

Acúmulo de forragem e eficiência de utilização do Nitrogênio em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. (Acesso BRA-006998) adubadas com Nitrogênio

Simony Marta Bernardo Lugão^{1*}, Luis Roberto de Andrade Rodrigues², José Jorge dos Santos Abrahão¹, Euclides Braga Malheiros³ e Anibal de Moraes⁴

¹Instituto Agrônomo do Paraná, C.P. 564, 87701-970, Paranavaí, Paraná, Brasil. ²Departamento de Zootecnia, FCAV, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ³Departamento de Ciências Exatas, FCAV/Unesp, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ⁴Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: lugao@iapar.br

RESUMO. O presente trabalho foi conduzido no Iapar-Paranavaí, Estado do Paraná e objetivou avaliar o efeito da adubação nitrogenada no acesso BRA-006998, durante o período de 15/10/1998 a 03/05/1999. 4 doses de nitrogênio (0, 150, 300 e 450kg/ha/ano) foram aplicadas na pastagem com lotação rotacionada, utilizando o delineamento em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas (doses de nitrogênio - parcelas e ciclos de pastejo - subparcela). A taxa de acúmulo de matéria seca máxima foi de 73,9kg; 96,2kg; 150,3kg; 189,6kg e 129,9kg/ha/dia (424kg, 438kg, 397kg, 385kg e 414kg de nitrogênio/ha/ano, respectivamente) nos ciclos de pastejo 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente. A eficiência de utilização do nitrogênio na produção de matéria seca não diferiu entre os tratamentos 150kg e 300kg de nitrogênio/ha/ano, sendo a eficiência obtida com 150kg de nitrogênio/ha/ano maior do que a obtida com 450kg de nitrogênio/ha.

Palavras-chave: fertilização nitrogenada, pastagem de gramínea, pastejo intensivo, pastejo rotacionado, taxa de acúmulo de matéria seca.

ABSTRACT. Forrage increment and efficiency of nitrogen in pastures with *Panicum maximum* Jacq. (BRA-006998) manured with nitrogen.

The work was carried out at Iapar in Paranavaí, state of Paraná, to evaluate the effect of nitrogen fertilization on access of BRA-006998, from 10/15/1998 to 05/03/1999. Four doses of N (0; 150; 300; and 450kg/ha/year) were applied to the pastures managed according to a rotational grazing. A randomized block design was used with split-plots, with N-doses studied in the plots and the GCs in the split-plots. The DM accumulation rate presented maximum value of 73.9; 96.2; 150.3; 189.6; and 129.9kg/ha/day (424; 438; 397; 385; 414kg N/ha/year, respectively) in the GCs 1, 2, 3, 4 and 5, respectively. The efficiency of N utilization in DM production did not differ between the treatments of 150 and 300kg N/ha/year, where the efficiency obtained with 150kg N/ha/year is higher than that obtained with 450kg N/ha/year.

Key words: nitrogen fertilization, grass pasture, intensive grazing, rotational grazing, DM accumulation rate.

Introdução

A principal atividade na região Noroeste do estado do Paraná é a pecuária de corte, representando 40% do rebanho total do Estado. Atualmente, 80% da área total dessa região é utilizada com pastagens (Seab/Deral, 1997). A produtividade dessas pastagens vem decrescendo a cada dia devido ao manejo inadequado, o que reduz o desempenho animal, e, como consequência, observa-se diminuição da lucratividade do sistema de produção. Os produtores vêem o problema superficialmente, adotando como alternativa a substituição da espécie forrageira por outra mais adaptada a solos pobres. Entretanto, essa medida nem sempre traz bons resultados devido à baixa produtividade das espécies introduzidas.

Como alternativa podem-se usar sistemas intensivos de produção. São necessárias informações sobre as espécies forrageiras que podem ser estabelecidas nessas pastagens. Dentre as inúmeras introduções do *Panicum maximum* Jacq., na região Noroeste do Estado do Paraná, o acesso BRA-006998 tem apresentado alta produção de massa seca (MS) e boa qualidade de forragem (Lugão e Abrahão, 1995).

O crescimento das plantas forrageiras e, conseqüentemente, a sua produção depende de fatores relacionados à planta, ao solo e ao clima. Em relação ao solo, a disponibilidade de nutrientes tem importância para o crescimento das plantas, sendo o nitrogênio (N) um dos nutrientes absorvidos em grandes quantidades (Monteiro, 1995). A maioria dos solos brasileiros é deficiente em nitrogênio, o qual é

essencial ao crescimento das plantas. Segundo Mott *et al.* (1970), o aumento do interesse na fertilização nitrogenada em gramíneas tropicais ocorre porque o nitrogênio é frequentemente o primeiro fator limitante na produção dessas pastagens.

As principais limitações minerais de um Latossolo Vermelho distrófico textura arenosa (Lvd), predominante na região do Arenito Caiuá, foram determinadas para o capim-colonião, através da técnica do elemento faltante (Ferrari Neto, 1991), sendo em ordem decrescente N, P, K e S, cujas omissões na adubação promoveram, na média de dois cortes, reduções de 75%, 75%, 70% e 59% na produção de MS, respectivamente, em relação ao tratamento completo, portanto, mostrando deficiências severas.

