

PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO DO CAPIM-MARANDU EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÃO NITROGENADA E ESTÁDIOS DE CRESCIMENTO¹

JOÃO BATISTA RODRIGUES DE ABREU² e FRANCISCO ANTONIO MONTEIRO³

¹Parte da tese de doutorado apresentada pelo primeiro autor a ESALQ/USP.

²Pós-graduando em Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ/USP, Caixa Postal 09, 13418-900, Piracicaba, SP.

³Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ/USP, Caixa Postal 09, 13418-900, Piracicaba, SP. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq.

RESUMO: Foi realizado um experimento com o capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf), crescendo em casa-de-vegetação de fevereiro a junho de 1998, utilizando o delineamento de blocos completos ao acaso, com quatro repetições. O objetivo foi de avaliar o efeito da aplicação de nitrogênio na produção de matéria seca, na concentração de nitrogênio total nas lâminas de folhas novas, na estimativa do teor de clorofila nas lâminas de folhas novas e na determinação dos níveis críticos no capim aos 14, 28 e 42 dias após aplicação do nutriente em dois períodos de crescimento das plantas. As plantas foram cultivadas num Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico coletado à profundidade de 0-20 cm, utilizando-se quatro doses de nitrogênio (0; 75; 150 e 300 mg kg⁻¹) fornecido como nitrato de amônio. A aplicação de nitrogênio influenciou na produção de matéria seca da parte aérea e das raízes, na concentração de nitrogênio nas lâminas de folhas novas e no teor de clorofila do capim, de formas distintas nos crescimentos avaliados. Os níveis críticos de nitrogênio total determinados nas lâminas de folhas novas foram: aos 14 dias de desenvolvimento do crescimento final de 8,5 g kg⁻¹, associado ao valor SPAD de 22; aos 28 dias do crescimento final de 23,2 g kg⁻¹, associado ao valor SPAD de 39; aos 42 dias dos crescimentos inicial e final de 8,5 e 13,2 g kg⁻¹, associados aos valores SPAD de 22 e 34, respectivamente.

Termos para indexação: *Brachiaria brizantha*, nitrogênio, diagnose foliar, valor SPAD.

MARANDU GRASS YIELD AND NUTRITION IN RELATION TO GROWTH STAGES AND NITROGEN FERTILIZATION

SUMMARY: An experiment was carried out with Marandu grass (*Brachiaria brizantha* Stapf) grown in greenhouse conditions from February to June 1998, using a complete randomized block design, with four replications. The objective of this study was to evaluate the effects of nitrogen rates on forage yield, young leaf blades total-nitrogen concentration and chlorophyll concentration, and to determine the critical level of nitrogen in this grass at 14, 28 e 42 days after the nutrient application in two growth periods. Plants were grown in pots containing six kilograms soil collected from the 0-20 cm layer of a dystrophic Red-Yellow Latosol. Nitrogen was applied at planting and after each cut of the plants, at the following rates: 0; 75; 150 e 300 mg kg⁻¹, using ammonium nitrate. Nitrogen application affected dry matter of plant tops and roots, total-N concentration in young leaf blades and chlorophyll concentration (SPAD) in different ways between the growth periods. The critical levels determined on young leaf blades were: 8.5 g kg⁻¹ at 14 days in the final growth and was associated to SPAD value of 22; 23.2 g kg⁻¹ at 28 days in the final growth, associated to SPAD value of 39; 8.5 and 13.2 g kg⁻¹ at 42 days of the initial and final growth, associated to SPAD values of 22 and 34, respectively.

Index terms: *Brachiaria brizantha*, nitrogen, nutritional diagnosis, SPAD.

INTRODUÇÃO

As gramíneas forrageiras tropicais representam um dos recursos alimentares mais econômicos para a produção animal e a intensificação da utilização das pastagens pode resultar em aumento da eficiência do sistema produtivo e do aproveitamento dos recursos naturais. Uma das formas de aumentar a produtividade e melhorar o valor nutritivo e alimentício das pastagens, tem sido através do aproveitamento de novas gramíneas forrageiras, e nesse aspecto se destaca o lançamento do capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf).

O aumento da produção de forragem tem como um dos promotores a adequada disponibilidade de nutrientes, dentre os quais se destaca o nitrogênio (MONTEIRO e WERNER, 1977; WERNER, 1986 e CORSI e NÚSSIO, 1992). Assim, FERRARI NETO (1991) verificou que as principais limitações nutricionais de um Latossolo Vermelho-Escuro para desenvolvimento de gramínea forrageira, em ordem decrescente, foram: nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre, principalmente quando as plantas já estavam estabelecidas.

Alguns resultados demonstram a boa resposta do capim-Marandu à adubação nitrogenada, tais como os relatados por ALVIM et al. (1990) que, avaliando cinco acessos do gênero *Brachiaria*, verificaram ser o capim-Marandu o mais responsivo ao aumento da disponibilidade de nitrogênio. Também GUTIÉRREZ et al. (1990) demonstraram a maior eficiência de utilização de nitrogênio por essa gramínea forrageira.

As velocidades de rebrote e crescimento da forrageira podem ser influenciadas pelas quantidades de nitrogênio disponível, absorvido e assimilado. Dependendo da forma como este processo ocorre podem ser constatadas diferenças na precocidade e nas quantidades de carboidratos não-estruturais acumulados, os quais influenciam no vigor de crescimento após o corte. A maior concentração de nitrogênio ocorre na zona de alongação da folha, como resultado da deposição preferencial desse nutriente nessa região. Altas correlações entre a concentração de nitrogênio nessa zona da folha e a taxa de alongação foliar foram encontradas por GASTAL e NELSON (1994), sugerindo que esse processo é, normalmente, limitado pelo nitrogênio e não pelo suprimento de carboidratos (SKINNER e NELSON, 1995).

