

PRODUÇÃO DO CAPIM-TIFTON 85 SUBMETIDO A DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO APÓS O CORTE¹

LINDA MÔNICA PREMAZZI², FRANCISCO ANTONIO MONTEIRO³

¹Parte da tese apresentada pelo primeiro autor à ESALQ, USP, para a obtenção do título de Doutor.

Recebido para publicação em 25/05/01. Aceito para publicação em 07/11/01.

²Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ, USP, Caixa postal 09, 13418-900, Piracicaba, SP. E-mail: linda_monicap@hotmail.com Bolsista CAPES.

³Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ, USP, Caixa postal 09, 13418-900, Piracicaba, SP. Bolsista do CNPq.

RESUMO: Dois experimentos foram conduzidos com o capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp), com o objetivo de avaliar a influência de doses e épocas de aplicação de nitrogênio após o corte em algumas variáveis de produção da forragem, bem como o efeito das doses de nitrogênio na estimativa do teor de clorofila da lâmina foliar, através da leitura SPAD. Os experimentos foram conduzidos em vasos contendo solo classificado como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico. O primeiro experimento foi estabelecido em esquema fatorial 4 X 2, sendo avaliadas quatro doses e duas épocas de aplicação de nitrogênio após o corte, com quatro repetições e no segundo experimento foram estudadas quatro doses de nitrogênio com seis repetições. Em ambos os experimentos empregou-se o delineamento de blocos completos ao acaso. As doses de nitrogênio estudadas nos dois experimentos foram 0, 80, 160 e 240 mg kg⁻¹ de solo e as duas épocas de aplicação de nitrogênio foram imediatamente após o corte das plantas e sete dias após o corte. No primeiro experimento as doses de nitrogênio aumentaram a produção de massa seca da parte aérea até doses de 217 e 205 mg kg⁻¹ de solo, no primeiro e segundo cortes, respectivamente. A produção de massa seca de raízes foi afetada pelas doses de nitrogênio e uma menor produção foi observada quando o nitrogênio foi aplicado sete dias após o corte. Houve variação na relação colmo+bainha/lâmina foliar em função das doses de nitrogênio. A concentração de nitrogênio na parte aérea e nas raízes aumentou dentro das doses de nitrogênio estudadas e foi maior na parte aérea com a aplicação aos sete dias. Observou-se aumento no valor SPAD para as doses de nitrogênio estudadas e também alta correlação desse valor com a concentração de nitrogênio na lâmina foliar.

Palavras-chave: *Cynodon*, SPAD, adubação nitrogenada, adubação de pastagem.

NITROGEN RATES AND TIME OF APPLICATION FOR TIFTON 85 BERMUDAGRASS PRODUCTION

ABSTRACT: Two experiments were carried out in a greenhouse to evaluate the effects of nitrogen rates and time of application after cutting in Tifton 85 (*Cynodon* spp) yield production, as well as, the effects of nitrogen in the SPAD values in leaf lamina of this bermudagrass. Plants were grown in a TYPIC QUARTZIPSAMMENT. The first experiment was set in a factorial design (rates x time of application) whereas the second one had nitrogen rates, established in a complete randomized block design, with four and six replications, respectively. The rates of nitrogen were 0, 80, 160 and 240 mg kg⁻¹ of soil and the times of application were immediatly after cutting and then seven days after. In the first experiment there was an effect of nitrogen in increasing dry matter yield of plant tops. Maximum dry matter yield occurred at nitrogen rates

of 217 and 205 mg kg⁻¹ of soil, respectively for the first and second growth periods. Dry matter of roots was influenced by nitrogen and lower production was observed when the application of nitrogen was one week later than just after cutting. There was a variation in stem+sheath/lamina ratio with the nitrogen rates. The concentration of nitrogen in plant tops and roots increased with the rates of nitrogen applied and higher nitrogen concentration was found in tops with nitrogen supply seven days after cutting than with the application just after cutting. There was an increasing in the SPAD values according to the rates of nitrogen and a high coefficient of correlation between SPAD values and concentration in the leaf lamina was observed.

Key words: *Cynodon*, SPAD, nitrogen fertilization, pasture fertilization.

INTRODUÇÃO

O capim-bermuda "Tifton 85" (*Cynodon* spp.) foi desenvolvido pelo Departamento de Estado da Agricultura e pela Universidade da Geórgia, em Tifton, Estado da Geórgia, nos Estados Unidos da América, tendo sido liberado em 1992 e atualmente encontra-se disseminado em várias regiões do Brasil. Essa gramínea apresenta um grande potencial como forragem para pastagem, tanto para uso na bovinocultura de corte como na de leite (HILL *et al.*, 1996), devendo então ser inserida em programas de avaliação agronômica no Brasil, tendo como um dos principais enfoques a sua resposta à adubação.

O capim-Tifton 85 é uma gramínea responsiva ao nitrogênio e aumentos de produção de massa seca da parte aérea tem sido verificados em função do fornecimento deste nutriente. MARTIM (1997) relatou aumentos de produção da ordem de 43 e 113% em função do incremento das doses de nitrogênio de 20 para 180 kg ha⁻¹. GOMES *et al.* (1997) obtiveram produção de massa seca de 13783 kg ha⁻¹ no período chuvoso e 2375 kg ha⁻¹ nas secas na dose de nitrogênio 400 kg ha⁻¹, sendo esses valores 50 e 24% superiores à não aplicação do nitrogênio, respectivamente. ALVIM *et al.* (1998) constataram que aplicações de nitrogênio de 400 kg ha⁻¹ e intervalos entre cortes de quatro semanas na época das chuvas e de seis na época das secas constituem o manejo adequado para o Tifton 85, cultivado na Zona da Mata de Minas Gerais. ALVES (2000) observou que o incremento nas doses de nitrogênio 0 a 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ permitiu um aumento no número de cortes realizados a partir de alturas pré-estabelecidas.

Um outro aspecto relacionado à aplicação de nitrogênio em áreas de pastagens é a sua época de aplicação após o corte ou pastejo. NABINGER (1998) destacou a importância da imediata disponibilidade de nitrogênio no momento do corte, quando o objetivo é maximizar a densidade dos perfilhos e atingir rapidamente o índice de área foliar (IAF) ótimo. VINCENTE-CHANDLER *et al.* (1962) obtiveram mais elevadas produções de massa seca da parte aérea para o capim-guiné (*Panicum maximum*) quando o nitrogênio foi aplicado imediatamente após o corte, em comparação com a aplicação total ou parcial em 25 dias após o corte. CECATO *et al.* (1994) não observaram efeito das combinações entre as doses e as formas de aplicação de nitrogênio, que constaram de uma única aplicação após o corte ou com as doses de nitrogênio divididas entre o corte e 15 dias após, no vigor da rebrota do capim-Aruana (*Panicum maximum* cv. Aruana). SILVA *et al.* (1996) recomendaram para pastagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) a aplicação de nitrogênio nos primeiros 5 a 7 dias após o corte ou pastejo.

A composição das plantas em termos da relação colmo+bainha/lâmina foliar do capim-Tifton 85 é influenciada pela adubação nitrogenada (MARTIM, 1997; ALVES, 2000). Em relação à concentração de nitrogênio nos tecidos, tem sido observadas variações significativas em função da dose de nitrogênio. MARTIM (1997) obteve valores médios para a concentração de nitrogênio na massa seca da parte aérea de 9,17 e 17,01 g kg⁻¹ para as doses de nitrogênio de 20 e 180 kg ha⁻¹. ALVIM *et al.* (1998) verificaram aumento na concentração média anual de proteína, tendo sido observados valores entre 59 e 217 g kg⁻¹, para as

doses de nitrogênio de 0 a 600 kg ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. ALVES (2000) observou respostas lineares da concentração de proteína bruta em função das doses de nitrogênio e alturas de corte das plantas, nas frações lâmina e colmo e na planta inteira.

O estado nutricional das plantas forrageiras, em termos de nitrogênio, tem sido comumente avaliado através da determinação da concentração de nitrogênio na parte aérea, comparando-se em seguida com valores de referência (WERNER *et al.*, 1996). Uma outra possibilidade de avaliação, por um método não-destrutivo e indireto, é através da estimativa do teor de clorofila presente nas folhas. Assim, equipamentos portáteis podem ser utilizados como estimadores da clorofila nas folhas, entre os quais o SPAD 501 (TAKEBE e YONEYAMA, 1989) e SPAD-502 (WOOD *et al.*, 1992). A quantificação da clorofila e o uso dos equipamentos portáteis SPAD na avaliação do estado nutricional de nitrogênio nas plantas está baseada nas relações obtidas experimentalmente entre a intensidade da coloração verde das folhas, a concentração de nitrogênio e a leitura SPAD.