As plantas forrageiras da espécie *P. maximum* são mais exigentes em nutrientes e as que apresentam menor capacidade de proteção dos solos, quando comparadas com as espécies de *Brachiaria* (Vieira e Kichel, 1995). Assim, a manutenção da fertilidade do solo é uma das condições de grande importância para se conseguir a persistência de *P. maximum* nas pastagens e a conseqüente garantia satisfatória da produção animal.

Entre outros fatores, a adubação nitrogenada é importante para determinar o ritmo de crescimento das gramíneas forrageiras (Vicente-Chandler, 1973).

O potencial forrageiro do gênero *Panicum* pode ser verificado por meio dos resultados obtidos durante a avaliação dos acessos no CNPQC, obtendo produção de 3.000kg a 53.000kg MS/ha/ano em 401 acessos (Jank *et al.*, 1994). Bogdan (1977) cita que a produção da espécie *P. maximum*, em boas condições de solo e clima, atinge até 50.000kg de MS/ha.

Os efeitos positivos da fertilização nitrogenada no rendimento forrageiro estão amplamente demonstrados na literatura (Heringer, 1995; Herling, 1995; Paciullo *et al.*, 1998; Alvim *et al.*, 1999; Setelich, 1999). Gomide (1989) relatou variação na eficiência de resposta da ordem de 7,0kg a 42,6kg de MS/kg de N aplicado. Já Lazenby (1981) quantificou para gramíneas tropicais, sob condição quente e úmida, resposta de até 70kg de MS/kg de N aplicado.

Dentre as práticas de manejo, a utilização de N em pastagens é uma das medidas que mais incrementos traz na produção (Hodgson, 1990; Corsi e Nussio, 1993). Isso se deve ao fato de que os solos, em sua maioria, são deficientes em resíduos orgânicos. Assim, a disponibilidade de N em quantidades menores do que aquelas requeridas pelas plantas compromete a expressão do potencial de produção das plantas forrageiras. No entanto, é preciso conhecer a dose adequada de aplicação desse nutriente, capaz de maximizar economicamente o potencial de produção da forragem, evitando-se perdas e aumentando-se a eficiência desse nutriente

na produtividade das gramíneas e, conseqüentemente, na produção animal.

Corsi e Santos (1995) têm reportado na literatura correlação positiva entre produção de MS e dose de N de 400kg a 800kg de N/ha. Entretanto, a eficiência de utilização do N, em vários trabalhos, tem reduzido com os aumentos das doses de N (Medeiros *et al.*, 1979; Gonçalves *et al.*, 1980; Heringer, 1995; Alvim *et al.*, 1998, 1999).

Os estudos com o acesso BRA-006998, que apresenta porte alto, foram iniciados em 1986. Esse cultivar caracteriza-se por apresentar elevada capacidade produtiva e bom valor nutritivo nas condições da região Noroeste do estado do Paraná. Face à importância dessa gramínea para a pecuária de corte, são necessárias informações quanto ao rendimento forrageiro e à resposta ao manejo, em condições de pastejo.

Conduziu-se este trabalho com o objetivo de estudar a taxa de acúmulo de MS, a produção total de MS e a eficiência de utilização do N em *P. maximum* (acesso BRA-006998) em sistema de pastejo rotacionado, sob 4 doses de nitrogênio, na região Noroeste do Estado do Paraná.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Iapar, município de Paranaíba, situado na região Noroeste do Estado do Paraná (23°00'04"S, 42°02'06"W e altitude de 480m). O clima predominante da região é Cfa (subtropical úmido mesotérmico), com temperatura média anual de 22° e precipitação de 1.508mm/ano (Muzilli *et al.*, 1990).

O capim foi estabelecido em outubro de 1995, e o experimento iniciado em novembro 1997. Os dados deste trabalho referem-se ao período de 15/10/1998 a 03/05/1999.

O solo da área experimental foi classificado como Podzólico Vermelho distrófico textura arenosa (Lvd), topografia quase plana e boa drenagem, cujos valores das características físicas foram: 89% de areia, 10% de argila e 1% de silte.

O resultado da análise química do solo (0-20cm) realizada em abril de 1998 foi: 4,7mg/dm³ de P; 6,7g/dm³ de C; pH =5,1; 0,0 mmol/dm³ de Al⁺⁺⁺; 25,7 mmol/dm³ de H + Al; 13,5 mmol/dm³ de Ca⁺⁺; 4,9 mmol/dm³ de Mg⁺⁺ e 2,9 mmol/dm³ de K⁺.

O solo foi corrigido para atingir saturação por bases de 70% e o teor de fósforo para 10mg/dm³. As quantidades de N aplicadas foram de acordo com as doses de N (0, 150kg, 300kg e 450kg/ha/ano) e as de potássio, 70% de K₂O em relação ao N, parceladas em 3 aplicações (setembro/outubro, novembro/janeiro e janeiro/fevereiro). A área da parcela experimental com 0 de N recebeu 60kg de K₂O/ha/ano, sendo essa dose parcelada e aplicada na mesma época que nas

outras parcelas. Foram utilizados, como fonte de nitrogênio, de potássio e de fósforo, o nitrocálcio, o cloreto de potássio e o superfosfato simples, respectivamente. O calcário utilizado foi o dolomítico com PRNT de 89%.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, arranjado em parcelas subdivididas, com 2 blocos e 4 repetições dentro de cada bloco (Figura 1). As parcelas consistiram de doses de N (0kg, 150kg,

300kg e 450kg de N/ha/ano) e as subparcelas, os ciclos de pastejo (CP): CP1 - de 15/10 a 24/11/98; CP2 - de 24/11 a 03/01/99; CP3 - de 03/01 a 12/02/99; CP4 - de 12/02 a 24/03/99 e CP5 - de 24/03 a 03/05/99. Cada parcela foi dividida em 8 piquetes para possibilitar o sistema de pastejo rotacionado (carga variável) com 5 dias de ocupação e 35 dias de descanso.

