

RESPOSTAS DE *Panicum Maximum* CULTIVAR ARUANA A DOSES DE NITROGÊNIO¹

MARIA TEREZA COLOZZA²; JORGE DE CASTRO KIEHL³; JOAQUIM CARLOS WERNER² E ELIANA APARECIDA SCHAMMASS⁴

¹Parte da tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pelo primeiro autor, para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

²Centro de Forragicultura e Pastagens, Instituto de Zootecnia, Caixa postal 60, 13.460-000, Nova Odessa, SP.

³Departamento de Solos e Geologia, ESALQ/ USP, Caixa postal 09, Piracicaba, SP..

⁴Centro de Métodos Quantitativos, Instituto de Zootecnia, Caixa postal 60, 13.460-000, Nova Odessa, SP.

RESUMO: Foi conduzido no Instituto de Zootecnia em Nova Odessa, SP, de outubro a dezembro de 1996, um experimento em casa-de-vegetação em blocos completos casualizados com oito repetições, com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de nitrogênio na produção da parte aérea, de raiz, no número de perfilhos, na concentração de nitrogênio total, nítrico e de clorofila de *Panicum maximum* Jacq. cv. Aruana. O capim foi cultivado em amostra de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico ao qual aplicaram-se 0; 15; 30; 60; 120; 200 e 300 mg N kg⁻¹ de solo por ocasião do plantio e 0; 30; 60; 120; 210; 330 e 450 mg N kg⁻¹ de solo após o primeiro corte. Realizaram-se dois cortes e, em cada um deles o capim foi colhido com 34 dias de crescimento. A parte aérea das plantas foi separada em: a) folhas não expandidas - sem lígula visível; b) lâminas de folhas novas, contendo as lâminas das duas folhas superiores com lígula visível; c) lâminas de folhas velhas, contendo as lâminas das demais folhas com lígula visível; d) colmos+bainhas. Foram determinadas as concentrações de N-total, N-nitrato nas diversas partes da planta, assim como a concentração de clorofila, em valores SPAD, por meio de um clorofilômetro. A aplicação de nitrogênio aumentou significativamente o número de perfilhos, a produção de matéria seca das raízes, da parte aérea e de cada componente da planta, as concentrações de nitrogênio total e nítrico e os teores de clorofila em valores SPAD nas partes amostradas da planta. As concentrações de N-nitrato foram mais elevadas nos colmos+bainhas do que nas demais partes da planta, em ambos os cortes.

Palavras-chave: produção de matéria seca, concentração de N-total, concentração de N-nitrato, concentração de clorofila em valores SPAD.

RESPONSES OF *Panicum maximum* CV. ARUANA TO RATES OF NITROGEN

ABSTRACT: In greenhouse conditions the grass was cultivated in a dystrophic Red-Yellow Latossol where it was applied 0; 15; 30; 60; 120; 200 e 300 mg N kg⁻¹ of soil at planting and 0; 30; 60; 120; 210; 330 e 450 mg N kg⁻¹ of soil after the first cut. A randomized complete block design was used with eight replications. It was effected two harvests at the age of 34 days. In both cuts the plant parts sampled were: a) blades from leaves at the top of the plant, without visible ligule; b) blades of new leaves, containing the blades of the two younger leaves totally expanded with visible ligule; c) blades of the old leaves, containing the blades of the other leaves totally expanded; d) stems + sheaths. The maximum dry matter yield was reached with 150 and 232 mg N kg⁻¹ of soil and the maximum tiller number was reached with 159 and 232 mg N kg⁻¹ of soil in the first and second harvest, respectively. The concentration of total and nitric nitrogen and the amount of chlorophyll - SPAD values in the plant parts increased with the nitrogen rates.

Key words: dry matter yield, concentration of total-N, concentration of N-nitrate, amount of chlorophyll in SPAD values.

INTRODUÇÃO

A produção pecuária no Brasil tropical se apóia em pastagens de gramíneas. Dentre elas, o capim colômbio (*Panicum maximum* Jacq.) sempre ocupou lugar de destaque devido à alta produtividade, boa qualidade da forragem e ampla adaptabilidade, apesar de ser considerada exigente quanto à fertilidade do solo e requerer técnicas especiais de manejo. Dentre os capins dessa espécie o cultivar Aruana, lançado em 1989 pelo Instituto de Zootecnia da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo; é um dos capins cujo plantio tem sido estimulado, entretanto, há escassez de informações sobre as exigências nutricionais desse cultivar para indicação do seu manejo adequado.

Em plantas forrageiras já estabelecidas, o nitrogênio constitui-se no principal fator responsável pelo aumento imediato e visível de produção, desde que fatores edáficos, climáticos e outros não sejam limitantes (WERNER, 1986 e MONTEIRO, 1995). Segundo CORSI (1984), esse nutriente promove uma série de alterações fisiológicas em gramíneas forrageiras favorecendo o número, tamanho, peso e a taxa de aparecimento de folhas e de perfilhos, sendo também responsável pelo alongamento do caule; tais fatores são considerados determinantes da produção de matéria seca. O nitrogênio também tem influência marcante no valor nutritivo das mesmas, e conseqüentemente, na taxa de lotação e ganho de peso por animal e por hectare. Uma série de experimentos tem demonstrado esse efeito entre eles os de VICENTE-CHANDLER (1973); MONTEIRO e WERNER (1977); CRESPO *et al.* (1980); GOMIDE *et al.* (1984).