A compreensão da ação do nitrogênio no solo e nas plantas pode auxiliar no manejo das pastagens, aumentando a eficiência desse insumo. Contudo, o comportamento do nitrogênio no solo é muito dinâmico devido aos processos de oxidação-redução, que modificam a forma predominante do nitrogênio, bem como as perdas e interações microbiológicas desse nutriente, fazendo com que a concentração de nitrogênio no solo não seja adequada para fins de predição da disponibilidade do mesmo para as forrageiras. Nesse aspecto a diagnose foliar é uma ferramenta auxiliar para a determinação do estado nutricional das plantas através do nível crítico interno, porque torna possível relacionar uma concentração adequada para o máximo desempenho da planta.

Recentemente tem sido utilizada uma forma auxiliar para a avaliação da nutrição nitrogenada das culturas, através do equipamento denominado clorofilômetro (SPAD 502), o qual determina indiretamente a concentração de clorofila nas folhas, pela leitura da reflectância do verde no comprimento de onda aproximadamente de 650 nm. Essa concentração de clorofila está diretamente correlacionada com a concentração de nitrogênio nas folhas e, por conseguinte, com o valor nutritivo e a produção vegetal. A relação entre a leitura do valor SPAD e a resposta na concentração foliar de nitrogênio baseia-se no fato de que 50 a 70% do nitrogênio total das folhas de milho estão associados aos cloroplastos (STOCKING e OGUN, 1962). As relações entre valor SPAD e concentração de nitrogênio podem ser lineares até que o nitrogênio não seja mais assimilado e seja acumulado na forma de nitrato, tendendo formar uma estabilização da intensidade de verde, de forma a refletir o acúmulo de nitrato.

Uma dificuldade para utilizar os valores de leitura SPAD é a variação da concentração de nitrogênio na planta com o estágio de crescimento (HAAG et al., 1967 e SCHEPERS et al., 1992). Dessa forma, os valores devem ser comparados com aqueles gerados pelas relações entre o valor SPAD e a concentração de nitrogênio nas mesmas condições.

Realizou-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar o efeito de doses de nitrogênio em um Latossolo Vermelho-Amarelo na produção, na concentração de nitrogênio nas lâminas de folhas novas e no valor SPAD, bem como nas relações entre esses parâmetros, em dois estádios de crescimento do capim-Marandu.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em casa-de-vegetação, em Piracicaba, SP, com a gramínea forrageira *Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu sendo cultivada durante o período de fevereiro a junho de 1998.

O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, de textura média argilosa, fase cerradão, coletado no Centro de Pesquisa Pecuária do Sudeste, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, em São Carlos, SP. Após a secagem ao ar e ser peneirado, o solo foi homogeneizado e colocado em vasos plásticos. Cada vaso continha 6 kg de terra, sendo a calagem efetuada em fevereiro de 1997 para elevar a saturação por bases a 60%. O corretivo foi pesado e adicionado a cada vaso que ficou incubado por um período de 90 dias e foi mantido permanentemente úmido (70% do volume total de poros). Após esse período, realizou-se análise química do solo, segundo RAIJ e QUAGGIO (1983), que revelou os seguintes resultados: pH (em CaCl₂) = 6,3; matéria orgânica = 15,6 g dm⁻³; fósforo (resina) = 6,3 mg dm⁻³; potássio, cálcio e magnésio, respectivamente, de 0,8, 20,5 e 16,9 mmol_c dm⁻³; hidrogênio + alumínio = 23,4 mmol_c dm⁻³; soma de bases = 39 mmol_c dm⁻³; capacidade de troca de cátions = 59,4 mmol_c dm⁻³; saturação por bases = 62,5%; boro = 0,29 mg kg⁻¹; cobre = 0,8 mg kg⁻¹; ferro = 27,6 mg kg⁻¹; manganês = 4,0 mg kg⁻¹ e zinco = 0,45 mg kg⁻¹.

Trinta dias antes da semeadura do capim foram aplicados no solo superfosfato simples (fornecendo fósforo à base de 200 mg kg⁻¹), cloreto de potássio (suprindo potássio em 50 mg kg⁻¹) e uma mistura de micronutrientes. Esses micronutrientes foram aplicados na forma de solução de sais puros, nas seguintes doses (em mg kg⁻¹) e produtos: zinco na dose de 5,0 como ZnSO₄.H₂O; ferro na dose de 5,0 como Fe-EDTA; manganês na dose de 10 como MnSO₄.H₂O; cobre na dose 1,5 como CuSO₄.5H₂O; molibdênio na dose de 0,5 como Na₂Mo₄.2H₂O.

Realizou-se a semeadura do capim em 15 de fevereiro de 1998, utilizando-se 30 sementes por vaso, em sulco circular de aproximadamente 1 cm de profundidade, distando 4 a 5 cm da lateral do vaso. Após a emergência das plântulas realizaram-se desbastes com um, três e cinco dias, deixando-se apenas as cinco plantas mais uniformes em cada vaso. Essas plantas foram cultivadas por três períodos de crescimento, entre os quais elas foram cortadas a 5 cm do nível do solo. As

avaliações experimentais foram realizadas no primeiro e no terceiro desses períodos de crescimento (que são designados como crescimento inicial e final, respectivamente, no presente trabalho). Utilizou-se o delineamento experimental de blocos completos ao acaso, com quatro repetições.