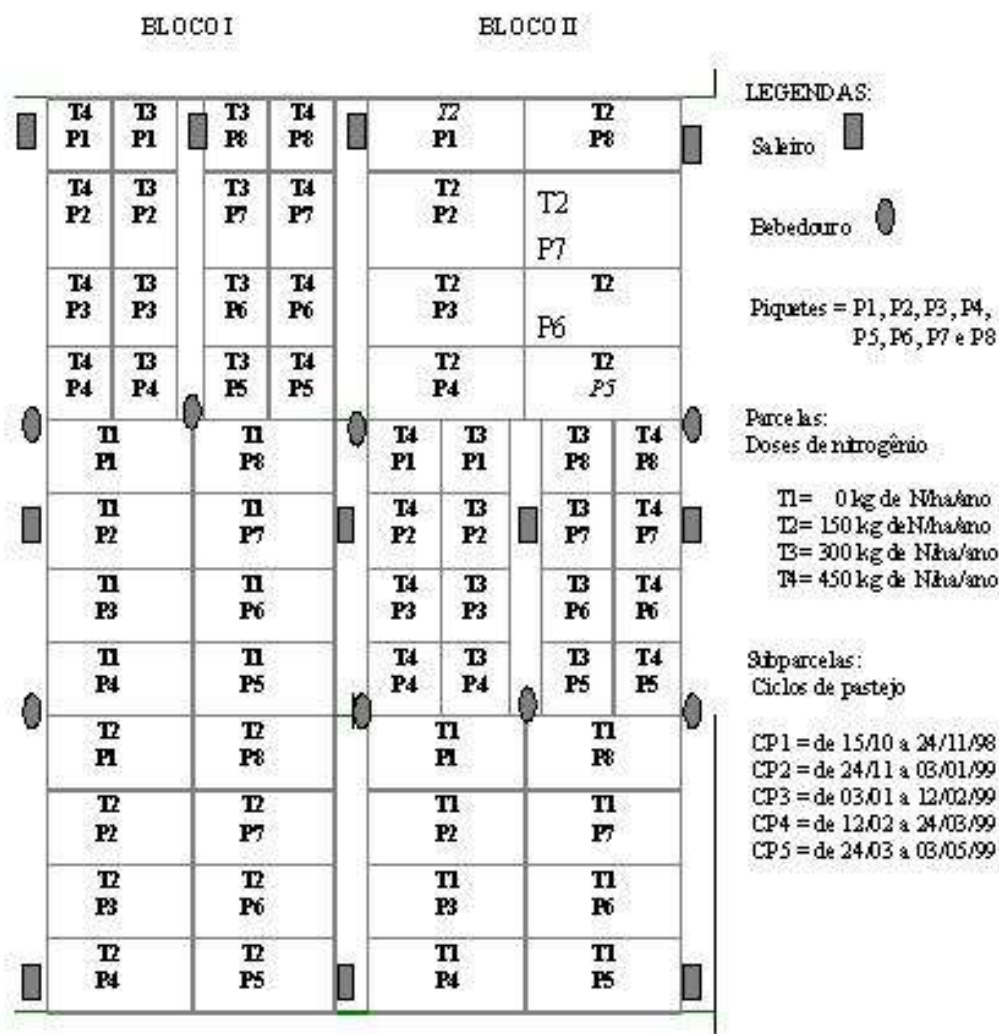


Figura 1. Representação esquemática dos tratamentos na área experimental

Foram utilizados 24 tourinhos com o mesmo grau de sangue (Nelore x Marchigiana, Nelore x Simental e Nelore x Red Angus) e com peso médio inicial de 249kg. Na área de cada parcela principal foram mantidos 3 animais testadores durante todo o período experimental e um número variável de animais reguladores.

Para o ajuste da carga animal, foi considerado consumo de 70% de MS de lâminas verdes, em

relação à produção de cada dose de N, consumo das mesmas de 11kg por 450kg de peso vivo (Noller *et al.*, 1997), com intervalo de 10 dias. A forragem residual também foi avaliada com o objetivo de deixar um resíduo de 20% a 25% de lâminas verdes em relação à produção de cada dose de N.

Os animais foram pesados a cada 40 dias, com jejum de água e alimentos de 16 horas nas pesagens do início e do final do período experimental. Todos

os animais receberam antiparasitários, água e mistura mineral à vontade.

As características estimadas foram taxa de acúmulo de MS (kg de MS/ha/dia), produção total de MS (kg de MS/ha/200 dias) e eficiência de utilização do N (kg de MS/kg de N).

As amostras para disponibilidade e resíduo de massa de forragem foram tomadas ao acaso, antes e depois do pastejo, em 4 piquetes alternados por tratamento, sendo colhidas 6 amostras por piquete a 20cm de altura em relação ao nível do solo, com auxílio de um quadrado de 1m metro de lado. Essas amostras foram pesadas, e, desse material, foram retiradas 9 subamostras de cada, 6 para separação de lâminas verdes, colmos mais bainhas, material morto e invasoras e 3 para determinar o teor de MS. Posteriormente, essas amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar, a 60°C-65°C, por 48-72 horas.