O manejo correto da adubação nitrogenada e a manutenção de um suprimento adequado de nitrogênio, com vistas à obtenção de máxima produtividade e boa qualidade da forragem, através da avaliação da disponibilidade de nitrogênio no solo, são dificultados devido à variabilidade de transformações químicas e biológicas a que está sujeito o nitrogênio no solo, tornando difícil adequar as quantidades a serem aplicadas desse fator de produção às necessidades das forrageiras.

Até o momento, não há um método de análise de solo que possibilite uma recomendação razoavelmente segura de adubação nitrogenada

(ALMEIDA *et al.*, 1986). Atualmente a recomendação de adubação nitrogenada para pastagens, no Brasil, assim como para outras culturas de interesse econômico, não tem levado em consideração o suprimento de nitrogênio do solo. Para pastagens, a recomendação é geralmente baseada na proposta do manejo, na produção requerida (WHITEHEAD, 1970), na espécie plantada, na época do ano, nas características do solo e em resultados experimentais. A verificação da necessidade de adubação nitrogenada para as plantas, também, pode ser feita através da análise foliar, uma ferramenta auxiliar no estabelecimento do estado nutricional das plantas forrageiras em relação ao nitrogênio. Em geral tem-se utilizado o teor total de nitrogênio para o diagnóstico desse elemento na planta. O teor de formas solúveis, como N-nitrato, também tem sido empregado, mas com menor freqüência. Segundo MARTIN e MATOCHA (1973), o nitrato é, freqüentemente, um indicador mais sensível do estado nutricional da planta e, adicionalmente, é uma medida do potencial de risco de toxicidade de nitrato para forragens destinadas à alimentação animal.

Também, tem sido usado para avaliar o estado nutricional das plantas com relação ao nitrogênio, a concentração de clorofila, assim como para a determinação da necessidade de adubações nitrogenadas adicionais em algumas culturas de interesse econômico (SCHEPERS *et al.*, 1992). Isto é possível devido a relação existente entre concentração de nitrogênio total e conteúdo de clorofila nas folhas. A determinação indireta do teor de clorofila de várias plantas cultivadas vem sendo feita através do Chlorophyll Meter SPAD-502, que recebeu no Brasil o nome de clorofilômetro. Muitas pesquisas realizadas com a finalidade de relacionar o teor de clorofila determinado pelo clorofilômetro com a concentração de nitrogênio nas folhas de plantas anuais de interesse econômico têm demonstrado que essa determinação é promissora para avaliar o estado nutricional das plantas em relação ao nitrogênio, entretanto poucas delas são com gramíneas forrageiras tropicais.

Os objetivos deste estudo foram: avaliar a produção de matéria seca, as concentrações de nitrogênio total e nítrico e o teor de clorofila em várias partes amostradas do *Panicum maximum* cv. Aruana, submetido a diferentes doses de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

Em condições de casa-de-vegetação cultivou-se o *Panicum maximum* Jacq. cv. Aruana, no período de outubro a dezembro de 1996 em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. A terra foi coletada a uma profundidade de 0-20 cm, secada à sombra, peneirada e homogeneizada. Amostras analisadas quimicamente revelaram pH (CaCl₂) = 3,9; P (resina) = 3 mg dm⁻³; K⁺ = 1 mmolc dm⁻³; Ca⁺⁺ = 6 mmolc dm⁻³; Mg⁺⁺ = 3 mmolc dm⁻³; H+Al = 47 mmolc dm⁻³; SB = 10 mmolc dm⁻³; T = 57 mmolc dm⁻³; V = 18% e N-NO₃⁻ = 15,9 mg kg⁻¹.

O experimento foi conduzido, usando-se um delineamento experimental de blocos ao acaso, com oito repetições e sete doses de nitrogênio.

Empregaram-se 56 vasos de cerâmica revestidos internamente com sacos plásticos que receberam 4,7 kg de terra seca. A correção da acidez do solo visou a elevação da saturação por bases a 60%, empregando-se os óxidos de cálcio e magnésio na proporção de 4:1, que foram misturados a terra de cada vaso e umedecidos com água até 80% da capacidade de retenção. Semanalmente pesaram-se os vasos para reposição da água evaporada, permanecendo incubados por 40 dias.

A semeadura foi feita diretamente nos vasos, em 23 de outubro, semeando-se 55 sementes por vasos e desbastes periódicos foram realizados até a permanência de cinco plantas. Os vasos foram irrigados diariamente com água desmineralizada.