Foram estudadas quatro doses de nitrogênio (0; 75; 150 e 300 mg kg⁻¹ de solo), na forma de NH₄NO₃, aplicadas imediatamente após o último desbaste das plântulas e após o primeiro e segundo cortes das plantas. O nitrogênio foi parcelado em doses de 75 mg kg⁻¹ (450 mg/vaso), a cada três dias, de forma que a dose 300 mg kg⁻¹ foi completada na quarta aplicação. O potássio foi reaplicado após o primeiro corte (50 mg kg⁻¹) na forma de cloreto de potássio e após o segundo corte como sulfato de potássio (para fornecer K em 50 mg kg⁻¹ e S em 20,5 mg kg⁻¹).

Foram avaliados os estádios de 14, 28 e 42 dias de crescimento. Para a avaliação da diagnose foliar para nitrogênio, algumas folhas novas, caracterizadas por apresentarem lâminas totalmente expandidas e com lígula visível (SMITH, 1975) foram coletadas e avaliadas quanto à concentração desse nutriente e ao valor SPAD, com exceção do estádio de 14 dias no primeiro crescimento e para essa última variável. Essas folhas e o restante do material vegetal da parte aérea e raízes foram secados em estufa de ventilação forçada à temperatura de 65°C, por 48 horas. O nitrogênio total foi determinado pela metodologia descrita por SARRUGE e HAAG (1974).

A estimativa da concentração de clorofila foi realizada através do "Chlorophyll Meter SPAD-502". O espectro de emissão de luz está aproximadamente na região do vermelho em 650 nm e infravermelho em 940 nm, no qual os picos de absorção de luz pela clorofila são máximo (e não afetados por outros pigmentos) e mínimo, respectivamente. A luz transmitida pela folha é convertida em sinais elétricos, e estes, em sinais digitais microprocessados em unidade SPAD (MINOLTA CAMERA CO, 1989).

Os resultados de produção de matéria seca da parte aérea foram ajustados como variável dependente das doses de nitrogênio. Através das equações obtidas foram estimadas as doses de nitrogênio necessárias para obter 90% da produção máxima. A determinação dos níveis críticos do nutriente, nos três estádios de crescimento, foi realizada substituindo-se as doses necessárias para

obter 90% da produção máxima, nas equações de regressão que relacionam as doses de nitrogênio com a concentração desse nutriente no tecido vegetal. Também foram calculados os valores SPAD correspondentes à concentração de nitrogênio para 90 e 100% da produção de matéria seca, estimadas através das equações de regressão que relacionam o valor SPAD e a concentração de nitrogênio na lâmina foliar. Em todas as análises estatísticas foi utilizado o pacote estatístico SAS (FREUND e LITTELL, 1981).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As produções de matéria seca da parte aérea do capim-Marandu, avaliadas aos 14, 28 e 42 dias do crescimento inicial variaram significativamente ($P < 0,05$) com as doses de nitrogênio (Figura 1a), ajustando-se a um modelo de segundo grau. Resultados semelhantes foram apresentados por VICENTE-CHANDLER (1972), ALVIM et al. (1990), ABREU (1994), RUGGIERI et al. (1995) e PIETROSEMOLI et al. (1996). O ajuste das equações permitiu obter as máximas produções nas doses de nitrogênio de 140, 152 e 190 mg kg^{-1} aos 14, 28 e 42 dias, respectivamente. Esses resultados têm valores mais baixos que os de HOFFMANN (1992) que, ao trabalhar com *Brachiaria*, alcançou máxima produção com aplicação de nitrogênio de 437 mg kg^{-1} .

O aumento da dose estimada de nitrogênio para obtenção do ponto de produção máxima do primeiro para o último estágio durante crescimento inicial (Figura 1a), decorre do fato de que o nitrogênio pode ter estimulado o aumento da produção, e conseqüentemente, aumentou a necessidade de absorção do nutriente. Possivelmente, essa seja uma resposta necessária para manter o equilíbrio entre o carbono e nitrogênio que, segundo MALAVOLTA (1980), MENGEL e KIRKBY (1987) e MARSCHNER (1995), apresentam a relação na faixa de 10 a 20:1, dependendo da espécie, clima, cultivar, entre outros fatores.

Na Figura 1b são apresentadas as produções de matéria seca da parte aérea aos 14, 28 e 42 dias do crescimento final. Nota-se que a produção de matéria seca da parte aérea variou significativamente ($P < 0,05$) em função das doses de nitrogênio, ajustando-se a equações do segundo grau. Aos 28 dias do crescimento final foi obtida a máxima produção estimada, com a dose de 218 mg kg^{-1} . Da mesma forma, as doses nas quais se obtiveram as produções máximas no primeiro e

terceiro estágios desse crescimento (Figura 1b) foram de 233 e 249 mg kg^{-1} , respectivamente. Esses resultados são concordantes com aqueles relatados por HOFFMANN (1992).