Existe uma relação positiva entre a leitura SPAD e o conteúdo de clorofila nas folhas bem como entre leitura SPAD e concentração de nitrogênio nas folhas, detectada nas culturas de milho (*Zea mays*) e arroz (*Oryza sativa*) (TAKEBE e YONEYAMA, 1989; DWYER *et al.*, 1991; WOOD *et al.*, 1992; BULLOCK e ANDERSON, 1998).

Está também demonstrada a relação positiva existente entre doses de nitrogênio fornecidas às plantas e a leitura SPAD. KANTETY *et al.* (1996) obtiveram para festuca (*Festuca arundinaceae*) que a máxima leitura do SPAD foi obtida com as doses de nitrogênio de 254 e de 306 kg ha⁻¹, em dois experimentos. SANTOS (1997) verificou para o capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk) que as máximas leituras SPAD foram encontradas nas doses de nitrogênio de 330 e 442 mg L⁻¹, enquanto COLOZZA (1998) constatou para o capim-Aruana aumento nos valores SPAD nas folhas emergentes, nas lâminas das folhas recém-expandidas e nas lâminas de folhas maduras em função das doses de nitrogênio. O efeito da dose de nitrogênio na leitura SPAD

também foi observado para capim-Marandu (SCHIAVUZZO *et al.*, 1999; ABREU, 1999), para o capim-Tanzânia (ABREU, 1999) e para o capim-Mombaça (MANARIN, 2000).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de doses e épocas de aplicação de nitrogênio após o corte no crescimento do capim-Tifton 85 através das variáveis produção de massa seca, relação colmo+bainha/lâmina foliar e concentração de nitrogênio na planta. Foi avaliado também o efeito de doses de nitrogênio na estimativa do teor de clorofila através do valor SPAD.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos nos períodos de verão e outono com a gramínea Tifton 85 (*Cynodon* spp), em condições de casa-de-vegetação localizada no Município de Piracicaba, Estado de São Paulo. O experimento I foi estabelecido em esquema fatorial 4 X 2, sendo avaliadas quatro doses de nitrogênio e duas épocas de aplicação de nitrogênio, com quatro repetições. No experimento II foram estudadas quatro doses de nitrogênio com seis repetições. O delineamento empregado nos dois experimentos foi o de blocos completos ao acaso.

As doses de nitrogênio estudadas nos dois experimentos foram de 0, 80, 160 e 240 mg kg⁻¹ de solo e este nutriente foi suprido na forma de NH₄ NO₃. As duas épocas de aplicação de nitrogênio foram imediatamente após o corte e sete dias após o corte.

O solo utilizado foi classificado como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, com horizonte A moderado álico fase cerrado e relevo plano (EMBRAPA, 1999), e foi coletado em uma propriedade localizada no Município de São Pedro, Estado de São Paulo, onde a vegetação predominante, em tempos recentes, era de cerrado. Coletou-se o solo a uma profundidade de 0 a 20 cm e em seguida o mesmo foi secado à sombra e passado em peneira com malha de 2 mm. A análise do solo seco revelou pH em CaCl₂=3,95; P=1,6mg dm⁻³; matéria orgânica=15,9 g dm⁻³; K⁺=0,3; Ca²⁺=0,6; Mg²⁺=0,5;

H+Al=47; Al³⁺=7 (concentrações essas expressas em mmol_c dm⁻³); soma de bases trocáveis=1,4 mmol_c dm⁻³; CTC=48,4 mmol_c dm⁻³ e V%=2,89.

A correção da acidez do solo foi baseada na elevação da saturação por bases a 60%, conforme utilizada por PALHANO (1990) para *Cynodon dactylon*. A quantidade correspondente de calcário foi determinada conforme RAIJ *et al.* (1987) e foram acrescentados 2873 mg de CaO e 1025 mg de MgO para 7 kg de solo que estava colocado em saco plástico. Procedeu-se à agitação manual por cinco minutos e cada saco plástico contendo solo foi acondicionado em um vaso plástico. Em seguida adicionou-se água deionizada até que o solo atingisse a capacidade de campo estimada. Após a adição de água alguns vasos foram marcados como referência e pesados nesta data e nas duas semanas seguintes. A perda média de água por vaso observada nas pesagens foi usada para cálculo de reposição de água em todos os vasos.

O plantio foi realizado 50 dias após a incubação do solo com calcário, com sete mudas transplantadas em cada vaso, sendo cada muda formada por uma haste única, com área foliar e sistema radicular presentes. As mudas foram selecionadas quanto ao tamanho, padronizando-se o estande de plantas para todos os vasos.

Onze dias após o plantio foi realizado um corte de uniformização nas plantas nos dois experimentos, a altura de 4,5 cm, em função da ocorrência de um ataque de fungos saprófitas, ocasião em que foram retiradas todas as folhas velhas presentes. No dia seguinte foi realizada uma adubação em todos os vasos, em termos de mg kg⁻¹ de solo, com P=100, K=125,8 e N=10, através do emprego dos reagentes analíticos KH₂PO₄ e NH₄NO₃. Vinte dias após foi efetuado outro corte de uniformização a 2,5 cm de altura e no dia seguinte foi realizada uma adubação com nitrogênio à base de 10 mg kg⁻¹ de solo, utilizando-se o reagente analítico NH₄NO₃.

O período de crescimento das plantas, para fins de coleta de dados, teve início em 24 de março de 1998 com a realização de um

corte das plantas a 2,5 cm de altura, ocasião em que foram aplicadas as doses de nitrogênio (como NH₄NO₃) de 0, 80, 160 e 240 mg kg⁻¹ de solo, além da adubação básica geral que se constituiu dos seguintes nutrientes, com doses (em mg kg⁻¹ de solo) e reagentes analíticos respectivamente especificados: P=100 (KH₂PO₄); K=125,8 (KH₂PO₄); S=8 (MgSO₄); B=0,25 (H₃BO₃); Cu=1,00 (CuSO₄.5H₂O); Zn=1,00 (ZnSO₄.7H₂O); Mo=0,10 (Na₂MoO₄.2H₂O).

Os dois experimentos foram conduzidos simultaneamente e avaliados em dois períodos de crescimento das plantas, sendo o primeiro de 24 de março a 2 de maio (39 dias) e o segundo de 3 de maio a 13 de junho de 1998 (41 dias). Cada início de crescimento foi marcado pelo corte das plantas e pelo fornecimento de nitrogênio, nas respectivas doses e épocas. Após o primeiro corte foram realizadas adubações de reposição, cujas doses em mg kg⁻¹ de solo foram: P=20,0; K=58,4 e S=13,7 com o emprego dos reagentes analíticos KH₂PO₄ e K₂SO₄.

No experimento I as plantas foram avaliadas para a produção de massa seca da parte aérea e das raízes, a relação colmo+bainha/lâmina foliar e concentração de nitrogênio no tecido vegetal. A produção da forrageira foi avaliada com as plantas com 39 e 41 dias de crescimento, com os cortes realizados a altura de 2,5 cm e ao nível do solo, no primeiro e segundo cortes, respectivamente. O material coletado (parte aérea no primeiro e no segundo corte, e raízes ao final do segundo corte) foi levado para secar em estufa com ventilação forçada, a temperatura de 65°C, por 72 horas. Após a secagem, a parte aérea do primeiro e do segundo corte foi separada nas frações colmo+bainha e lâmina foliar. A partir dos resultados de pesagem dessas frações, foi possível calcular a relação colmo+bainha / lâmina foliar. A concentração de nitrogênio total nos tecidos da parte aérea colhida em ambos os cortes e das raízes foi determinada conforme metodologia descrita por SARRUGE e HAAG (1974).