No mesmo dia da semeadura aplicaram-se em cada vaso e na forma de solução diluída, os seguintes reagentes analíticos: KH₂PO₄ correspondendo a 40 e 50 mg de P e K kg⁻¹ de solo, respectivamente; Na₂SO₄ correspondendo a 18 mg S kg⁻¹ de solo; H₃BO₃ correspondendo a 0,2 mg B kg⁻¹ de solo; CuSO₄.5H₂O correspondendo a 0,7 mg Cu kg⁻¹ de solo Na MoO₄.2H₂O correspondendo a 0,1 mg Mo kg⁻¹ de solo e ZnSO₄.7H₂O correspondendo a 2,0 mg Zn kg⁻¹ de solo. Quatro, vinte e vinte e cinco dias após a realização do primeiro corte aplicaram-se 25 e 45 mg de K kg⁻¹ de solo na forma de K₂SO₄ e 25 mg de K kg⁻¹ de solo na forma de KCl, respectivamente.

Procedeu-se o primeiro corte em 26 de novembro, a uma altura de 3 cm da terra, e o segundo rente a coroa das plantas em 30 de

dezembro. Por ocasião de cada corte, as plantas foram separadas em: a) folhas não expandidas, sem lígula visível; b) lâminas das duas folhas expandidas e com lígula visível - folhas novas; c) lâminas das demais folhas expandidas e com lígula visível - folhas velhas e d) colmos + bainhas.

As doses de nitrogênio 0, 15, 30, 60, 120, 200 e 300 mg N kg⁻¹ de solo, foram aplicadas por ocasião do plantio. Após o primeiro corte aplicaram-se 0, 30, 60, 120, 210, 330 e 450 mg N kg⁻¹ de solo assim distribuído: 0, 10, 20, 40, 80, 135 e 200 mg N kg⁻¹ de solo após 1 dia, 0, 5, 10, 20, 40, 45 e 40 mg N kg⁻¹ de solo após 10 dias, 20 e 40 mg N kg⁻¹ de solo somente para as duas últimas doses estudadas e aplicadas após 13 dias, 0, 5, 10, 20, 40, 80 e 100 mg N kg⁻¹ de solo após 21 dias, 0, 5, 20, 40, 50, 50 e 50 mg N kg⁻¹ de solo após 29 dias do primeiro corte. A fonte de nitrogênio usada foi o nitrato de amônio.

Um dia antes de cada corte, realizou-se a contagem de perfilhos em cada vaso. Após o segundo corte lavaram-se os vasos para a remoção das raízes. Todo material vegetal colhido foi seco em estufa, a 65°C, até peso constante. A produção de matéria seca da parte aérea foi obtida somando-se as massas das lâminas de folhas não expandidas, das folhas novas, das folhas velhas e dos colmos+bainhas, de cada vaso.

A determinação indireta de clorofila foi realizada através do Chlorophyll Meter SAPD-502 (Soil Palnt Analysis Development) da Minolta Camera Co., Japan, e foi efetuada em seguida as amostragens das partes das plantas. Os valores obtidos para cada parte amostrada, com exceção dos colmos+bainhas, corresponderam a média de 30 leituras e foram realizados em torno da porção central das lâminas evitando-se a nervura.

Devido a pequena quantidade de material vegetal para as análises químicas foram necessários juntar, duas a duas, as oito repetições existentes para as lâminas de folhas não expandidas para os dois corte. Em seguida todo material vegetal foi moído.

O nitrogênio total nas partes amostradas foi determinado segundo NELSON e SOMMERS (1973) e o N-NO₃⁻ nas planta segundo TEDESCO *et al.* (1985).

As análises de variância e de regressão polinomial foram realizadas através do programa SANEST (ZONTA e MACHADO, 1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de matéria seca da parte aérea do Aruana, em ambos os cortes realizados, variou significativamente ($P<0,01$), em função das aplicações das doses de nitrogênio (Figuras 1 e 2). Respostas expressivas de *Panicum maximum* as aplicações de nitrogênio ao solo foram obtidas por VICENTE-CHANDLER (1973), GOMIDE et al. (1984), HOFFMANN (1992), entre outros.

Por ocasião do primeiro corte, a produção de matéria seca da parte aérea mostrou seu ponto de máximo para a aplicação de 171 mg de N kg⁻¹ de solo (Figura 1), enquanto que para o segundo corte a produção máxima foi obtida com o emprego de 332 mg de N kg⁻¹ de solo (Figura 2). Este último valor está bem próximo do obtido por HOFFMANN (1992) para o cultivar IZ-1 cultivado num Latossolo Vermelho-Escuro, que recebeu doses de nitrogênio.

O fato de a produção máxima ter sido atingida com uma dose menor de nitrogênio e da queda de produção ter sido mais acentuada no primeiro corte, podem ser explicados pela menor demanda de nitrogênio pelas plantas na primeira fase de crescimento.

Observou-se que a produção do primeiro corte na dose zero de nitrogênio foi cerca de uma vez e meia maior que a encontrada no segundo corte.