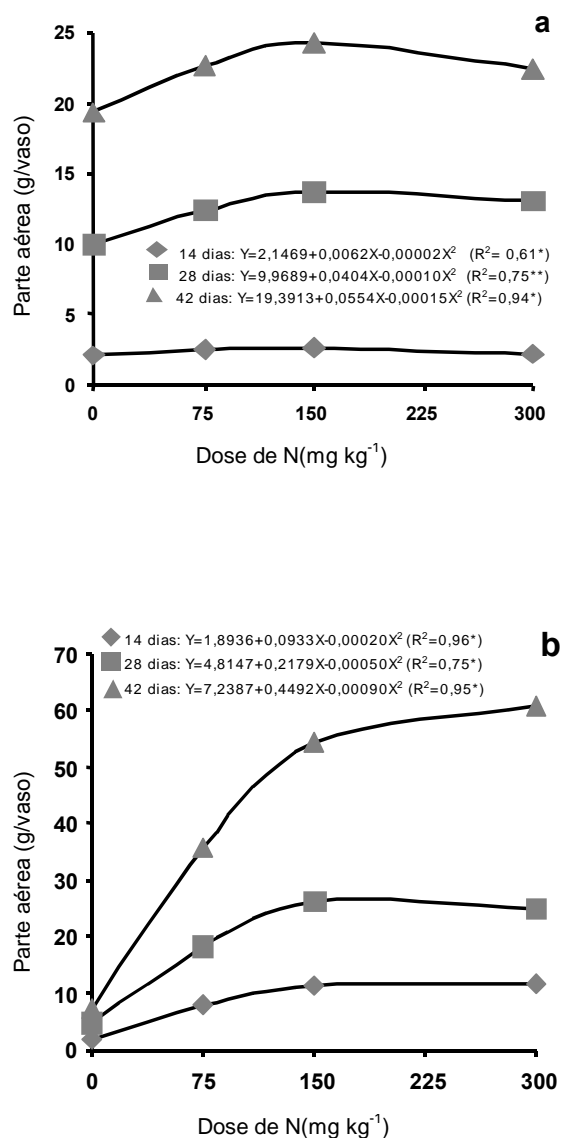


Figura 1. Produção de matéria seca da parte aérea obtida nos estágios de 14, 28 e 42 dias dos crescimentos inicial (a) e final (b) do capim-Marandu cultivado em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, em função das doses de nitrogênio.

As maiores produções foram obtidas no crescimento final. Este resultado é, provavelmente, devido ao maior acúmulo de carboidratos não-estruturais que são mobilizados nas raízes e base dos colmos (GOMIDE, 1973; BOTREL *et al.*, 1990) e transportados para a parte aérea durante o rebrote, além do fato de haver, no momento do segundo corte, maior quantidade de sistema radicular e, por conseguinte, maior volume de solo explorado.

A produção de matéria seca da parte aérea do capim-Marandu, aos 42 dias e na dose zero, apresentou proporções de 80,0% e 8,5% das máximas produções alcançadas, respectivamente, para os crescimentos inicial e final. Verifica-se, também, que a produção de matéria seca final na dose zero de nitrogênio no primeiro corte foi em torno de quatro vezes superior à encontrada no crescimento final. Tal diferença decorre da maior disponibilidade de nitrogênio no primeiro crescimento, devido à mineralização da matéria orgânica após o revolvimento e correção do solo.

A concentração de nitrogênio na matéria seca das lâminas de folhas novas obtida nos três estádios de crescimento variou significativamente ($P < 0,05$) com as doses de nitrogênio (Figura 2a), ajustando-se a modelo quadrático de regressão. Utilizando-se as respectivas equações de regressão verifica-se, aos 14 dias, que o nitrogênio em 290 mg kg^{-1} proporcionou a máxima concentração de nitrogênio (40 g kg^{-1}). Aos 28 e 42 dias as doses para máxima concentração de nitrogênio seriam de 566 e 524 mg kg^{-1} , associadas às concentrações de 47 e 20 g kg^{-1} , respectivamente.

Aos 14 dias do primeiro crescimento da forrageira ocorreu variação de 33,6 a $39,9 \text{ mg kg}^{-1}$ na concentração de nitrogênio nas lâminas de folhas expandidas, da menor para a maior dose de nitrogênio. Esses elevados valores de concentração para o estágio de desenvolvimento inicial estão de acordo com os obtidos por HAAG *et al.* (1967) e são explicados por MENGEL e KIRKBY (1987) como um comportamento de acúmulo para esta fase do desenvolvimento.

A amplitude de variação nas concentrações entre as doses estudadas aos 28 e 42 dias do primeiro crescimento foi maior que aos 14 dias com, respectivamente, maiores e menores concentrações de 35,3 e $15,3 \text{ g kg}^{-1}$ e 17,9 e $8,5 \text{ g kg}^{-1}$. Estes valores mostram a elevada concentração inicial e a posterior diluição devido ao crescimento das plantas.

As doses de nitrogênio calculadas para a obtenção das concentrações máximas desse nutriente no tecido foliar, além da maior dose empregada, possibilitam considerar que aos 28 e 42 dias de desenvolvimento pode-se aumentar essa concentração nessa forrageira através do incremento da adubação. SANTOS (1997) mencionou que podem ocorrer aumentos de produção de matéria seca e da concentração de nitrogênio no tecido foliar de *Brachiaria decumbens*, com o suprimento de nitrogênio em doses bem elevadas.

Observou-se que a concentração de nitrogênio na matéria seca de lâminas de folhas novas diminuiu à medida que se aumentou o número de dias na avaliação do crescimento inicial. Esta diferença mostrou concentrações médias de 37,2 e $12,0 \text{ g kg}^{-1}$ entre as doses de nitrogênio, respectivamente para 14, 28 e 42 dias do crescimento inicial. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por HAAG *et al.* (1967) com forrageiras tropicais e inferiores aos relatados por SMITH (1986) como adequados para azevém.

A concentração de nitrogênio nas lâminas de folhas novas variou segundo modelo quadrático ($P < 0,01$) nos dois primeiros períodos avaliados no crescimento final e em conformidade com modelo linear aos 42 dias (Figura 2b). SANTOS (1997) também obteve um ajuste da concentração de nitrogênio ao modelo quadrático, ao trabalhar com capim-braquiária na avaliação da rebrota.