No experimento II foi determinada a relação entre as unidades de leitura SPAD e concentração de nitrogênio total da lâmina foliar do capim-Tifton 85. Foram realizadas duas determinações,

aos 26 dias no primeiro período e aos 28 dias no segundo período de crescimento das plantas. Na estimativa do teor de clorofila nas folhas foi utilizado o Chlorophyll Meter SPAD-502 e as leituras do valor SPAD foram realizadas em uma folha por planta, em dez hastas distintas por vaso, no terço médio da lâmina foliar da segunda folha expandida a partir do ápice das plantas (SANTOS, 1997). Seguindo-se à leitura SPAD tratou-se de coletar a lâmina foliar correspondente às segundas folhas completamente expandidas das plantas de cada vaso e nelas foi determinada a concentração de nitrogênio total, conforme metodologia descrita por SARRUGE e HAAG (1974).

Foi realizada análise de variância para verificar o efeito significativo ($P < 0,05$) de doses e de épocas de aplicação de nitrogênio nas variáveis de crescimento. O efeito da dose de nitrogênio foi ajustado a modelos linear e quadrático e o efeito da

época foi avaliado através do teste de Tukey ($P < 0,05$). Foi utilizado o pacote estatístico SAS (SAS for WINDOWS versão 6.11).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I

Produção de massa seca da parte aérea e raízes

A análise de variância mostrou efeitos significativos ($P < 0,05$) das doses de nitrogênio na produção de massa seca da parte aérea no primeiro e no segundo cortes. Os resultados dessas produções da parte aérea mostraram ajustes a modelos quadráticos de regressão (Figura 1), através dos quais se obtiveram os máximos valores com o suprimento de nitrogênio em 217 e 205 mg kg^{-1} de solo, no primeiro e no segundo cortes, respectivamente.

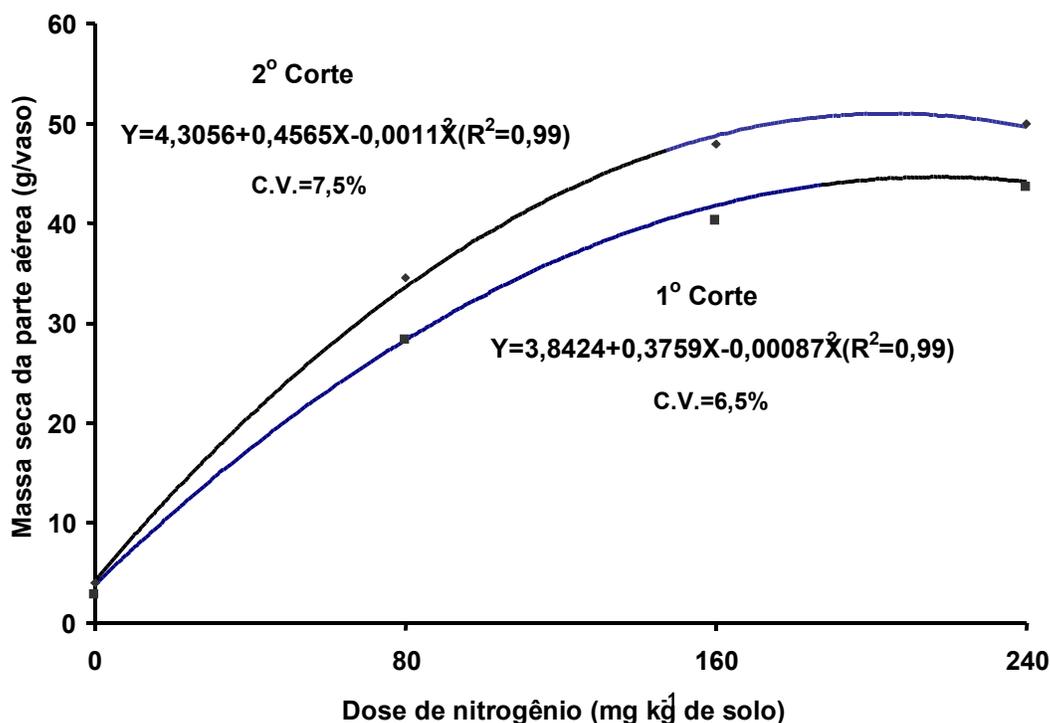


Figura 1. Produção de massa seca da parte aérea do capim-Tifton 85, no primeiro e segundo cortes, em função das doses de nitrogênio

Tem sido amplamente mostrado que o Tifton 85 é uma forrageira responsiva à adubação nitrogenada. PAULINO *et al.* (1997) verificaram respostas às doses de nitrogênio na produção de massa seca da parte aérea do capim-Tifton 85, a qual foi representada por acréscimos linear e quadrático, dependendo do período de crescimento considerado. MARTIM (1997) obteve acréscimos da ordem de 43 e 113%, quando comparou as doses de nitrogênio de 20 e 180 kg ha⁻¹, obtidos num segundo e terceiro períodos de crescimento, respectivamente. GOMES *et al.* (1997) constataram resposta do capim-Tifton 85 ao incremento da dose de nitrogênio de 0 para 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ com aumentos de produção da ordem de 150% para o período das águas e 23% para o período das secas. ALVIM *et al.* (1998) observaram efeito significativo das doses de nitrogênio de 0 a 600 kg ha⁻¹ ano⁻¹, sendo o maior incremento de produção (que atingiu 71%) observado entre a não aplicação de nitrogênio e a dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

Não se constatou variação significativa (P>0,05) entre as duas épocas de aplicação do nitrogênio após o corte, para a produção de massa seca da parte aérea do capim-Tifton 85. Recomendações tem sido feitas para aplicação de nitrogênio imediatamente após o corte (NABINGER, 1998) ou até um máximo de cinco a sete dias após o corte, para o capim-elefante (SILVA *et al.*, 1996). VINCENTE-CHANDLER *et al.* (1962) obtiveram mais elevada produção quando o nitrogênio foi aplicado imediatamente após o corte, em relação à aplicação de 25 dias após o corte (dentro de um período de crescimento de 60 dias). Para o capim-Tifton 85 o intervalo estudado na adubação nitrogenada foi de sete dias, bem inferior ao limite considerado por VINCENTE-CHANDLER *et al.* (1962), mas dentro do limite de tempo recomendado por SILVA *et al.* (1996).

As plantas que não receberam nitrogênio no momento do corte podem ter utilizado suas reservas orgânicas para o crescimento do corte até o sétimo dia. De acordo com ENGELS e MARSCHNER (1995) as plantas podem absorver nitrogênio em excesso em relação às suas necessidades atuais para crescimento e utilizar

esse nutriente posteriormente. OURRY *et al.* (1988) verificaram, na fase inicial da rebrota do azevém, que a maior parte do nitrogênio presente nas folhas foi mobilizado das reservas orgânicas das raízes e da base do caule. Raízes, rizomas, base do caule e outras partes que permanecem nas plantas após a desfolha se constituem em órgãos de reservas orgânicas (SHEARD, 1973), e podem suprir o nutriente para o novo crescimento.

A análise de variância mostrou efeito significativo (P<0,05) das doses e das épocas de aplicação do nitrogênio após o corte na produção de massa seca de raízes. A resposta às doses de nitrogênio mostrou ajuste a modelo quadrático de regressão (Figura 2), com a máxima produção de raízes obtida com fornecimento de nitrogênio de 196 mg kg⁻¹ de solo.

Resposta à adubação nitrogenada na produção de raízes do capim-Tifton 85 foi observada por MARTIM (1997), para as doses de nitrogênio entre 20 e 180 kg ha⁻¹. PAULINO *et al.* (1997) também verificaram aumentos na produção de massa seca de raízes em resposta ao incremento nas doses de nitrogênio de 0 para 50 e 150 kg ha⁻¹.

A produção de massa seca de raízes foi inferior na adubação nitrogenada realizada sete dias após o corte das plantas em relação àquela imediatamente após o corte. As raízes são consideradas órgãos de reserva de energia na forma de carboidratos e nitrogênio para as plantas (SHEARD, 1973) e, particularmente, para alguns capins o rizoma também desempenha essa função. A mais baixa produção de massa seca de raízes (observada quando o nitrogênio foi aplicado sete dias após o corte) pode significar a utilização dessas reservas no período inicial do crescimento, em função do atraso da aplicação de nitrogênio, já que a produção de massa seca da parte aérea não foi afetada pela época de aplicação do nitrogênio, tanto no primeiro como no segundo corte.