Provavelmente isto se deva à maior disponibilidade do nitrogênio durante a primeira fase de crescimento das plantas, proveniente da mineralização do nitrogênio orgânico por ocasião da incubação das terras com o corretivo.

Os resultados aqui obtidos evidenciam, mais uma vez, a importância do nitrogênio como principal fator responsável pelo aumento e manutenção da produtividade de pastagens estabelecidas de gramíneas (WERNER, 1986 e MONTEIRO, 1995).

As produções de matéria seca dos componentes da parte aérea, em ambos os cortes, variaram significativamente ($P<0,01$) com as doses de nitrogênio (Quadros 1 e 2). As produções máximas indicadas para lâminas de folhas não expandidas foram obtidas com 224 e 426 mg de N kg⁻¹ de solo de acordo com as equações $Y=3,3+0,0477X+0,0001X^2$ ($R^2=0,94$) e $Y=1,6+0,0587X-0,0009X^2$ ($R^2=0,98$); para lâminas de folhas novas com 168 e 330 mg de N kg⁻¹ de solo conforme as equações $Y=3,3+0,0477X-0,0001X^2$ ($R^2=0,94$) e $Y=1,6+0,0587X-0,0009X^2$ ($R^2=0,98$), para lâminas de folhas velhas com 159 e 341 mg de N kg⁻¹ de solo de acordo com as equações $Y=0,9+0,0133X-0,00004X^2$ ($R^2=0,94$) e $Y=0,8+0,0217X-0,00003X^2$ ($R^2=0,87$) e para colmos+

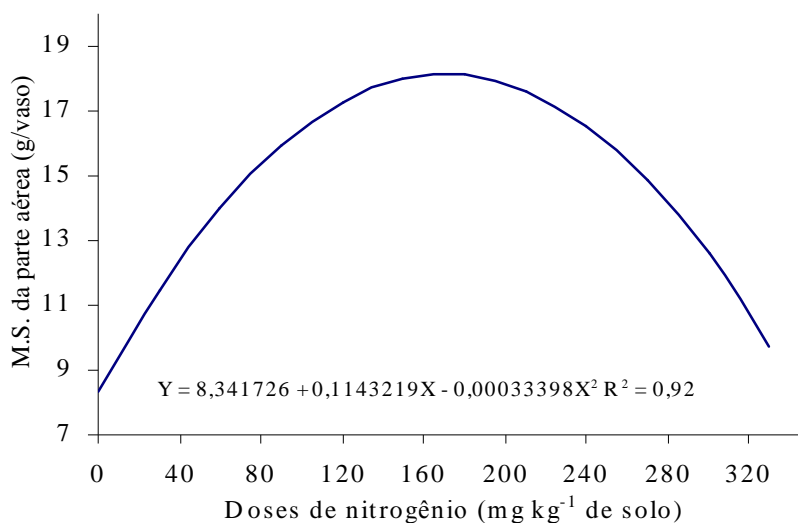


Figura 1. Produção de matéria seca da parte aérea do capim Aruana, no primeiro corte, em função das doses de nitrogênio.

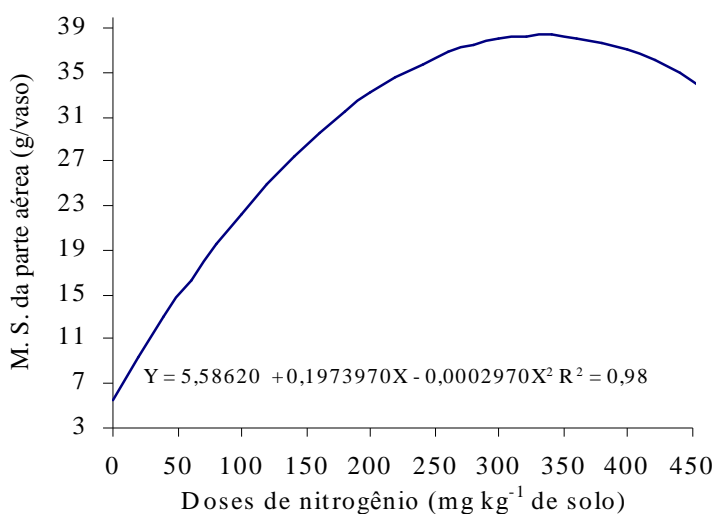


Figura 2. Produção de matéria seca da parte aérea do capim Aruana, no segundo corte, em função das doses de nitrogênio.

Quadro 1. Produção de matéria seca de diferentes componentes da parte aérea e número de perfilhos do capim Aruana, em função das doses de nitrogênio, no primeiro corte. Médias de 8 repetições.

