília, 1996: Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos cerrados. Anais... Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. p.130-136.
- CAMARGO, A.H.A.; SANTOS, G.L. Efeito da altura de corte e doses de nitrogênio sobre as reservas de glicídios, desenvolvimento radicular e número de filhinhos da *Setaria anceps* Stapf cv. Kazungula. Rev. Cient. Ci. Rur., Santa Maria, v.15, n.4, p.379-388, 1985.
- CECATO, U.; CANO, C. C. P.; BORTOLO, M. et al. Teores de carboidratos não estruturais, nitrogênio total e peso de raízes em Coastcross-1 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) pastejado por ovinos. Rev. Bras. Zoot., Viçosa, MG, v.30, n.3, p.644-650, 2001.
- CLEMENT, C. R.; JONES, L. H. P.; HOPPER, M. J. Uptake of nitrogen from flowing nutrient solution: effect of terminated and intermitent nitrate supplies. In: HEWITT, E.J.; CUTTING, C.V. (Ed). Nitrogen assimilation of plants. London: Academic Press, 1979. p. 123-133.
- CORRÊA, B. D.; MONTEIRO, F. A. Doses de nitrogênio e de magnésio afetando a produção de massa seca e perfilhamento nos capins Colônia, Tanzânia-1 e Vencedor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro, 1997. Resumos... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. (Compact disc)
- DAWSON, L.A.; GRAYSTON, S.J.; PETERSON, E. Effects of grazing in the roots and rhizosphere of grasses. In:

- LEMAIRE, G. et al. (Ed.). Grassland ecophysiology in grazing ecology. Wallingford: CAB International, 2000. p.61-84.
- DOVRAT, A.; DAYAN, E.; van KEULEN, H. Regrowth potential of shoot and of roots of Rhodes grass (*Chloris gayana*) after defoliation.. Neth. J. Agric. Sci., Wageningen, v.28, p.185-199, 1980.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA/ Centro Nacional de Pesquisa de Solos., 1999. 171 p.
- 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: POTAFOS, 1986. p. 93-123.
- HARRIS, W. Defoliation as a determinant of the growth, persistence and composition of pasture. In: WILSON, J.R (Ed.). Plant relation in pastures. Brisbane: CSIRO, 1978. p.67-85.
- HERLING, V. R.; RODRIGUES, L. R. A; LUZ, P. H. C. Manejo do Pestejo. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18., Piracicaba, 2001. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2001. p.157-192.
- HERLING, V. R. Efeitos de níveis de nitrogênio sobre algumas características fisiológicas e qualitativas dos cultivares colônia e centenário (*Panicum maximum* Jack.). Jaboticabal: UNESP/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1995. 125 f. Tese de Doutorado
- JORGENSEN, S.S. Guia analítico. Metodologia utilizada para análise de rotina. Piracicaba: CENA, 1977. 23 p.
- MAIZLISH, N. A.; FRITON, D.D.; KENDALL, W. A. Root morphology and early development of maize at varying levels of nitrogen. Agr. J., Madison, v.72, n.1, p. 25-31, 1980.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MARTIM, R. A. Doses de nitrogênio e de potássio para produção e composição dos capins Coastcross e Tifton-85 em um Latossolo Vermelho-Amarelo. Piracicaba: USP/Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1997. 109 f. Dissertação de Mestrado
- MAY, L.H. The utilization of carbohydrate reserve in pasture after defoliation. Herb. Abstr., v.30, n.4, p.239-245, 1960.
- McILROY, R.J. Carbohydrates of grassland herbage. Herb. Abstr., v.37, n.2, p.79-87, 1967.
- MENGEL, K; KIRKBY, E. A. Principles of plant nutrition. 4.ed. Bern: International Potash Institut, 1987. 687 p.
- 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. Scientia Agric., Piracicaba, v.52, n.1, p.135-141, 1995.
- MOORE, K.J.; HATFIELD, R.D. Carbohydrates and forage quality. In: Forage quality evaluation and utilization. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1994. p.229-280.
- 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.
- NASCIMENTO Jr., D. do, VILELA, H. Pastagens: Efeito do pastejo nas plantas forrageiras. Viçosa:UFV, 1995. 11 p.
- NOVOA, R.; LOOMIS, R.S. Modelo dinámico del metabolismo del nitrogeno en plantas superiores. 1. Descripción del modelo. Agric. Téc., Santiago, v. 41. n.1, p.41-48, 1981.
- PETTIT, R. D., FAGAN, R. E. Influence of Nitrogen and Irrigation on Carbohydrate Reserves of Buffalograss. J. Range Manag., Denver, v.27, n. 4, p. 279-282, 1974.
- PREMAZZI, L. Crescimento do capim-tifton 85 submetido a doses e épocas de aplicação de nitrogênio após o corte. Piracicaba: USP/ Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2001. 93 f. Tese de Doutorado .
- SANTOS, A. R. dos. Diagnose nutricional e respostas do capim-braquiária submetido a doses de nitrogênio e enxofre. Piracicaba: USP/ Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1997. 115 f. Tese de Doutorado.
- SAS INSTITUTE CORPORATION. Propriety software release 6.11. Cary: 1996.
- SHEARD, R.W. Organic reserves and plant regrowth. In: BUTLER, G. W.; BAILEY, R. W.(Ed.). Chemistry and biochemistry of herbage. London: Academic Press, 1973. cap.25, 353-377.

- SILVA, D. J. Análise de alimento (Métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: UFV, 1998. 166 p. Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1991. 110 f. Dissertação de Mestrado
- SILVA, S.C da; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMA DE PASTAGENS, 3., Jaboticabal, 1997. Anais... Jaboticabal: FUNEP, 1997. p.1-92. WERNER, J.C. Adubação de pastagens. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49 p. (Boletim Técnico, 18).
- SOARES FILHO, C. V. Variação sazonal de parâmetros bioquímicos-fisiológicos em *Brachiaria decumbens* estabelecida em pastagens. Piracicaba: USP/Escola YOUNGNER, V.B. Physiology of defoliation and regrowth. In: .-.-.-.; McKELL, C. M. (Ed.). The Biology and utilization of grasses. New York, Academic Press, 1972. p.292-303.