Relação colmo+bainha / lâmina foliar

Foram constatados efeitos significativos (P<0,05) das doses de nitrogênio na relação colmo+bainha / lâmina foliar tanto no primeiro como no segundo corte do capim-Tifton 85. Os

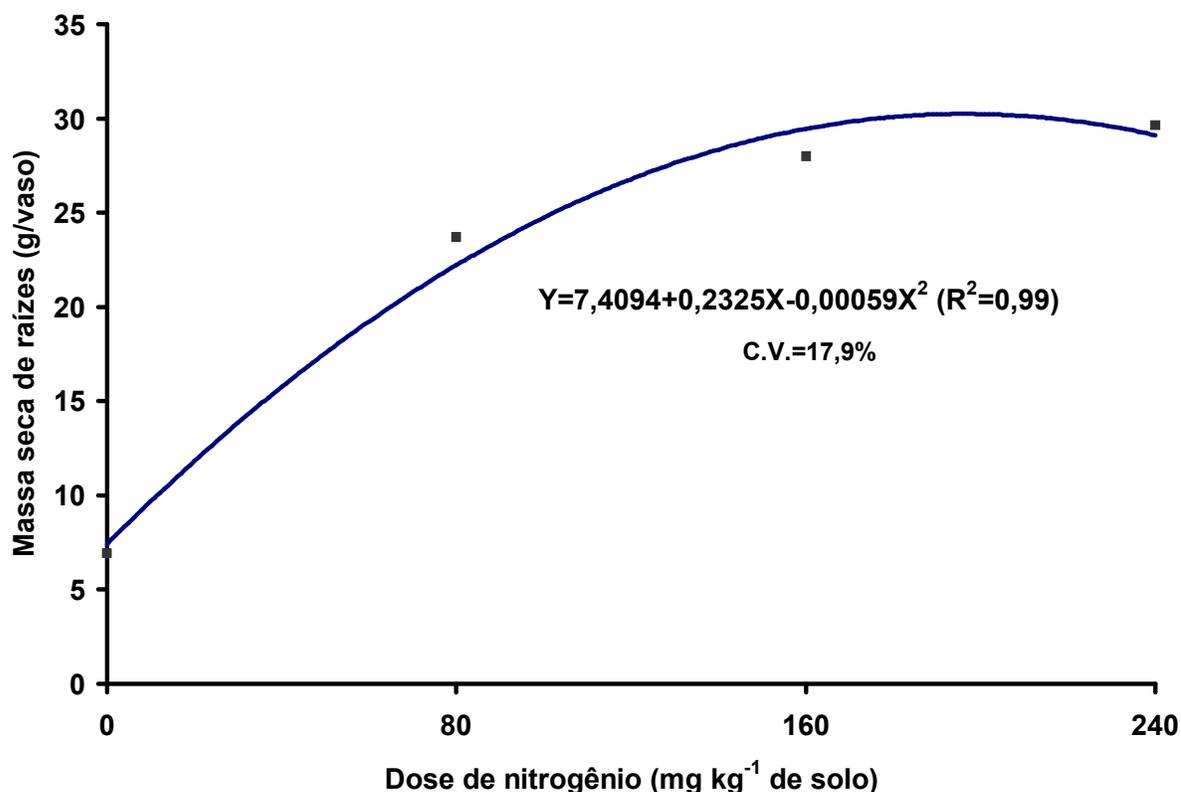


Figura 2. Produção de massa seca de raízes do capim-Tifton 85 em função das doses de nitrogênio

resultados dessa relação apresentaram ajuste a modelos quadráticos de regressão (Figura 3).

No primeiro corte foi constatado acréscimo na proporção colmo+bainha/lâmina foliar na planta desde a ausência da aplicação de nitrogênio até a relação atingir o máximo valor de 1,33, obtido na dose de nitrogênio de 147 mg kg⁻¹ de solo. A partir desse ponto essa relação teve decréscimos até a mais elevada dose de nitrogênio, mas manteve sempre valor maior do que 1,0.

No segundo corte foi observado decréscimo na relação colmo+bainha/lâmina foliar, entre a

ausência da adubação nitrogenada e a dose de nitrogênio de 178 mg kg⁻¹ de solo, situação em que se constatou o valor mínimo de 1,5. Na ausência de aplicação de nitrogênio foram encontrados valores mais altos para a relação colmo+bainha/lâmina foliar (até 2,5), o que pode estar associado ao fato da permanência de parte de colmos+bainhas por ocasião do primeiro corte, que se efetuou na altura de 2,5 cm.

GOMIDE (1996) encontrou relação folha/colmo variando entre 0,89 e 1,32 para o capim-Tifton 85, avaliado em idades desde 14 até 42 dias de crescimento. CARNEVALLI *et al.*

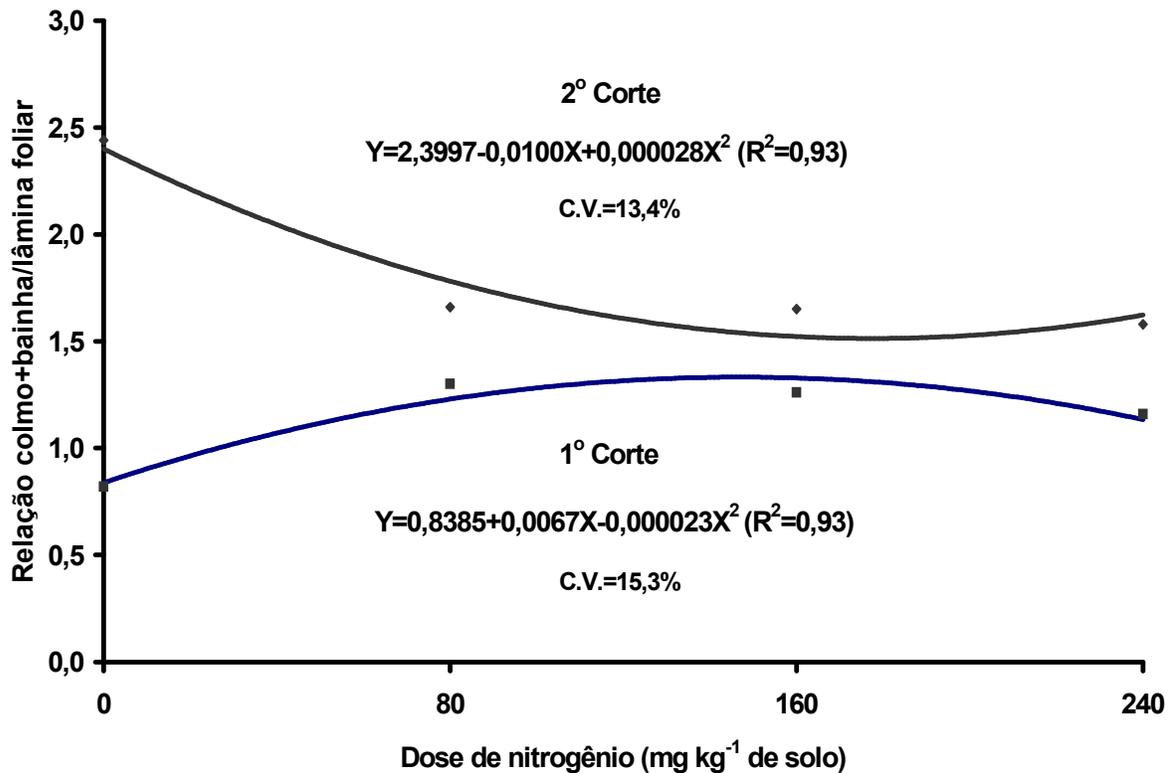


Figura 3. Relação colmo+bainha / lâmina foliar do capim-Tifton 85, no primeiro e no segundo cortes, em função das doses de nitrogênio

(1999) relataram variação de 2,8 a 3,3 nos valores de colmo+bainha/lâmina foliar para esse mesmo capim. MARTIM (1997) verificou diminuição na relação colmo+bainha/lâmina foliar desse capim em função do incremento das doses de nitrogênio de 20 para 180 kg ha⁻¹, e os valores mais elevados para a relação colmo+bainha/lâmina foliar estiveram entre 1,0 e 1,47 na dose mais baixa de nitrogênio.

ALVES (2000) detectou significância para interação entre dose de nitrogênio e altura da planta ao tempo de corte para a relação lâmina foliar /colmo e as médias, por corte, foram de 0,75 e 1,26; 0,95 e 1,23; 0,46 e 1,01 para plantas recebendo as doses de 0 e 133 kg ha⁻¹ e colhidas ao atingirem 30, 40 e 50 cm de altura, respectivamente.