Ocorreu uma maior variação nas concentrações de nitrogênio no tecido foliar entre as doses extremas no crescimento final. A menor diferença foi obtida aos 14 dias do crescimento final, quando a ausência de adubação nitrogenada resultou em 13,4 e a maior dose desse adubo em $41,4 \text{ g kg}^{-1}$. A partir desse estágio as diferenças aumentaram mais do que durante o primeiro crescimento, sustentando a hipótese de que o nitrogênio mineralizado após a correção do solo já havia sido utilizado durante os dois primeiros crescimentos. As lâminas de folhas novas apresentariam, aos 14 e 28 dias, máximas concentrações de 43,0 e $32,0 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente, nas doses de nitrogênio calculadas de 309 e 370 mg kg^{-1} .

Os valores das concentrações de nitrogênio na matéria seca de lâminas de folhas novas decresceram à medida que se aumentou a ordem dos períodos de avaliação, de forma semelhante aos valores do crescimento inicial. Esta diferença mostrou concentrações médias de 29,2 e $11,0 \text{ g kg}^{-1}$ entre as doses de nitrogênio para 14, 28 e 42 dias de crescimento.

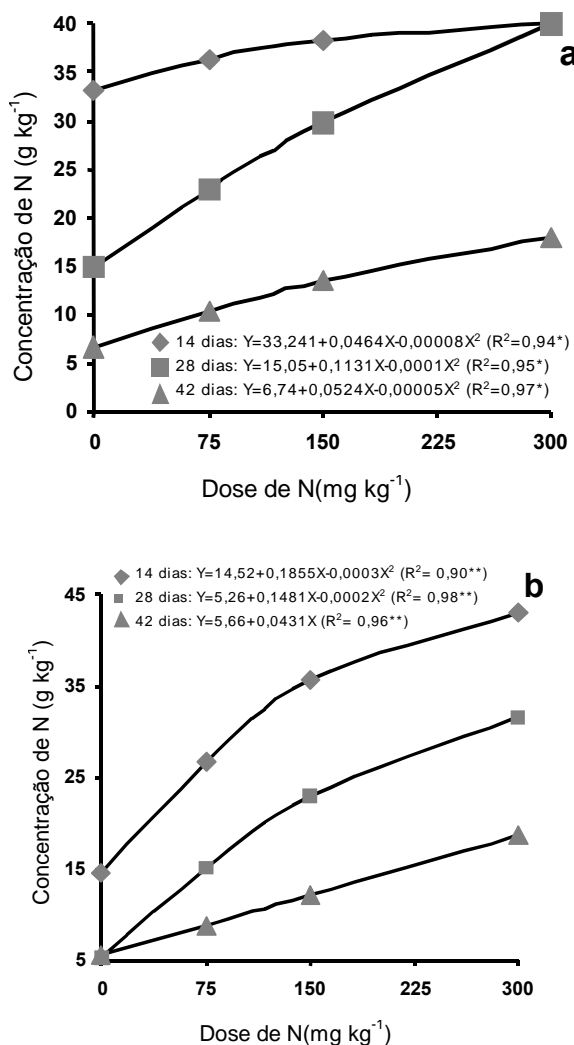


Figura 2. Concentração de nitrogênio nas lâminas de folhas novas obtida nos estádios de 14, 28 e 42 dias após o início da aplicação de nitrogênio dos crescimentos inicial (a) e final (b) do capim-Marandu cultivado em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, em função das doses de nitrogênio.

Os valores das leituras SPAD correspondentes ao crescimento inicial estão mostrados na Figura 3a. Observa-se que, para as idades de 28 e 42 dias nesse crescimento, os valores SPAD foram significativamente ($P<0,01$) influenciados pelas doses de nitrogênio e

apresentaram ajuste ao modelo quadrático de regressão, com o máximo valor SPAD ocorrendo nas doses de 205,0 e 314,5 mg kg⁻¹, respectivamente.

A análise das equações de regressão demonstra que, aos 28 e 42 dias de crescimento da forrageira, o valor SPAD variou entre 32 e 45 e 18 e 38 para nitrogênio nas doses zero e para máximo valor SPAD. Esses resultados são inferiores aos obtidos com *Brachiaria decumbens* por SANTOS (1997). Ao se compararem esses valores com os de outras gramíneas observa-se que os desse estudo são inferiores aos determinados com arroz por PENG *et al.* (1995) e com milho por PIEKIELEK *et al.* (1995). Contudo, há que se destacar que os estudos têm o objetivo de determinar os valores específicos para cada cultura.

As leituras dos valores SPAD verificadas no crescimento final da gramínea apresentaram ajuste a modelo quadrático de regressão (Figura 3b) e foram significativamente ($P<0,01$) influenciados pelas aplicações de nitrogênio no solo, com uma redução à medida que avançou o estágio de desenvolvimento da planta, tanto para o crescimento inicial como para o final. Os cálculos realizados a partir das equações de regressão demonstram que aos 14, 28 e 42 dias de crescimento da forrageira, o valor SPAD variou entre 31, 18 e 14 para a dose zero de nitrogênio e entre 51, 57 e 46 para a dose de nitrogênio relacionada ao máximo valor SPAD, tendo esses máximos valores correspondido às doses calculadas de 228, 239 e 302 mg kg⁻¹, respectivamente.