Trat.	Lâminas de folhas não expandidas	Lâminas de folhas novas	Lâminas de folhas velhas	Colmos + bainhas	Perfilhos
mg kg ⁻¹	g/vaso.....				nº./vaso
0	0,85	3,14	0,78	2,55	14
15	1,35	3,87	1,10	3,27	16
30	1,65	4,70	1,39	4,25	18
60	2,36	6,16	1,68	5,70	20
120	2,20	7,32	1,88	6,04	19
200	2,69	6,56	1,78	5,43	18
300	2,64	5,02	1,13	4,43	16
Reg. Linear	**	**	**	**	**
Reg. Quadr.	**	**	**	**	**
CV (%)	14,4	6,2	11,1	5,1	7,9

** = significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

bainhas com 167 e 322 mg de N kg⁻¹ de solo com as equações $Y=2,9+0,039X-0,0001X^2$ ($R^2=0,85$) e $Y=2,6+0,1022X-0,0002X^2$ ($R^2=0,99$), respectivamente para o primeiro e segundo cortes.

O número de perfilhos variou significativamente ($P<0,01$) com as doses de nitrogênio, nos dois cortes efetuados no Aruana, (Quadros 1 e 2). As equações $Y=15,6+0,0516X-$

$0,00017X^2$ ($R^2=0,67$) e $Y=37,5+0,3856X-0,00082X^2$ ($R^2=0,88$) permitiram obter o ponto de máximo com a aplicação de 150 e 233 mg de N kg⁻¹ de solo, respectivamente para o primeiro e segundo cortes. A importância da adubação nitrogenada em estimular o número de perfilhos de *Panicum maximum* foi verificada por MONTEIRO e WERNER (1977), HOFFMANN (1992), ABREU (1994) entre outros. O maior número de perfilhos verificados

Quadro 2. Produção de matéria seca de diferentes componentes da parte aérea, raízes e número de perfilhos do capim Aruana, em função das doses de nitrogênio no segundo corte. Médias de 8 repetições.

Trat.	Lâminas de folhas não expandidas	Lâminas de folhas novas	Lâminas de folhas velhas	Colmos + bainhas	Raízes	Perfilhos
mg kg ⁻¹	g vaso ⁻¹					nº/ vaso
0	0,29	1,08	0,32	2,08	5,00	29
30	0,79	3,41	1,37	5,27	9,70	50
60	1,06	5,26	2,48	8,70	14,90	63
120	1,89	7,94	3,86	13,78	17,72	78
210	2,66	10,26	3,80	16,99	17,10	82
330	3,38	10,36	3,82	17,98	16,15	65
450	3,44	10,49	4,60	17,10	14,17	48
Reg. Linear	**	**	**	**	**	**
Reg. Quadr.	**	**	**	**	**	**
CV (%)	11,6	5,1	5,7	5,0	9,6	6,4

** = significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

em relação ao primeiro na dose zero de nitrogênio não foi suficiente para manter a produção de matéria seca da parte aérea do segundo corte ao nível do primeiro, a qual apresentou também uma redução de 33%, o que pode ser explicado pelo fato de que, em plantas deficientes em nitrogênio, as folhas são menores e em menor número, contribuindo para uma menor produção

A produção de matéria seca das raízes variou significativamente ($P < 0,01$) com as doses de nitrogênio e apresentou o seu ponto de máximo com o emprego de 262 mg de N kg⁻¹ de solo de acordo com a equação $Y = 7,5 + 0,0864X - 0,00016X^2$ ($R^2 = 0,80$)

A concentração de nitrogênio total nas partes da forrageira, e em ambos os cortes, aumentou linearmente com as doses de nitrogênio estudadas (Quadros 3 e 4). As equações de regressão obtidas são indicadas na Quadro 5.

De um modo geral, em ambos os cortes, as concentrações de nitrogênio total nas lâminas de folhas novas foram superiores às das lâminas de folhas velhas, que, por sua vez, foram superiores à dos colmos+bainhas (Quadros 3 e 4). A concentração de nitrogênio nas lâminas de folhas não expandidas em ambos os corte, foi mais elevada do que a obtida nas lâminas de folhas novas somente até a dose de 120 mg kg⁻¹ de N. Sabendo-se que o nitrogênio é um nutriente móvel na planta (MENGEL e KIRKBY, 1987), acredita-se que

tenha ocorrido sua translocação das diversas partes da planta para as lâminas de folhas não expandidas quando o suprimento de N era limitado.

Teores mais elevados de nitrogênio total nas lâminas de folhas novas que os de lâminas de folhas velhas e colmos + bainhas de Colômbio, Tanzânia-1 e Vencedor também foram observados por WERNER (1971), ABREU (1994) e SANTOS *et al.* (1995), respectivamente, quando consideraram lâminas de folhas novas as constituídas das lâminas de duas folhas recém expandidas (lígula visível) mais as lâminas de folhas em aparecimento.

As concentrações de nitrogênio total das raízes variaram significativamente ($P < 0,01$) e foram linearmente aumentadas com as doses de nitrogênio (Quadros 4 e 5).

A concentração de nitrato nas quatro partes amostradas em ambos os cortes, e nas raízes, aumentou linearmente com as doses de nitrogênio aplicadas (Quadros 6 e 7). As equações de regressão encontram-se na Quadro 8. QUEIROZ FILHO *et al.* (1982) verificaram que o aumento das doses de nitrogênio propiciaram aumentos na concentração de nitrato em dez gramíneas forrageiras, entre elas o *Panicum maximum* Jacq. cv. Gatton, e que, com intervalos de corte a cada 21 dias a *Brachiaria radicans* Napper adubada com altas doses de nitrogênio apresentou teores considerados tóxicos para animais.