A taxa de acúmulo diária de MS foi obtida, subtraindo-se, da MS disponível ao início de cada pastejo, o resíduo de MS do pastejo anterior e dividindo-se pelo intervalo entre pastejo (dias).

A produção total de MS em cada ciclo de pastejo foi calculada multiplicando-se a taxa de acúmulo diária de MS de cada ciclo de pastejo pelo número de dias do ciclo de pastejo. A produção total no período experimental (200 dias) foi obtida pela soma das produções de cada ciclo de pastejo, somando-se a esse valor o resíduo do último ciclo de pastejo.

A determinação da eficiência de utilização do N (kg de MS/kg de N) foi obtida subtraindo-se da produção total de MS (kg de MS/ha) de cada tratamento adubado com N, a produção daquele com zero desse elemento. Essa diferença de produção foi dividida pela dose de nitrogênio empregada no respectivo tratamento.

A análise estatística para taxa de acúmulo e produção total de MS foi realizada considerando os dados transformados em logaritmo neperiano (Bartlett, 1947). A transformação foi necessária devido à falta de homogeneidade das variâncias.

O modelo matemático adotado para a taxa de acúmulo de MS foi:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + C_k + AC_{i(k)} + \varepsilon_{ijk},$$

em que:

Y_{ijk} = valor observado na dose de nitrogênio i, no bloco j, no ciclo de pastejo k;

μ = média da população;

A_i = efeito da dose de nitrogênio i;

B_j = efeito do bloco j;

AB_{ij} = efeito da interação entre dose de nitrogênio i e o bloco j;

C_k = efeito do ciclo de pastejo k;

$AC_{i(k)}$ = efeito da interação entre a dose de nitrogênio i e o ciclo de pastejo k;

ε_{ijk} = efeito da variação do acaso na subparcela.

O modelo adotado para as características de produção total de MS e eficiência de utilização do N (kg de MS/kg de N) foi:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + \varepsilon_{ij},$$

em que:

Y_{ij} = valor observado na dose de nitrogênio i, no bloco j;

μ = média da população;

A_i = efeito da dose de nitrogênio i;

B_j = efeito do bloco j;

ε_{ij} = efeito da variação do acaso;

Foram realizadas análises da variância e de regressão. Na comparação das médias dos fatores qualitativos, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram efetuadas através dos procedimentos "PROC GLM" e "PROC REG" do Statistical Analysis System (1996).

Resultados e discussão

Taxa de acúmulo de massa seca

A análise da variância foi significativa ($p < 0,01$) para a interação entre doses de N e ciclos de pastejo para a variável taxa de acúmulo de MS. Nos ciclos de pastejo avaliados houve comportamento quadrático na taxa de acúmulo com a aplicação de N (Tabela 1).

As taxas de acúmulo de MS mínima e máxima estimadas foram de 10,7 e 73,9 (para 0kg e 424kg de N/ha); 14,4 e 96,2 (para 0kg e 438kg de N/ha); 18,8 e 150,3 (para 0kg e 397kg de N/ha); 28,9 e 189,6 (para 0kg e 385kg de N/ha) e 29,5 a 129,9kg/ha/dia (para 0kg e 414kg de N/ha), para os ciclos de pastejo 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente. Esses valores mostram o potencial do acesso BRA-006998 para a produção mais econômica de forragem, haja vista a importância de adubar espécies que apresentam altas respostas ao nitrogênio.

Tabela 1. Equações de regressão ajustadas para a taxa de acúmulo de MS (Y_t , em kg de MS/ha/dia) em função das doses de N (kg/ha/ano), em 5 ciclos de pastejo (CP1: de 15/10 a 24/11/98; CP2: de 24/11 a 03/01/99; CP3: de 03/01 a 12/02/99; CP4: de 12/02 a 24/03/99 e CP5: de 24/03 a 03/05/99), nas pastagens de *Panicum maximum* Jacq. (acesso BRA-006998)

CP	Equação de regressão	R ²	TA máxima	Dose para TA máxima
1	$Y_t = 2,369997 + 0,009109 N - 0,00001073 N^2$	0,89**	73,9	424
2	$Y_t = 2,667798 + 0,008675 N - 0,00000991 N^2$	0,87**	96,2	438
3	$Y_t = 2,932989 + 0,010475 N - 0,00001319 N^2$	0,86**	150,3	397
4	$Y_t = 3,363200 + 0,009766 N - 0,00001267 N^2$	0,86**	189,6	385
5	$Y_t = 3,385794 + 0,007163 N - 0,00000866 N^2$	0,71**	129,9	414

¹ $Y_t = \log Y$; Os dados foram transformados e analisados como $\log Y$. As médias são os dados originais; ** ($P < 0,01$); TA = Taxa de acúmulo de MS, CP = Ciclo de pastejo e MS = Matéria seca

Altas taxas de acúmulo de MS, durante o período das águas, com adubação nitrogenada também foram observadas por Teixeira (1998) em capim-tobiatã com 430kg de N/ha (256kg de MS/ha/dia), Tosi (1999) em capim-tanzânia-1 com 320kg de N/ha

(140kg de MS/ha/dia.) e Santos *et al.* (1999) em capim-tanzânia-1 (114kg/ha/dia) e em capim-mombaça (157kg/ha/dia), com 400kg de N/ha. Nessas condições, a pastagem deve ser manejada de forma a favorecer a recuperação das plantas após a desfolha, sem, contudo, permitir o alongamento dos colmos, condicionando as mesmas a permanecerem em estágio vegetativo de crescimento. Assim, só quando os fatores ambientais induzirem a planta, haverá o início do florescimento e término do ciclo de produção das pastagens (Burton *et al.*, 1964).