Nos três estádios do crescimento inicial foram determinados os coeficientes de correlação entre a concentração de nitrogênio e a produção de matéria seca da parte aérea desse capim. Aos 14 e 28 dias de desenvolvimento obtiveram-se, para esses coeficientes, valores de $r=0,25$ e $r=0,31$, respectivamente. Esses valores são extremamente baixos e inviabilizaram a determinação do nível crítico. No estágio de 42 dias de desenvolvimento o coeficiente de correlação foi de 0,70 ($P<0,01$).

A partir do conhecimento de valores dos coeficientes de correlação construiu-se a relação entre concentração de nitrogênio nas lâminas de folhas novas e produção de matéria seca da parte aérea para os 42 dias (Figura 4a). Nesse estágio o nível crítico calculado foi de 8,5 kg kg⁻¹.

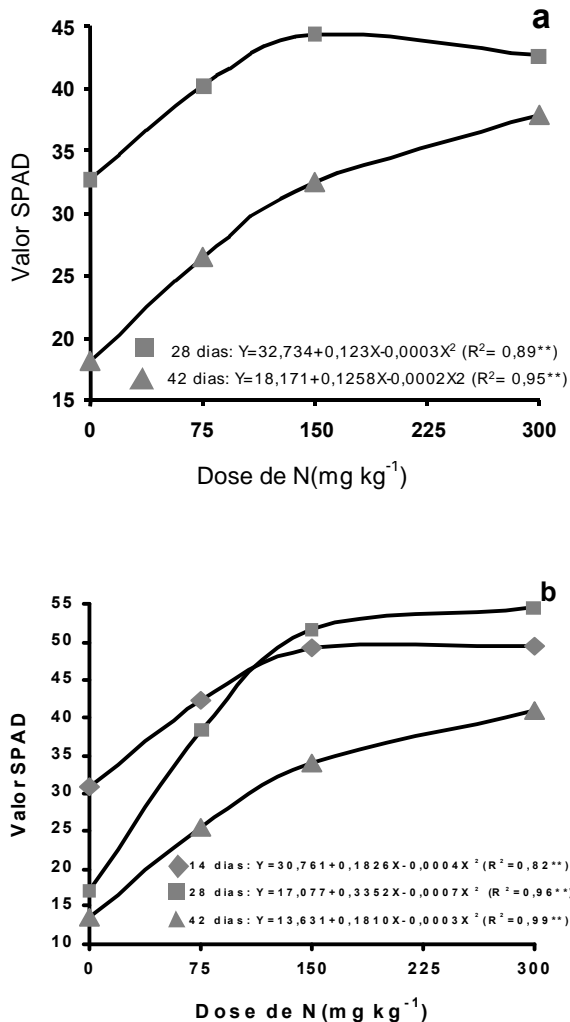


Figura 3. Valor SPAD lâminas de folhas novas obtido nos estádios de 28 e 42 dias após o início da aplicação de nitrogênio do crescimento inicial (a) e 14, 28 e 42 dias do crescimento final (b) do capim-Marandu cultivado em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, em função das doses de nitrogênio.

O valor de nível crítico de nitrogênio determinado no primeiro crescimento foi mais baixo que os valores de 21,0 e 22,0 g kg⁻¹ obtidos, respectivamente, por HOFFMANN *et al.* (1995) e SANTOS (1997) para o capim-braquiária. Esse menor valor obtido no presente experimento possivelmente se deve ao maior período de crescimento do capim-Marandu nesse estudo.

Os coeficientes de correlação entre a concentração de nitrogênio e a produção de matéria seca da parte

aérea aos 14, 28 e 42 dias de desenvolvimento do crescimento final foram de 0,86, 0,73 e 0,72, respectivamente. Esses valores possibilitaram determinar os níveis críticos de nitrogênio de 38,6; 23,2 e 13,2 g kg⁻¹, respectivamente para 14, 28 e 42 dias de desenvolvimento dessa forrageira no crescimento final (Figura 4b). O valor de nível crítico determinado aos 42 dias do crescimento final esteve próximo de 14,5 g kg⁻¹ obtido por SANTOS (1997), no segundo crescimento de capim-braquiária, quando colheu as plantas com 31 dias de rebrota.

As leituras do valor SPAD foram correlacionadas com as concentrações de nitrogênio nas lâminas de folhas novas, obtendo-se o coeficiente de 0,88 aos 42 dias de crescimento. Com a equação de regressão dessa relação (Figura 5a) foram calculados os valores SPAD para a concentração de nitrogênio correspondente a 90 e 100% da produção de matéria seca da parte aérea, os quais foram de 22 e 30, respectivamente. Esses valores podem servir de parâmetros para se avaliar a adequação da concentração de nitrogênio nesse capim, nessa fase de crescimento. Contudo, deve-se ressaltar que o seu emprego deve observar as condições em que foi determinado. SANTOS (1997) determinou valor SPAD de 49 correspondente ao nível crítico aos 35 dias do primeiro crescimento do capim-braquiária.

Da mesma forma que se procedeu para o crescimento inicial, as leituras do valor SPAD foram correlacionadas com as concentrações de nitrogênio nas lâminas de folhas novas, obtendo-se os coeficientes de correlação de 0,73; 0,80 e 0,92, respectivamente, para os estádios de 14, 28 e 42 dias.

Através das equações de regressão da relação entre valor SPAD e concentração de nitrogênio (Figura 5b) foram calculados os valores SPAD para as concentrações de nitrogênio correspondentes a 90 e 100% da produção de matéria seca da parte aérea. Aos 14 dias esses valores foram de 49 e 60, enquanto aos 28 dias foram de 39 e 49 e para os 42 dias foram de 34 e 44.