Quadro 3. Concentração de nitrogênio total na parte aérea proveniente do primeiro corte do capim Aruana, em função das doses de nitrogênio. Médias de 4 repetições para lâminas de folhas não expandidas e 8 para as demais partes.

Trat.	Lâminas de folhas não expandidas	Lâminas de folhas novas	Lâminas de folhas velhas	Colmos + bainhas
mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹			
0	12,42	10,27	10,62	6,16
15	14,22	11,52	11,28	6,65
30	15,17	12,73	11,67	7,03
60	16,50	14,66	13,35	9,18
120	22,47	21,22	19,37	16,50
200	23,45	28,62	24,93	21,57
300	32,72	36,33	31,46	30,96
Reg. Linear	**	**	**	**
Reg. Quadr.	ns	ns	ns	ns
CV (%)	6,1	5,7	6,7	7,0

** e ns = significativo a 1% de probabilidade e não significativo, pelo teste F

Quadro 4. Concentração de nitrogênio total na parte aérea e raízes proveniente do segundo corte do capim Aruana, em função das doses de nitrogênio. Médias de 4 repetições para lâminas de folhas não expandidas e 8 para as demais partes.

Trat.	Lâminas de folhas não expandidas	Lâminas de folhas novas	Lâminas de folhas velhas	Colmos + bainhas	Raízes
mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹				
0	9,20	9,55	8,88	5,07	6,62
30	13,80	11,06	9,66	6,25	7,23
60	14,57	13,63	9,95	8,02	8,05
120	18,65	16,62	14,46	13,65	10,40
210	19,95	19,95	18,82	17,48	14,60
330	23,75	29,62	25,16	21,88	18,60
450	32,27	34,30	32,45	29,80	21,90
Reg. Linear	**	**	**	**	**
Reg. Quadr.	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	8,0	7,1	6,7	7,3	5,8

** e ns = significativo a 1% de probabilidade e não significativo, pelo teste F

Quadro 5. Equações de regressão relacionando doses de nitrogênio em mg kg⁻¹ de solo (X) e concentração de nitrogênio total em g kg⁻¹ (Y) nos componentes da parte aérea do capim Aruana.

Parte amostrada	Equação	R ²
1º corte		
Lâminas de folhas não expandidas	Y = 13,5275 + 0,051976X	0,97
Lâminas de folhas novas	Y = 10,1280 + 0,889533X	0,99
Lâminas de folhas velhas	Y = 10,0288 + 0,072428X	0,99
Colmos + bainhas	Y = 5,2140 + 0,0849333X	0,99
2º corte		
Lâminas de folhas não expandidas	Y = 11,7714 + 0,038999X	0,96
Lâminas de folhas novas	Y = 9,6505 + 0,055996X	0,99
Lâminas de folhas velhas	Y = 7,8974 + 0,053431X	0,99
Colmos + bainhas	Y = 5,3519 + 0,053925X	0,98
Raízes	Y = 6,3836 + 0,035751X	0,99

Quadro 6. Concentração de nitrato na parte aérea proveniente do primeiro corte do capim Aruana, em função das doses de nitrogênio. Médias de 4 repetições para lâminas de folhas não expandidas e 8 para as demais partes.

Trat.	Lâminas de folhas não expandidas	Lâminas de folhas novas	Lâminas de folhas velhas	Colmos + bainhas
mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹			
0	0,114	0,114	0,107	0,116
15	0,164	0,237	0,239	0,262
30	0,194	0,294	0,277	0,336
60	0,282	0,457	0,380	0,515
120	0,421	0,715	0,570	3,255
200	0,684	1,243	1,028	6,061
300	1,137	1,439	1,266	8,900
Reg. Linear	**	**	**	**
Reg. Quadr.	ns	ns	ns	ns
CV (%)	4,9	10,5	6,4	11,3

** e ns = significativo a 1% de probabilidade e não significativo, pelo teste F

Quadro 7. Concentração de nitrato na parte aérea e raízes proveniente do segundo corte do capim Aruana, em função das doses de nitrogênio. Médias de 4 repetições para lâminas de folhas não expandidas e 8 para as demais partes.