Favoretto *et al.* (1988), testando diferentes doses de nitrogênio (0kg, 50kg e 100kg/ha) em capim-colônião, verificaram que a taxa de crescimento aumentou de 68 para 84kg de MS/ha/dia quando a dose de N variou de 50 para 100kg/ha, respectivamente. Herling (1995), trabalhando com a mesma espécie, obteve com a dose mais alta (320kg de N/ha) maior crescimento (89,5kg de MS/ha/dia), enquanto que na ausência de N e na dose de 160kg de N/ha, as taxas foram 69,9kg e 72,0kg de MS/ha/dia, respectivamente.

A taxa de acúmulo diário de MS tendeu a ser proporcionalmente maior quando a aplicação do fertilizante nitrogenado variou de 0kg para 150kg/ha (208%, 192%, 258%, 225% e 141% para os ciclos de pastejo 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente), e menor quando variou de 300kg/ha para 450kg/ha (17%, 20%, 8%, 4% e 10% para os ciclos de pastejo 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente).

Na análise do desdobramento da interação entre ciclo de pastejo e dose de N, verificou-se que na ausência da adubação nitrogenada a taxa de acúmulo de MS não diferiu entre os ciclos de pastejo 1, 2 e 3, sendo que este último não diferiu do 4 e do 5 (Tabela 2).

Tabela 2. Taxa de acúmulo de MS (kg/ha/dia) em 5 ciclos de pastejo (CP1: de 15/10 a 24/11/98; CP2: de 24/11 a 03/01/99; CP3: de 03/01 a 12/02/99; CP4: de 12/02 a 24/03/99 e CP5: de 24/03 a 03/05/99) nas pastagens de *Panicum maximum* Jacq. (acesso BRA-006998), adubadas com nitrogênio

Doses de N (kg/ha/ano)	Taxa de acúmulo de MS (kg/ha/dia)				
	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
0	11,5 b	15,7 b	19,0 ab	30,2 a	28,5 a
150	31,4 c	38,6 c	82,0 b	105,6a	99,2 a
300	70,7 d	94,2 c	117,1 b	161,6 a	90,2 c
450	72,5 e	94,4 d	161,2 b	193,8 a	145,8 c

Médias, na linha, seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); Os dados foram transformados e analisados como log Y. As médias são os dados originais; CP = Ciclo de pastejo, MS = Matéria seca

Pelos dados apresentados para a dose 0 de N, apesar das diferenças observadas entre os ciclos de pastejo, as taxas de acúmulo de MS foram baixas em todos os ciclos de pastejo. Isso ocorre porque o nitrogênio é o fator que mais limita a produção de forragem na região do Arenito Caiuá, devido ao baixo teor de matéria orgânica e ao alto teor de areia (Ferrari Neto, 1991). Assim, a disponibilidade de N proveniente da mineralização da matéria orgânica é

bem menor que aquela requerida pelas plantas, comprometendo a expressão do potencial de produção das forrageiras, mesmo em condições adequadas de temperatura, precipitação e luminosidade.

Com o uso de 150kg de N/ha, as maiores taxas de acúmulo de MS foram observadas nos ciclos de pastejo 4 e 5 (Tabela 2). As maiores taxas observadas nesses ciclos estão associadas ao acentuado alongamento dos colmos, devido às características morfológicas dessa espécie (Rodrigues e Rodrigues, 1987). No ciclo de pastejo 3, as taxas foram inferiores às dos ciclos 4 e 5 e superiores às dos ciclos 1 e 2.

Com a aplicação de 300kg e 450kg de N/ha, houve aumento na taxa de acúmulo de MS dos ciclos de pastejo de 1 a 4, com a maior taxa no ciclo de pastejo 4 e a menor no ciclo de pastejo 1. A redução na taxa de acúmulo no ciclo de pastejo 5, em relação ao 4, deve-se provavelmente à redução nas temperaturas e na precipitação (Figura 2).

Observa-se, ainda, na Tabela 2 que, à medida que aumentou a dose de N, houve maior variação na taxa de acúmulo de MS com o decorrer dos ciclos de pastejo. Esses sistemas de produção intensivos devem estar associados à lotação variável ao longo do período das águas ou produção de silagem e feno nos ciclos de pastejo em que a produção excede a demanda. Essa variação na taxa de acúmulo de MS, para cada ciclo de pastejo, tem grande importância e utilidade no manejo das pastagens, principalmente no ajuste da taxa de lotação conforme o crescimento da pastagem.