Concentração de nitrogênio no tecido vegetal

No primeiro corte ocorreu efeito significativo ($P < 0,05$) das doses de nitrogênio na concentração de nitrogênio na massa seca da parte aérea, e esse efeito traduziu-se em ajuste a modelo de segundo grau (Figura 4). A variação na concentração de nitrogênio no tecido esteve entre 7,84 e 23,24 g kg⁻¹, para a amplitude das doses desse nutriente de 0 a 240 mg de nitrogênio kg⁻¹ de solo.

HILL *et al.* (1993) apresentaram valores de proteína bruta que variaram entre 114 a 156 g kg⁻¹ (correspondentes a concentrações de nitrogênio de 18,24 a 24,9 g kg⁻¹) para o capim-Tifton 85 cultivado na Geórgia. MARTIM (1997) reportou valores para concentração de nitrogênio na massa seca da parte aérea do capim-Tifton 85 oscilando

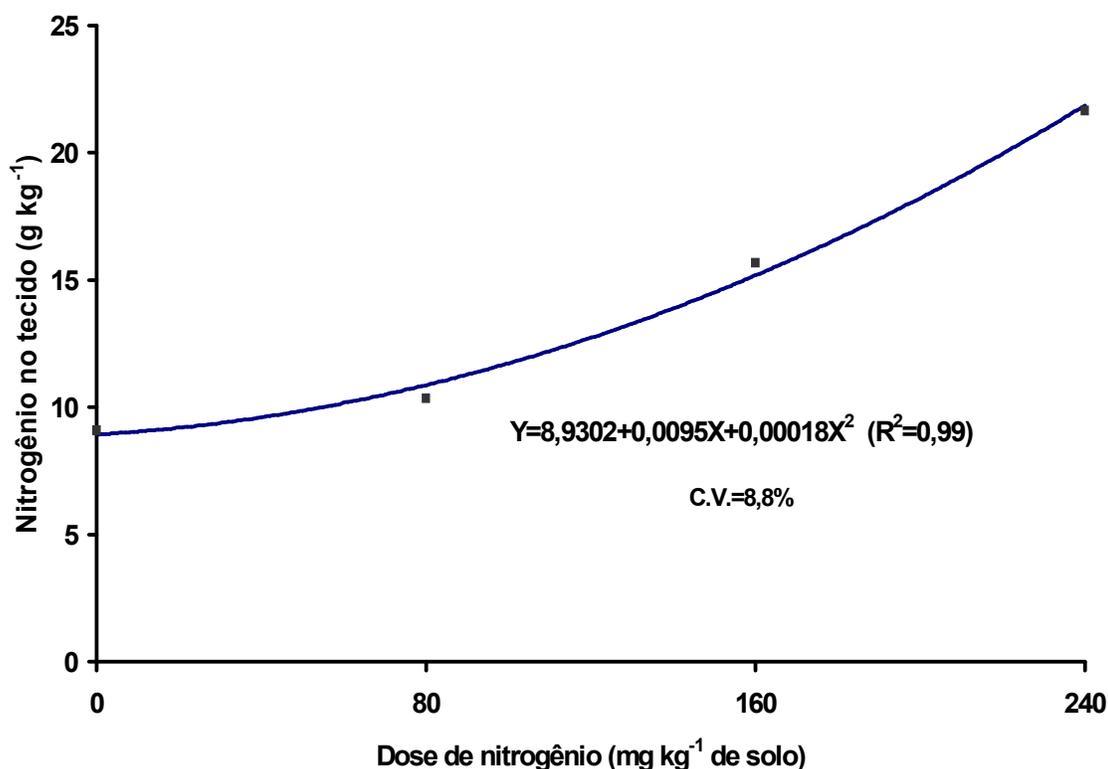


Figura 4. Concentração de nitrogênio na massa seca da parte aérea do primeiro corte, do capim-Tifton 85, em função das doses de nitrogênio

entre 9,13 até 19,25 g kg⁻¹, em função das doses de nitrogênio e de potássio, com efeito significativo e linear da dose de nitrogênio para a concentração do nutriente.

ALVIM *et al.* (1998) descreveram aumento na concentração média anual de proteína bruta no capim-Tifton 85, proporcionado pelas doses de nitrogênio. Foram observados valores entre 59 e 217 g kg⁻¹ (correspondentes a valores para concentração de nitrogênio de 9,44 e 34,72 g kg⁻¹), considerando as doses de nitrogênio de 0 e 600 kg ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente.

ALVES (2000) obteve respostas lineares na concentração de proteína bruta nas frações lâmina, colmo e planta inteira do capim-Tifton 85, em função das doses de nitrogênio e da altura de corte das plantas. Os valores estimados da proteína bruta ponderada para a planta inteira com doses de nitrogênio de 0 e 133 kg ha⁻¹ variaram de 74 a 181, 155 a 160 e 36 a 144 g kg⁻¹ para a planta

colhida ao atingir as alturas de 30, 40 e 50 cm, respectivamente.

No primeiro corte das plantas foi possível verificar efeito significativo (P<0,05) da época de aplicação de nitrogênio na concentração de nitrogênio no tecido da gramínea. A mais elevada concentração de nitrogênio na parte aérea das plantas foi obtida quando a adubação foi realizada aos sete dias após o corte, e as médias observadas foram de 13,66 e 14,74 g kg⁻¹ para as épocas de aplicação de nitrogênio após o corte e aos sete dias após o corte, respectivamente.

Por ocasião do segundo corte da forrageira a interação entre doses e épocas de aplicação de nitrogênio foi significativa (P<0,05) em termos da concentração de nitrogênio na parte aérea do capim-Tifton 85. O desdobramento dessa interação mostrou efeito significativo (P<0,05) das doses de nitrogênio, em ambas as épocas de fornecimento de nitrogênio. Esse efeito das doses de nitrogênio

foi representado por modelo quadrático de regressão (Figura 5). Observou-se também efeito significativo ($P < 0,05$) na concentração de nitrogênio na parte aérea para a época de aplicação dentro das doses de nitrogênio 160 e 240 mg kg⁻¹ de solo. A concentração de nitrogênio no tecido das plantas adubadas sete dias após o corte foi

superior àquela das adubadas imediatamente após o corte, tendo sido observados os valores de 14,87 e 16,3 g kg⁻¹ na dose de nitrogênio de 160 mg kg⁻¹ de solo e 22,15 e 23,48 g kg⁻¹ na dose 240 mg kg⁻¹ de solo, para as épocas de adubação imediatamente após o corte e sete dias após, respectivamente.