CONCLUSÕES

As doses de nitrogênio fizeram variar significativamente a produção da matéria seca da parte aérea e das raízes, a concentração de nitrogênio nas lâminas de folhas novas e teor de clorofila nas folhas do capim-Marandu;

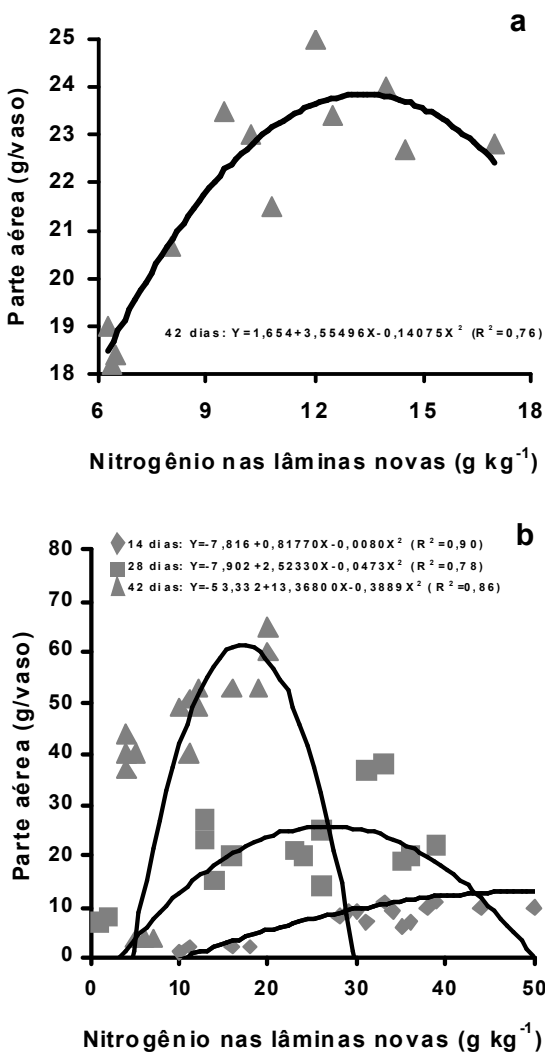


Figura 4. Relação entre concentração de nitrogênio total nas lâminas de folhas novas e produção de matéria seca da parte aérea obtida aos 42 dias após o início da aplicação de nitrogênio do crescimento inicial (a) e 14, 28 e 42 dias de crescimento final (b) do capim-Marandu cultivado em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, em função das doses de nitrogênio

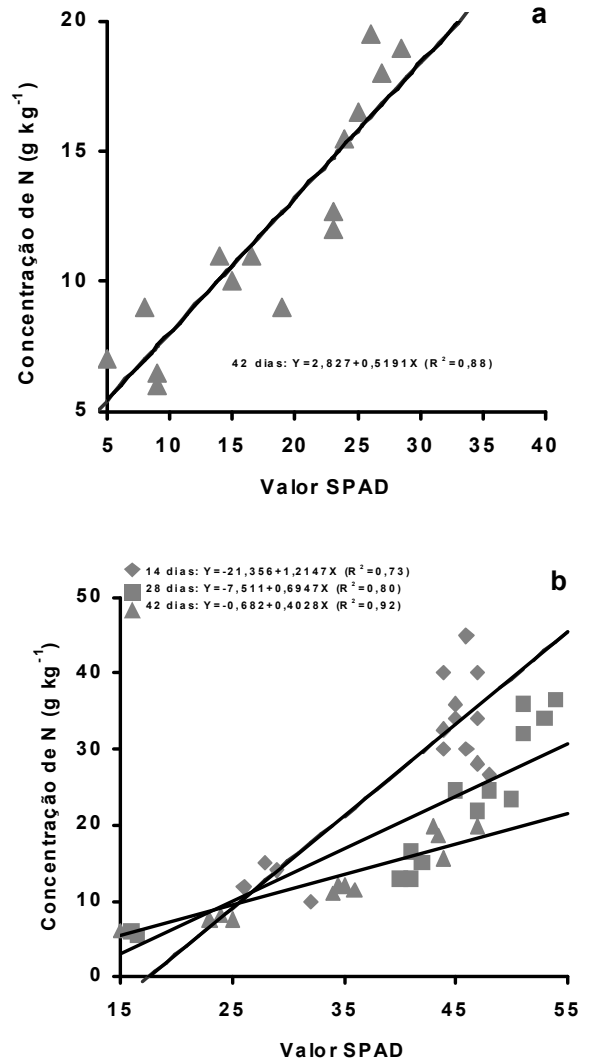


Figura 5. Relação entre valor SPAD e concentração de nitrogênio total nas lâminas de folhas novas obtida aos 42 dias após o início da aplicação de nitrogênio do crescimento inicial (a) e 14, 28 e 42 dias do crescimento final (b) do capim-Marandu cultivado em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, em função das doses de nitrogênio

O aumento no número de dias de crescimento do capim conduziu à redução na concentração de nitrogênio nas lâminas de folhas novas;