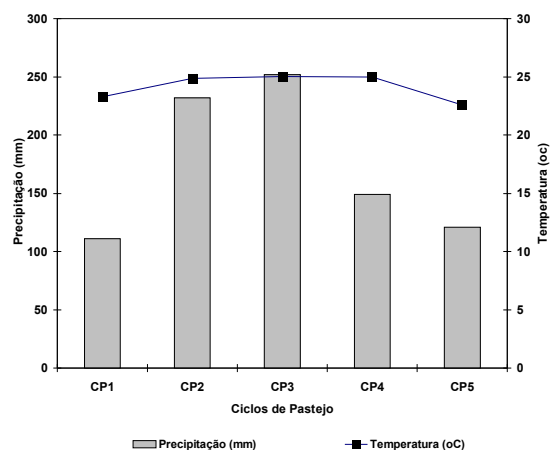


Figura 2. Temperatura média (°C) e precipitação pluviométrica (mm) (Estação Agroclimática do IAPAR-Paranavai, Estado do Paraná), em cinco ciclos de pastejo (CP1: de 15/10 a 24/11/98; CP2: de 24/11 a 03/01/99; CP3: de 03/01 a 12/02/99; CP4: de 12/02 a 24/03/99 e CP5: de 24/03 a 03/05/99)

Produção total de massa seca

A produção total de MS da pastagem foi significativa ($P < 0,01$) para a dose de N, sendo que os resultados se ajustaram ao modelo quadrático de

regressão, expressa pela equação $Y_t = 8,5715866 + 0,00911027 N - 0,0000150 N^2$ ($P < 0,01$; $R^2 = 0,81$), em que $Y_t = \log Y$, sendo que $\log Y$ é o logaritmo neperiano da estimativa da produção total durante o período experimental (kg/ha/200 dias) e o N é a dose de nitrogênio utilizada (kg/ha/ano).

As produções totais estimadas foram de 5.280kg; 15.985kg; 28.851kg e 31.019kg de MS/ha/200 dias para os respectivos tratamentos 0kg, 150kg, 300kg e 450kg de N/ha. O ponto de máxima produção total estimada de MS foi de 32.137kg de MS/ha/200 dias, alcançado com 396kg de N/ha. Esse potencial de resposta já era esperado, visto que a taxa de acúmulo também foi elevada, confirmando o potencial que tem esse acesso para a produção de forragem, quando adubado.

A produção total de MS alcançada na ausência da adubação nitrogenada apresentou redução de 203%, 446% e 487% em relação às doses 150kg, 300kg e 450kg de N/ha, mostrando a importância desse nutriente para elevar a taxa de crescimento dessa planta forrageira.

O aumento na produção de MS obtido com a adubação nitrogenada pode ser atribuído ao aumento no índice de área foliar, ao estímulo da taxa de expansão das folhas (Dougherty e Rhykerd, 1985) e à maior produção de perfilhos (Simpson e Stobbs, 1981).

A resposta obtida nesse experimento (30.007kg e 31.655kg de MS/ha, com 320kg e 430kg de N/ha/200dias, respectivamente) foi inferior à obtida por Teixeira (1998), em capim-tobiatã sob pastejo com lotação rotacionada, com aplicação de 430kg de N/ha (51.000kg de MS/ha/180 dias), e superior à reportada por Tosi (1999), também em sistema de pastejo com lotação rotacionada com capim-tanzânia-1 (23.600kg de MS/ha/152 dias), durante o período de verão, com 320kg de N/ha.

Mott e Popenoe (1977) quantificaram para gramíneas tropicais respostas de até 400-600kg de N/ha/ano, com decréscimos na produção a partir de doses acima dessas. A resposta da pastagem às doses de N demonstra claramente que o suprimento de N proveniente do solo não satisfaz a necessidade para o crescimento máximo das gramíneas forrageiras, as quais têm grande demanda por esse elemento (Simpson e Stobbs, 1981). Esses autores argumentam que, quando se deseja produção elevada, envolvendo alta carga animal ou onde o valor da terra é valorizado, o uso de N via fertilização é uma medida necessária.

É importante ressaltar que para a obtenção de altas produções de forragem, além da adubação nitrogenada, é necessária a manutenção de teores adequados de fósforo, potássio, enxofre e outros nutrientes, os quais contribuem para aumentar a capacidade das plantas de utilizar o nitrogênio, principalmente em altas doses (Lopes, 1989). Neste experimento, com base no

resultado da análise do solo, procurou-se atender às exigências nutricionais das plantas.

A adubação nitrogenada é uma prática econômica, de rápido retorno e eficiente em aumentar a produtividade das pastagens, desde que se atente para outros aspectos do manejo (Corsi, 1984). É fundamental usar uma forrageira com alto potencial de produção (Bogdan, 1977), estabelecer a pastagem em solo de boa fertilidade, fracionar as aplicações de N (Corsi, 1984) e estabelecer um sistema de utilização que beneficie tanto as plantas quanto os animais (Hodgson, 1990).

Eficiência de utilização do nitrogênio

A eficiência de utilização do N na produção da forragem foi significativa ($p < 0,01$) para as doses de N, sendo apresentada na Tabela 3. Essa relação não diferiu entre as doses 150kg e 300kg de N/ha (89,2kg e 70,9kg de MS/kg de N), mas a dose 150kg de N/ha diferiu da dose 450kg de N/ha (60,5kg de MS/kg de N).