Trat.	Lâminas de folhas não expandidas	Lâminas de folhas novas	Lâminas de folhas velhas	Colmos + bainhas	Raízes
mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹				
0	0,104	0,116	0,106	0,116	0,149
30	0,123	0,137	0,134	0,165	0,157
60	0,209	0,369	0,286	0,374	0,209
120	0,259	0,480	0,341	0,621	0,252
210	0,388	0,645	0,587	1,454	0,294
330	0,637	0,914	1,249	4,579	0,557
450	0,981	1,239	1,760	5,476	1,060
Reg. Linear	**	**	**	**	**
Reg. Quadr.	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	5,3	6,1	4,6	4,5	6,7

** e ns = significativo a 1% de probabilidade. e não significativo, pelo teste F.

No primeiro crescimento desse capim (Quadro 6), nas doses de 0 a 30 mg kg⁻¹ de N, verifica-se que houve pequena variação nas concentrações de nitrato nas quatro partes amostradas. Observou-se que colmos + bainhas foi o componente da planta que apresentou as mais altas concentrações para as doses mais elevadas de nitrogênio

Nas doses 330 e 450 mg kg⁻¹ de N, por ocasião do segundo corte, as concentrações de nitrato nas lâminas de folhas velhas do Aruana, foram cerca

de 1,4 vezes maiores em relação às concentrações obtidas nas lâminas de folhas novas (Quadro 7). Nesse caso, provavelmente as plantas não tiveram tempo suficiente para a assimilação completa do nitrato absorvido, uma vez que a última aplicação de nitrogênio (50 mg kg⁻¹ de N) foi realizada cinco dias antes desse corte. Esse nitrato acumula-se em organelas celulares, no denominado "pool citoplasmático", o qual não induz a atividade da redutase do nitrato (FERNANDES e ROSSIELLO, 1986).

Quadro 8. Equações de regressão relacionando doses de nitrogênio em mg kg⁻¹ (X) e concentração de nitrato em g kg⁻¹ nos componentes da parte aérea (Y) do capim Aruana.

Parte amostrada	Equação	R ²
1º corte		
Lâminas de folhas não expandidas	$Y = 0,0877 + 0,003286X$	0,98
Lâminas de folhas novas	$Y = 0,1673 + 0,004591X$	0,97
Lâminas de folhas velhas	$Y = 0,1495 + 0,003891X$	0,99
Colmos + bainhas	$Y = 0,1119 + 0,031111X$	0,98
2º corte		
Lâminas de folhas não expandidas	$Y = 0,0631 + 0,001882X$	0,99
Lâminas de folhas novas	$Y = 0,1402 + 0,002432X$	0,98
Lâminas de folhas velhas	$Y = -0,029 + 0,003703X$	0,97
Colmos + bainhas	$Y = -0,3996 + 0,012987X$	0,94
Raízes	$Y = 0,0665 + 0,001863X$	0,89

De forma semelhante ao observado no primeiro corte, os colmos+bainhas, do segundo corte, também, apresentaram alta concentração de nitrato, principalmente nas doses 210, 330 e 450 mg de N kg⁻¹ de solo. Isto permite inferir que, em presença de maiores quantidades de nitrogênio no solo, este cultivar apresenta tendência de acumular nitrato nessa parte. Teores mais elevados de nitrato nos colmos + bainhas de Tânzania-1, em consequência da aplicação de nitrogênio, foram constatados por ABREU (1994). CRAWFORD *et al.* (1961) estudando o efeito da adubação nitrogenada em aveia, também, verificaram que o acúmulo de nitrato ocorreu nos colmos dessa gramínea, e o menor nos grãos, ficando as folhas em situação intermediária.

A concentração de nitrato nas raízes aumentou linearmente com as doses de nitrogênio (Quadros 7 e 8). Acréscimos de 90% na concentração de nitrato foi verificado quando se aumentou a dose de 330 para 450 mg kg⁻¹ de N. É provável que, em presença de maior quantidade de nitrogênio no solo, as raízes também possam funcionar como órgão de estocagem, embora o teor de nitrato nesse órgão tenha sido mais baixo que os encontrados nas outras partes da planta

Os valores SPAD nas lâminas de folhas não expandidas e nas lâminas de folhas novas, do primeiro corte realizado no Aruana (Quadro 9), variaram significativamente ($P < 0,01$) com as doses de nitrogênio de acordo com as equações $Y = 22,7 + 0,1375X - 0,00029X^2$ ($R^2 = 0,96$) com o ponto máximo de 235 mg de N kg⁻¹ de solo e $Y = 25,8 + 0,114X - 0,00021X^2$ ($R^2 = 0,96$) com ponto de máximo de 255 mg de N kg⁻¹ de solo, respectivamente. As

lâminas de folhas velhas tiveram seus valores linearmente aumentados com o incremento nas doses de nitrogênio segundo a equação $Y = 19,1 + 0,0603X$ ($R^2 = 0,95$). De modo geral, os mais altos valores foram obtidos para as lâminas de folhas novas, seguidas das lâminas de folhas não expandidas e, depois das lâminas de folhas velhas. Isso pode ser explicado pela redistribuição do N das folhas velhas para as novas em plantas deficientes desse elemento. Segundo MENGEL e KIRKBY (1987), esta redistribuição é feita às custas da hidrólise de proteínas das folhas velhas acompanhadas de colapso dos cloroplastos e declínio do conteúdo de clorofila.