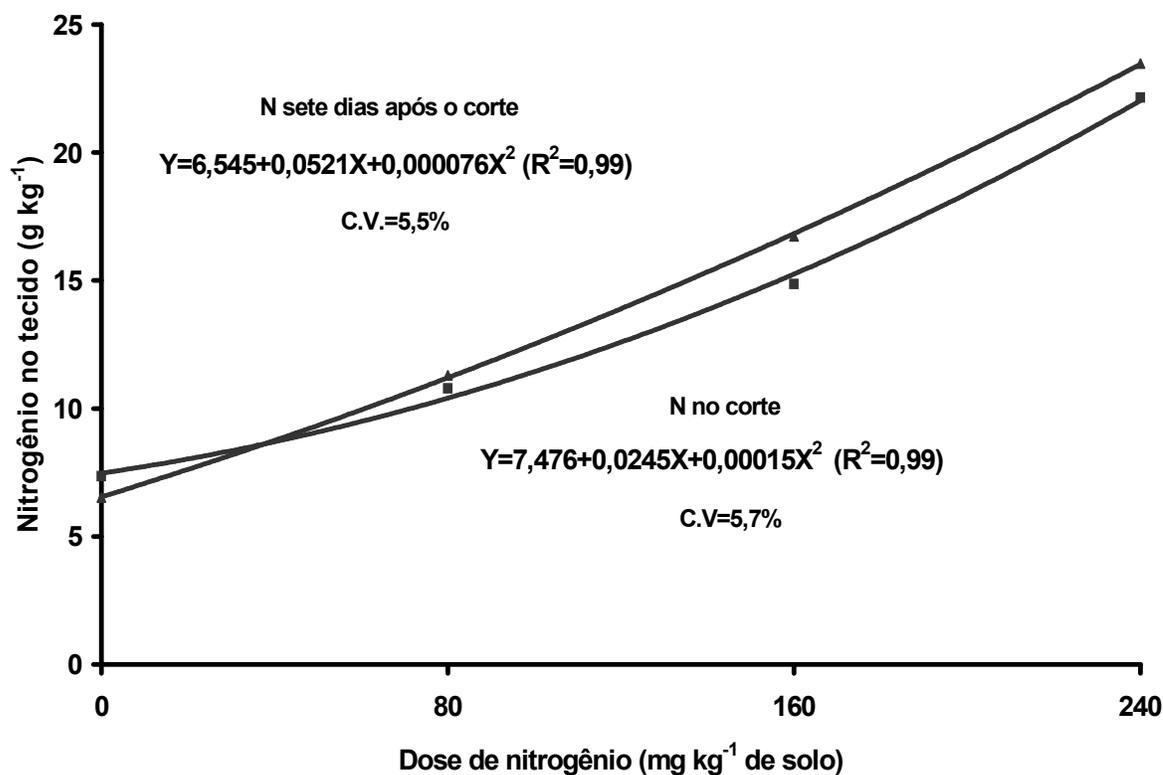


Figura 5. Concentração de nitrogênio na massa seca da parte aérea do segundo corte, do capim-Tifton 85, em função das doses de nitrogênio

A época de aplicação de nitrogênio afetou o valor nutritivo da forragem em termos da concentração de nitrogênio no tecido, embora não se tenha verificado efeito significativo na produção de massa seca da forrageira. A duração do período de crescimento das plantas de 39 e 41 dias pode ter sido suficiente para que o máximo potencial de crescimento das plantas fosse atingido, com as plantas compensando um possível atraso inicial no crescimento quando a adubação foi realizada sete dias após o corte. Acompanhando a cinética de acúmulo

da biomassa aérea após a desfolha do capim, observa-se na fase final de crescimento da forrageira um equilíbrio entre o surgimento e a morte das folhas, com a produção colhível permanecendo quase constante (NABINGER, 1997). As plantas adubadas nas duas épocas distintas podem estar em diferente fase do seu crescimento vegetativo quando foi realizado o corte, com plantas consideradas mais jovens quando a adubação nitrogenada foi realizada sete dias após o corte.

A análise do crescimento da planta em relação à fração colmo+bainha contribuiu para a interpretação de que as plantas adubadas sete dias após o corte estariam menos maduras. A análise de variância mostrou efeito significativo ($P<0,05$) das épocas de aplicação de nitrogênio na produção de massa seca do colmo+bainha, tanto no primeiro como no segundo corte das plantas, enquanto o mesmo não ocorreu com a produção da lâmina foliar da gramínea. Verificou-se mais elevada produção do colmo+bainha nas plantas adubadas imediatamente após o corte, consideradas mais velhas neste experimento, em relação às plantas adubadas sete dias após o corte. Isto está de acordo com os modelos de partição de massa seca obtidos por OVERMAN e WILKINSON (1989), que observaram ter a produção das hastes nos capins bermuda uma dependência linear com o intervalo entre cortes, com aumentos na produção de massa seca desta fração em função do número de semanas decorridos entre um corte e outro, enquanto a produção de massa seca das folhas tem caráter independente do intervalo entre cortes.

É plenamente conhecido o fato da fração colmo+bainha das plantas possuir mais baixa concentração de nitrogênio (e de proteína bruta) que a lâmina foliar, como foi relatado por FERRARI Jr. *et al.* (1993) para o Coastcross. A menor quantidade de colmo+bainha observada para o capim-Tifton 85, quando o nitrogênio foi aplicado sete dias após o corte, explica a mais elevada concentração de nitrogênio na planta nessa época.

GOMIDE (1996), estudando cinco cultivares de *Cynodon*, relatou que o avanço no desenvolvimento vegetativo foi o fator mais importante na queda da concentração de proteína, em todas as partes da planta. Para o capim-Tifton 85 a concentração de proteína bruta na planta inteira observada para as idades de 28 e 42 dias foi de 142 para 103 g kg⁻¹ (correspondendo à concentração de nitrogênio de 22,72 e 16,48 g kg⁻¹), respectivamente. ALVIM *et al.* (1998) observaram uma diminuição significativa na concentração média anual de proteína bruta com a extensão no intervalo entre cortes,

principalmente quando as mais elevadas doses de nitrogênio foram aplicadas na pastagem.

As doses de nitrogênio resultaram em efeito significativo ($P<0,05$) na concentração de nitrogênio nas raízes e esse efeito foi representado por modelo de regressão linear (Figura 6). MARTIM (1997) observou que a concentração de nitrogênio nas raízes, na média do Tifton 85 e do Coastcross, variou de forma quadrática com a adubação nitrogenada, mostrando o máximo na dose de nitrogênio de 231 kg ha⁻¹.

Experimento II

A análise de variância mostrou efeito significativo ($P<0,05$) das doses de nitrogênio no valor SPAD representada por modelos quadráticos, tanto no primeiro como no segundo crescimento, com valores de coeficientes de determinação de 0,99 (Figura 7). À medida em que a disponibilidade de nitrogênio para a planta aumenta, mais clorofila é produzida na folha e a planta expressa essa resposta aumentando a coloração verde (BULLOCK e ANDERSON, 1998), cuja intensidade é medida pelo clorofilômetro.

SCHEPERS *et al.* (1992), estudando híbridos de milho submetidos a doses de fertilizante nitrogenado, verificaram que as leituras no clorofilômetro atingiram um platô em doses de nitrogênio mais elevadas do que 225 kg ha⁻¹. Uma relação entre a dose aplicada de nitrogênio no solo e valores SPAD na folha, seguindo uma equação de segundo grau, também foi observada em festuca por KANTETY *et al.* (1996).

Um modelo quadrático para a relação entre o valor de unidades SPAD e doses de nitrogênio foi observado em capim-braquiária por SANTOS (1997), com valores elevados para o coeficiente de determinação (0,81 e 0,98, para o primeiro e segundo crescimento, respectivamente). Os máximos valores de unidades SPAD encontrados no capim-braquiária (50,2 e 52,0) foram superiores aos observados neste experimento com o capim-Tifton 85 (39,4 e 44,2).

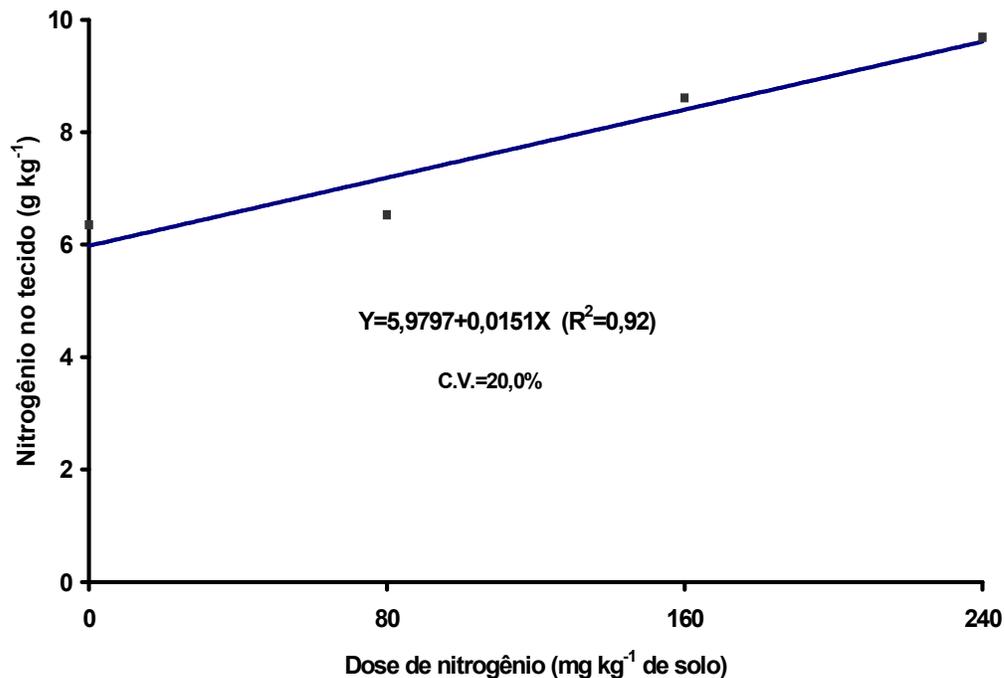


Figura 6. Concentração de nitrogênio na massa seca das raízes do capim-Tifton 85 em função das doses de nitrogênio