Tabela 3. Efeito de 3 doses de nitrogênio sobre a eficiência de utilização do N, nas pastagens de *Panicum maximum* Jacq. (acesso BRA-006998), de 15/10/98 a 03/05/99

Doses de N (kg/ha/ano)	Eficiência de Utilização do N (kg de MS/kg de N)
150	89,2 A
300	70,9 AB
450	60,5 B

Médias, na coluna, seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

A redução na eficiência de utilização do N com o aumento das doses aplicadas também foi observada por Gonçalves *et al.* (1980), Gomide (1993) e Heringer (1995). Essa redução provavelmente deve-se ao menor aproveitamento pelas plantas, às maiores perdas por lixiviação (Mello, 1987), ao menor número de aplicações do N e ao desequilíbrio nutricional em altas doses (Dougherty e Rhykerd, 1985).

O parcelamento da adubação nitrogenada é uma prática essencial e recomendável para evitar as perdas, especialmente por lixiviação, e aumentar a eficiência de utilização do N, principalmente no solo da região do Arenito Caiuá, devido às suas características físico-químicas. Embora tenha uma porcentagem de argila suficiente para ser classificado como Latossolo, sua elevada porcentagem de areia e sua baixa capacidade de troca catiônica permitem inferir que, em termos de uso e manejo, esse solo se comporta como uma Areia Quartzosa, devendo receber atenção semelhante a esse tipo de solo (Hoffmann, 1992).

Comparando os valores estimados da eficiência de utilização do N com os de outros trabalhos, verifica-se que foram superiores aos citados por Gonçalves *et al.* (1980), os quais mostraram eficiência de resposta decrescente em capim-pangola, de 60,6 a 24,8kg de MS/kg de N, para as doses de 100kg e 400kg de N/ha,

respectivamente. Medeiros *et al.* (1979) obtiveram produções em milho de 53,4kg; 49,2kg; 34,4kg de MS/kg de N, respectivamente, para 100kg, 200kg e 300kg de N/ha. Provavelmente a superioridade na eficiência de utilização do N encontrada neste trabalho esteja relacionada à espécie forrageira, ao estágio mais avançado por ocasião do pastejo em relação ao estágio de corte dos experimentos citados, ao maior parcelamento da adubação, à fonte de adubo utilizada, ao menor teor de matéria orgânica do solo, às condições climáticas e com a pastagem com bom estado de plantas.

O critério de corte da gramínea a intervalos regulares preestabelecidos resulta em maior disparidade entre as produções de MS quando são aplicadas altas doses de N, o que acentua a eficiência de resposta desse elemento (Paciullo *et al.*, 1998).

A maior eficiência do N nas condições de pastejo pode ser explicada pelo efeito do animal sobre a pastagem, modificando a estrutura das plantas e participando do ciclo do N na pastagem, contribuindo para a reciclagem desse nutriente, via fezes e urina, e melhorando a sua eficiência de aproveitamento pelo sistema solo-planta (Lupatini *et al.*, 1996).

A eficiência da adubação nitrogenada está relacionada a fatores de solo, clima, manejo, época do ano, espécies e cultivares, justificando as diferentes produções e respostas encontradas na literatura (Fernandez *et al.*, 1989).

Conclusão

As taxas de acúmulo de MS do acesso BRA-006998 foram elevadas quando foi utilizada a adubação nitrogenada.

A eficiência de utilização do nitrogênio na produção de MS diminuiu da menor para a maior dose de N aplicada.

O acesso BRA-006998, quando adubado com nitrogênio, evidenciou potencial de produção de forragem, podendo ser recomendado como opção para sistemas intensivos de produção.

Referências

- ALVIM, M. J. *et al.* Resposta do coast-cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) a diferentes doses de nitrogênio e intervalos de cortes. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.27, n.5, p.833-840, 1998.
- ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F.; VERNEQUE, R. S. *et al.* Resposta do tifton 85 a doses de nitrogênio e intervalos de cortes. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.34, n.12, p.345-2.352, 1999.
- BARTLETT, M. S. The use of transformations. *Biometrics*, Washington, DC., v.3, n.1, p.39-52, 1947.
- BOGDAN, A. V. *Tropical pasture and fodder plants: grasses and legumes*. London: Longman. 1977.

BURTON, G. W. *et al.* Effect of age on the chemical composition, palatability and digestibility of grass leaves. *Agron. J.*, Madison, v.35, n.2, p.160-161, 1964.

CORSI, M. Uréia como fertilizante na produção de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 2, 1984, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Fundação Cargill, p.275-308, 1984.

CORSI, M.; NUSSIO, L. G. Manejo de capim elefante: correção e adubação do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10, 1993. Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1993. p.87-117.

CORSI, M.; SANTOS, P. M. Potencial de produção do *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, 1995, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1995. p.275-304.

DOUGHERTY, C. T.; RHYKERD, C. L. The role of nitrogen in forage-animal production. In: HEATH, M. E. *et al.* (Ed.). *Forages: the science of grassland agriculture*. Iowa: State University, 1985. 5.ed. p.318-325.

FAVORETTO, V. *et al.* Efeito do nitrogênio na produção e composição bromatológica do capim Colômbio e seus aspectos econômicos. *Científica*, v.16, n.1, p.71-78, 1988.

FERNANDEZ, D. *et al.* Influencia de la fertilización con nitrógeno y la frecuencia de corte en bermuda cruzada 1 (coast-cross 1) con riego e sin él. 1. Rendimiento e economía. *Pastos y Forrajes*, Matanzas, v.12, n.1, p. 41-55, 1989.

FERRARI NETO, J. *Limitações nutricionais para o colômbio (*Panicum maximum* Jacq) e braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf) em latossolo da região noroeste do estado do Paraná*. 1991. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1991.