O nível crítico de nitrogênio nas lâminas de folhas novas aos 28 dias de desenvolvimento no crescimento final do capim foi de 23,2 g kg⁻¹ e o valor SPAD associado a esse nível foi de 39.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, J.B.R. Níveis de nitrogênio e proporção de nitrato e amônio afetando produção, atividade de redutase do nitrato e composição de três gramíneas forrageiras. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, 1994. 109 f. Dissertação de Mestrado.
- ALVIM, M.J., BOTREL, M.A., VERNEQUE, R.S. *et al.* Aplicação de nitrogênio em acessos de *Brachiaria*. 1. Efeito sobre a produção de matéria seca. *Past. Trop., Cali*, v. 12, n.2, p.2-6, 1990.
- BOTREL, M.A., ALVIM, M.J., MARTINS, C.E. Aplicação de nitrogênio em acessos de *Brachiaria*. 2. Efeito sobre os teores de proteína bruta e minerais. *Past. Trop., Cali*, v. 12, n. 2, p. 7-10, 1990.
- CORSI, M., NUSSIO, L.G. Manejo do capim-elefante: correção e adubação do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 10., Piracicaba, 1992. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1992. p. 87-115.
- FERRARI NETO, J. Limitações nutricionais para o colônio (*Panicum maximum* Jacq) em latossolo da região noroeste do Estado do Paraná. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1991. 126 f. Dissertação de Mestrado.
- FREUND, R.J., LITTELL, R.C. SAS for linear models: a guide to the ANOVA and GLM procedures. Cary, NC, SAS Institute Inc., 1981. 231 p.
- GASTAL, F., NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. *Plant Physiol.*, Bethesda, v. 105, n.2, p. 191-197, 1994.
- GOMIDE, J.A. Fisiologia do crescimento livre de plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 1., Piracicaba, 1973. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1973. p. 83-93.
- GUTIÉRREZ, A., PARETAS, J.J., SUÁREZ, J.D. *et al.* Genero *Brachiaria*, una nueva alternativa para la ganaderia cubana. Havana: Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes, 1990. 64 p. (IIPF. Documento de Campo, s/n).
- HAAG, H.P., BOSE, L.V., ANDRADE, R.G. Absorção de macronutrientes pelos capins colônio, gordura, jaraguá, napier e pangola. *Anais da Esc. Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz"*, v. 24, n.1, p. 177-188, 1967.
- 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.
- HOFFMANN, C.R., FAQUIN, V., GUEDES, G.A.A. *et al.* O nitrogênio e o fósforo no crescimento da braquiária e do colônio em amostras de um latossolo da região noroeste do Paraná. *R. bras. Ci. do Solo, Campinas*, v. 19, n.1, p.79-86, 1995.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: CERES, 1980. 251 p.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.
- MENGEL, K., KIRKBY, E. Principles of plant nutrition. 4.ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 687 p.
- MINOLTA CAMERA CO. Manual for chlorophyll Meter SPAD-502. Osaka: 1989. 22 p.
- MONTEIRO, F.A., WERNER, J.C. Efeitos das adubações nitrogenada e fosfatada em capim-colônio, na formação e em pasto estabelecido. *B. Indúst. anim.*, Nova Odessa, v.34, n.1, p. 91-101, 1977.
- PENG, S., LAZA, M.R.C., GARCÍA, F.V. *et al.* Chlorophyll meter estimates leaf area-based nitrogen

- concentration of rice. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, New York, v. 26, n.5-6, p. 927-935, 1995.
- PIEKIELEK, W.P., FOX, R.H., TOTH, J.D. Use of a chlorophyll meter at the early dent stage of corn to evaluate nitrogen sufficiency. *Agron. J.*, Madison, v.87, n.2, p.403-408, 1995.
- PIETROSEMOLI, S., FARIA, L.S., VILLALOBOS, N. Respuesta del pasto *Brachiaria brizantha* a la fertilización nitrogenada. R.de la Facultad de Agron., Zulia, v. 13, n.5, p.551-560, 1996.
- RAIJ, B. van, QUAGGIO, J.A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas: IAC, 1983. (Boletim técnico, 81).
- RUGGIERI, A.C., FAVORETTO, V., MALHEIROS, E. Efeito de níveis de nitrogênio e regimes de corte na distribuição, na composição bromatológica e na digestibilidade "in vitro" da matéria seca da *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Marandu. R. Soc. bras. Zoot., Viçosa, v. 24, n.2, p. 222-232, 1995.
- SARRUGE, J.R., HAAG, H.P. Análise química em plantas. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56 p.
- SANTOS, A.R. Diagnose nutricional e respostas do capim-braquiária submetido a doses de nitrogênio e enxofre. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, 1997. 115 f. Tese de Doutorado.
- SCHEPERS, J.S. , FRANCIS, D.D.,VIGIL, M. *et al.* Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter readings. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, New York, v.23, n.17-20, p.2173-2187, 1992.
- SKINNER, R.H., NELSON, C.J. Elongation of grass leaf and its relation to the phyllocron. *Crop Sci.*, Madison, v.35, n.1, p. 4-10, 1995.
- SMITH, F.W. Tissue grass for assessing the phosphorus of green panic, buffel grass and setaria. *Aust. J. Exp. Agric.and Anim. Husb.*, Melbourne, v. 15, n.74, p. 383-390, 1975.
- SMITH, F.W. Pasture species. In: REUTER, D.J., ROBINSON, J.B. (ed.) *Plant analysis: an interpretation manual*. Melbourne: Inkata Press, 1986. p. 100-119.
- STOCKING, C.R., OGUN, A. The intracellular distribution of some metallic elements in leaves. *Am. J. of Bot.*, Columbus, v. 49, n.2, p.284-289, 1962.
- VICENTE-CHANDLER, J. Intensive grassland management in Puerto Rico. *R. Soc. bras.Zoot.,Viçosa*, v.2, n.2, p. 173-215, 1973.
- WERNER, J.C. Adubação de pastagens. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49 p. (Boletim técnico, 18).