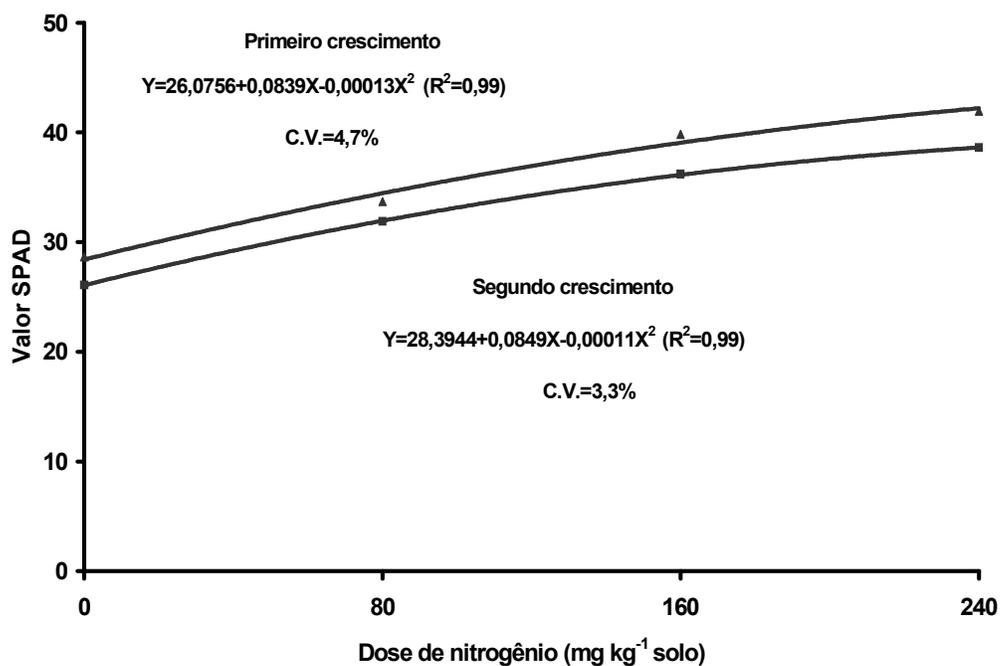


Figura 7. Valor SPAD na folha recém-expandida do capim-Tifton 85, no primeiro e segundo crescimentos, em função das doses de nitrogênio

O modelo de resposta quadrática a doses de nitrogênio para leitura SPAD também foi relatado com outras forrageiras como capim-Tanzânia (SCHIAVUZZO *et al.*, 1998), capim-Aruana (COLOZZA, 1998), capins Marandu e Tanzânia (ABREU, 1999) e capim-Mombaça (MANARIN, 2000).

No experimento com o capim-Tifton 85 foi observada relação significativa ($P < 0,05$) entre o valor SPAD e a concentração de nitrogênio na

lâmina foliar, relação essa que foi expressa por uma equação de primeiro grau ($R^2=0,95$) no primeiro crescimento e por uma equação de segundo grau ($R^2 = 0,89$) no segundo crescimento (Figura 8). No segundo crescimento o valor máximo de SPAD estimado corresponde à concentração de nitrogênio no tecido foliar de 57 g kg^{-2} . Estudando híbridos de milho, BULLOCK e ANDERSON (1998) observaram correlação significativa entre o valor SPAD e concentração de nitrogênio na folha.

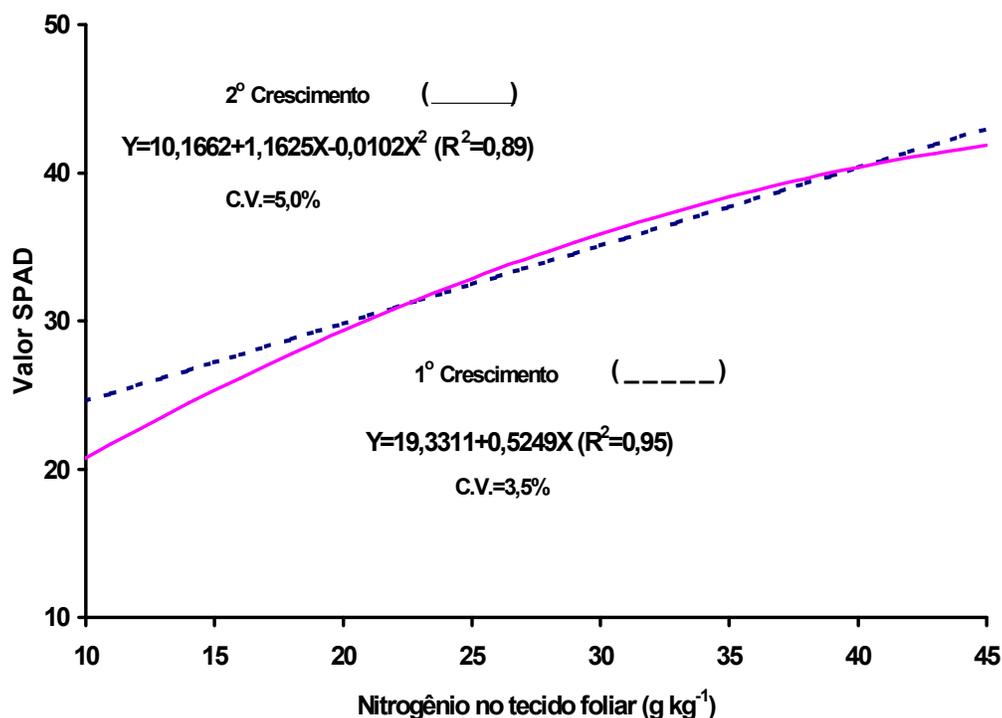


Figura 8. Relação entre as unidades de valor SPAD e a concentração de nitrogênio na lâmina da folha recém-expandida do capim-Tifton 85, em dois períodos de crescimento da forrageira recebendo adubação nitrogenada

WOOD *et al.* (1992) obtiveram um modelo quadrático ($R^2=0,90$) para relação entre os valores de unidades SPAD e a concentração de nitrogênio na folha do milho. Segundo esses autores o modelo curvilíneo sugere que alguma fração do nitrogênio na planta está numa forma não associada com a molécula de clorofila.

BLACKMER *et al.* (1994), estudando híbridos de milho, obtiveram relação linear entre concentração de nitrogênio na folha e a leitura

SPAD, com $R^2=0,84$. SANTOS (1997) também verificou altos coeficientes de correlação entre os valores SPAD e a concentração de nitrogênio nas lâminas de folhas recém-expandidas de capim-braquiária, com valores de R^2 de 0,91 e 0,93 para o primeiro e segundo crescimentos, respectivamente.

ABREU (1999), cultivando duas gramíneas forrageiras, encontrou alta correlação entre leitura SPAD e a concentração de nitrogênio nas lâminas

de folhas recém-expandidas, com coeficientes de 0,73; 0,80 e 0,92 para os estádios de 14, 28 e 42 dias de crescimento do capim-Marandu, respectivamente. Para o capim-Tanzânia os valores observados foram 0,79; 0,89; 0,90 para os estádios de 14, 28 e 42 dias de crescimento, respectivamente.

Os resultados do presente experimento, em consonância com aqueles disponíveis na literatura comprovam clara relação entre o suprimento de nitrogênio e unidades SPAD verificadas nas lâminas de folhas recém-expandidas da gramínea forrageira. De forma similar, alta correlação entre essas unidades SPAD e a concentração de nitrogênio nessas mesmas lâminas foliares é também documentada.