GOMIDE, J. A. Aspectos biológicos e econômicos da adubação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMA DE PASTAGENS, 1, 1989, Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal: Funep, 1989. p.237-270.

GOMIDE, J. A. Produção de leite em regime de pasto. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, n.22, v.4, p. 591-613, 1993.

GONÇALVES, J. O. N. *et al.* Efeito de níveis de nitrogênio sobre a produção de matéria seca de capim pangola (*Digitaria decumbens* Stent.). In: *Pastagens, adubação e fertilidade do solo*, 1980. Bagé: Embrapa-Uepae, 1980, p.25-27.

HERINGER, I. *Efeito de níveis de nitrogênio sobre a dinâmica de uma pastagem de milho (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) sob pastejo*. 1995. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1995.

HERLING, V. R. *Efeitos de níveis de nitrogênio sobre algumas características fisiológicas e qualitativas dos cultivares colômbio e centenário (*Panicum maximum* Jacq.)*. 1995. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias - Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, 1995.

HODGSON, J. 1990. *Grazing management: science into practice*. Palmerston North: Longman handbooks, 1990.

HOFFMANN, C. R. *Nutrição mineral e crescimento da braquiária e do colômbio, sob influência das aplicações de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre em Latossolo da região Noroeste do Paraná*. 1992. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992.

- JANK, L. *et al.* Avaliação do germoplasma de *Panicum maximum* introduzido da África. I. Produção forrageira. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, n.23, v.3, p. 433-440, 1994.
- LAZENBY, A. Nitrogen relationships in grassland ecosystems. INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14, 1981, Lexington. *Proceedings...* Boulder: Westview Press, 1981. p. 56-63.
- LOPES, A. S. *Manual de fertilidade do solo*. São Paulo: Anda/Potafós, 1989.
- LUGÃO, S. M. B.; ABRAHÃO, J. J. S. *Relatório técnico do Programa de forragicultura*. Iapar, 1995.
- LUPATINI, G. C. *et al.* Resposta do milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) sob pastejo à adubação nitrogenada. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.31, n.10, p. 715-720, 1996.
- MEDEIROS, R. B. *et al.* Efeito de nitrogênio e da população de plantas no rendimento e qualidade do sorgo Sordan (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) x (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf). *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.8, n.1, p.75-87, 1979.
- MELLO, F. A. F. *Uréia fertilizante*. Campinas: Fundação Cargill, 1987.
- MONTEIRO, F. A. Nutrição mineral e adubação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, 1995, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Fealq, 1995. p.219-244.
- MOTT, G. O. *et al.* The retention of nitrogen in a soil-plant-animal system in guinea grass (*Panicum maximum*) pastures in Brazil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 1970, Queensland. *Proceedings...* Surfers Paradise: University of Queensland Press, 1970. p.414-416.
- MOTT, G. O.; POPENOE, H. L. Grasslands. In: ALVIM, P. T.; KOSLOWSKI, T. T. (Ed.). *Ecophysiology of tropical crops*. New York: Academic Press, 1977.
- MUZILLI, O. *et al.* Conservação do solo em sistema de produção nas microbacias hidrográficas do Arenito Caiuá do Paraná. I. Clima, solo, estrutura agrária e perfil da produção agropecuária. Londrina: Iapar. 56p. (Boletim Técnico Nº 33).
- NOLLER, C. H. *et al.* Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13, 1996, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Fealq, 1997. p.319-352.
- PACIULLO, D. S. C. *et al.* Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. I. Rendimento forrageiro e características morfofisiológicas ao atingir 80 e 120cm de altura. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.27, n.6, p.1.069-1.075, 1998.
- RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: CASTRO, P. R. *et al.* (Ed.). *Ecofisiologia da Produção Agrícola*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1987. p.203-230.
- SANTOS, P. M. *et al.* Efeito da frequência de pastejo e da época do ano sobre a produção e a qualidade em *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 28, n.2, p. 244-249, 1999.
- SEAB/DERAL. SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO/DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL. *Composição do rebanho bovino por município*. Núcleos regionais. 1997.
- SETELICH, E. A. *Resposta à adubação nitrogenada de capim elefante anão (Pennisetum purpureum Schum. cv. Mott), sob pastejo no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina*. 1999. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- SIMPSON, J. R.; STOBBS, T. H. Nitrogen supply and animal production from pastures. In: MORLEY, F.H.W. (Ed.). *Grazing animals*. Amsterdam: Elsevier, 1981. p.261-288.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. 1996. *SAS: user's guide: statistics*, 1996. 6. ed. Cary.
- TEIXEIRA, E. I. *Avaliação de características morfofisiológicas e nutricionais do capim Tobiatã (Panicum maximum cv. Tobiatã) sob sistema de pastejo rotacionado*. 1998. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.
- TOSI, P. *Estabelecimento de parâmetros agrônômicos para o manejo e eficiência de utilização de Panicum maximum Jacq. cv Tanzânia 1 sob pastejo rotacionado*. 1999. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.
- VICENTE - CHANDLER, J. 1973. Intensive grassland management in Puerto Rico. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, n.2, v.2, p.173-215, 1973.
- VIEIRA, J. M.; KICHEL, A. N. Estabelecimento e recuperação de pastagens de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, 1995, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Fealq, 1995. p.147-196.1995.

Received on September 06, 2002.

Accepted on October 15, 2003.