CONCLUSÕES

As doses de nitrogênio interferiram significativamente e de forma benéfica na produção de massa seca da parte aérea e das raízes, na concentração de nitrogênio no tecido foliar e nas unidades do valor SPAD;

A aplicação de nitrogênio sete dias após o corte proporcionou mais elevada concentração de nitrogênio na parte aérea da forrageira e menor produção de massa seca de raízes em relação à aplicação imediatamente após o corte;

Altos coeficientes de correlação foram constatados entre as unidades de valor SPAD e concentração de nitrogênio nas folhas recém-expandidas do capim.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, J.B.R. Produção e nutrição dos capins Tanzânia-1 e Marandu em função de estádios de crescimento e adubação nitrogenada. Piracicaba: ESALQ, 1999. 99 f. Tese de Doutorado.
- ALVES, M.J. Rendimento forrageiro e valor nutricional do capim Tifton 85 (*Cynodon spp*), sob diferentes doses de nitrogênio, colhido ao atingir 30, 40 e 50 cm de altura. Viçosa: UFV, 2000. 53 f. Dissertação de Mestrado.
- ALVIM, J.A., BOTREL, M.A., MARTINS, C.E. *et al.* Efeito de doses de nitrogênio e de intervalos entre cortes sobre a produção de matéria seca e teor de proteína bruta do Tifton 85. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu, 1998. Anais... Botucatu : Sociedade Brasileira DE Zootecnia,, 1998. p.492-494.
- BLACKMER, T.M., SCHEPERS, J.S., VARVEL, G.E. Light reflectance compared with other nitrogen stress measurements in corn leaves. *Agron. J., Madison*, v.86, p.934-938, 1994.
- BULLOCK, D.G., ANDERSON, D.S. Evaluation of the Minolta SPAD-502 chlorophyll meter for nitrogen management in corn. *J. of the Plant Nut., New York*, v.21, p. 741-755, 1998.
- CARNEVALLI, R.A., SILVA, S.C. da., PEDREIRA, C.G.S. *et al.* Pasture and animal responses of Tifton 85 swards grazed by sheep under continuous stocking. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, Curitiba, 1999. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1999. p.357-361.
- CECATO, U., FAVORETTO, V., MALHEIROS, E.B. Freqüências de corte, níveis e formas de aplicação de nitrogênio sobre as características da rebrota do capim-aruana (*Panicum maximum* Jacq. cv. ARUANA). *R. Unim., Maringá*, v.16, p.263-276, 1994.
- COLOZZA, M.T. Rendimento e diagnose foliar dos capins Aruana e Mombaça cultivados em latossolo vermelho-amarelo adubado com doses de nitrogênio. Piracicaba: ESALQ, 1998. 127 f. Tese de Doutorado.
- DWYER, L.M., TOLLENAAR, M., HOUWING, L. A nondestructive method to monitor leaf greenness in corn. *Can. J. of Plant Sci., Ottawa*, v.71, p.505-509,1991.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa, Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 42 p.
- ENGELS, C., MARSCHNER, H. Plant uptake and utilization of nitrogen. In: BACON, P.E. (Ed.) Nitrogen fertilization in the environment. New York: Marcel Dekker, 1995. p.41-81.

- FERRARI JR, E., RODRIGUES, L.R.A., REIS, R.A. *et al.* Avaliação do capim coast cross para produção de feno em diferentes idades e níveis de adubação de reposição. *B.de Indústr. anim.*, Nova Odessa, v.50, n.2, p.137-145, 1993.
- GOMES, L.H., CECATO, U., ÍTAVO, C.V. *et al.* Avaliação de cultivares do gênero *Cynodon* sob dois níveis de adubação nitrogenada. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., Juiz de Fora, 1997. Anais... Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.33-35.
- GOMIDE, C.C.C. Algumas características fisiológicas e químicas de cinco cultivares de *Cynodon*. Jaboticabal, UNESP, 1996. 100 f. Dissertação de Mestrado.
- HILL, G.M., GATES, R.N., BURTON, G.W. Forage quality and grazing steer performance from Tifton 85 and Tifton 78 bermudagrass pastures. *J. of Anim. Sci.*, Champaign, v.71, n.12, p.3219-3225, 1993.
- HILL, G.M., GATES, R.N., WEST, J.W. *et al.* Tifton bermudagrass utilization in beef, dairy, and hay production. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GENERO CYNODON, Juiz de Fora, 1996. Anais... Juiz de Fora: EMBRAPA, CNPGL, 1996. p.139-150.
- KANTETY, R.V., SANTEN, E. van, WOODS, F.M. *et al.* Chlorophyll meter predicts nitrogen status of tall fescue. *J. of Plant Nut.*, New York, v.19, p.881-899, 1996.
- MANARIN, C.A. Respostas fisiológicas, bioquímica e produtivas do capim-Mombaça a doses de nitrogênio. Piracicaba: ESALQ, 2000. 59 f. Dissertação de Mestrado.
- MARTIM, R.A. Doses de nitrogênio e de potássio para produção, composição e digestibilidade dos capins coastcross e de tifton 85 em um latossolo vermelho-amarelo. Piracicaba: ESALQ, 1997. 109 f. Dissertação de Mestrado..
- NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., Piracicaba, 1996. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1997. p.15-95.
- NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., Piracicaba, 1997. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1998. p.213-251.
- OURRY, A., BOUCAUD, J., SALETTE, J. Nitrogen mobilization from stubble and roots during regrowth of defoliated perennial ryegrass. *J. of Exp. Bot.*, Cambridge, v.39, p.803-809, 1988.
- OVERMAN, A.R., WILKINSON, S.R. Partitioning of dry matter between leaf and stem in coastal bermudagrass. *Agric. Syst.*, Barking, v.30, n.1, p.35-47, 1989.
- PALHANO, A.L. Recrutamento de nutrientes e valor nutritivo de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Cv. Coastcross n°1. Piracicaba: ESALQ, 1990. 122 f. Dissertação de Mestrado.
- PAULINO, V.T., GERDES, I., CARVALHO, D.D. *et al.* Fontes e doses de nitrogênio na produção, teor de proteína bruta e perfilhamento do capim Tifton 85 (*Cynodon spp*). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., Juiz de Fora, 1997. Anais... Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p. 142-144.
- RAIJ, B. van, QUAGGIO, J. A., CANTARELLA, H. *et al.* Análise química do solo para fins de fertilidade. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170 p.
- SANTOS, A. R. Diagnose nutricional e respostas do capim-braquiária submetido a doses de nitrogênio e enxofre. Piracicaba: ESALQ, 1997. 115 f. Tese de Doutorado.
- SARRUGE, J.R., HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba: Livrocere, 1974. 55 p.
- SHEARD, R.W. Organic reserves and plant regrowth. In: BUTLER, G.W., BAILEY, R.W. (Ed.). Chemistry and biochemistry of herbage. New York: Academic Press, 1973. v.2, p.353-377.
- SCHEPERS, J.S., FRANCIS, D.D., VIGIL, M. *et al.* Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter readings. *Comm. in Soil Sci. and Plant Anal.*, New York, v.23, p.2173-2187, 1992.
- SCHIAVUZZO, P.F., LAVRES JR., J., MONTEIRO, F.A. Respostas fisiológicas do capim-Marandu ao suprimento de nitrogênio. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 7., São Paulo, 1999. Anais... São Paulo: EDUSP, 1999. v.1, p.313.
- SCHIAVUZZO, P.F., BENETTI, I., MONTEIRO, F.A. *et al.* Leitura SPAD e concentração de nitrogênio na

- lâmina foliar do capim Tanzânia submetido a doses de nitrogênio. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 6., São Paulo, 1998. Anais... São Paulo: EDUSP, 1998. v.1, p.499.
- SILVA, S.C.da, CORSI, M., FARIA, V.P.de. Correção do solo e adubação de pastagens de capim elefante. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C. de, FARIA, V.P.de. (Ed.) . Pastagens de capim elefante: utilização intensiva. Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 29-49. (Biblioteca de Zootecnia, 3).
- TAKEBE, M., YONEYAMA, T. Measurement of leaf color scores and its implication to nitrogen nutrition of rice plants. Japan Agric. Res. Quart., v.23, p.81-93, 1989.
- VINCENTE-CHANDLER, J., SILVA, S., FIGARELLA, J. Effect of frequency of application on response of guinea grass to nitrogen fertilization. The J. of Agric. of the Univ. of Puerto Rico, Puerto Rico, v.46, p.342-349, 1962.
- WERNER, J.C., PAULINO, V.T., CANTARELLA, H. *et al.* Forrageiras. In: RAIJ, B. van., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.C. (Ed.). Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1996. p.263-272. (Boletim Técnico, 100).
- WOOD, C.W., REEVES, D.W., DUFFIELD, R.R. *et al.* Field chlorophyll measurements for evaluation of corn nitrogen status. J. of Plant Nutr., New York, v.15, p.487-500, 1992.