No segundo crescimento, o valor SPAD, nas três partes amostradas, variou significativamente ($P < 0,01$) com as doses de nitrogênio (Quadro 10), atingindo valores máximos para lâminas de folhas não expandidas com a aplicação de 346 mg de N kg⁻¹ de solo ($Y = 16,6 + 0,1098X - 0,00015X^2$, $R^2 = 0,91$), para lâminas de folhas novas com 374 mg de N kg⁻¹ de solo ($Y = 19,1 + 0,1283X - 0,00017X^2$, $R^2 = 0,95$) e 389 mg de N kg⁻¹ de solo para lâminas de folhas velhas ($Y = 15,8 + 0,1230X - 0,00015X^2$, $R^2 = 0,97$).

Comparando-se os valores SPAD obtidos nas três partes amostradas no primeiro corte, nas doses de 0 e 30 mg de N kg⁻¹ de solo, com as obtidas na segunda amostragem, verificou-se uma redução de 35 e 21%; de 32 e 17% e 15 e 12%, respectivamente para lâminas de folhas não expandidas, lâminas de folhas novas e lâminas de folhas velhas, evidenciando que para essas doses o solo já não apresentava nitrogênio suficiente para garantir o segundo crescimento (Figura 2)

Quadro 9. Valores SPAD na parte aérea proveniente do primeiro corte do capim Aruana, em função das doses de nitrogênio. Médias de 8 repetições.

Trat.	Lâminas de folhas não expandidas	Lâminas de folhas novas	Lâminas de folhas velhas
mg kg ⁻¹	-----Valores SPAD-----		
0	20,6	23,6	17,8
15	25,8	28,2	20,9
30	27,0	30,3	20,8
60	31,3	32,5	23,1
120	35,2	35,2	28,3
200	36,8	38,6	28,7
300	38,2	39,7	38,0
Reg. Linear	**	**	**
Reg. Quadr.	**	**	Ns
CV (%)	7,0	6,1	8,2

** e ns = significativo a 1% de probabilidade e não significativo, pelo teste F

Quadro 10. Valores SPAD na aérea proveniente do segundo corte do capim Aruana, em função das doses de nitrogênio. Médias de 8 repetições.

Trat.	Lâminas de folhas não expandidas	Lâminas de folhas novas	Lâminas de folhas velhas
mg kg ⁻¹Valores SPAD.....		
0	13,4	16,0	15,2
30	20,3	23,5	18,4
60	25,9	28,8	23,3
120	28,9	34,2	31,5
210	31,8	35,6	32,7
330	33,3	40,3	38,4
450	35,3	43,2	39,7
Reg. Linear	**	**	**
Reg. Quadr.	**	**	**
CV (%)	7,7	5,2	6,7

** = significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F

resultando teores inadequados de nitrogênio total no capim (Quadros 3 e 4). Além disso, o capim apresentava todas as folhas cloróticas, havendo secamento da ponta para a base nas folhas velhas. Sintomas similares a esses foram descritos por WERNER (1971) para a deficiência de nitrogênio em Colônia

CONCLUSÕES

A aplicação de nitrogênio proporciona aumentos significativos na produtividade e qualidade do capim Aruana.

Independente das doses de nitrogênio aplicadas os colmos + bainhas sempre apresentaram as mais altas concentrações de nitrato. ,

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 Queiroz", 1994. 109p. Dissertação de Mestrado.

- ALMEIDA, D.L.; DE-POLLI, H.; PESSANHA, G.G. *et al.* Adubação nitrogenada nos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo. In: SANTANA, M.B.M. (Ed.) Adubação nitrogenada no Brasil. Ilheus: Sociedade Brasileira da Ciência do Solo; Centro de Pesquisa do Cacau, 1986. P.81-106.
- CORSI, M. Effects of nitrogen rates and harvesting intervals on dry matter production tillering and quality of the tropical grass *Panicum maximum* Jacq. Ohio, 1984, 125p. Thesis (Ph.D.) - Ohio State University.
- CRAWFORD, R.F.; KENNEDY, W.K.; JOHNSON, W.C. Some factors that affect nitrate accumulation in forages. *Agron. J.*, v.53, n.2, p.159-162, 1961.
- CRESPO, G.; FEBLES, G.; PEDROSO, D. *et al.* Effect of increasing of N on the yield and chemical composition of Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) and its influence on the mineral composition of bovine blood serum. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 13., Berlin, 1977. Berlin: Eakamie-Verlage, 1980. p.1487-1491.
- FERNANDES, M.S.; ROSSIELLO, R.O P. Aspectos do metabolismo e utilização do nitrogênio em gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DAS PASTAGENS, 1., Nova Odessa, 1985. Anais. Piracicaba, Potafós, 1986. P.93-123.
- GOMIDE, J.A.; COSTA, C.G.; SILVA, M.A.M.M. *et al.* Adubação nitrogenada e consorciação de capim-colonião e capim-jaraguá. I. Produtividade e teor de nitrogênio das gramíneas e das misturas. *R. da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.13, n.1, p.10-21, 1984.
- HOFFMANN, C.R. Nutrição mineral e crescimento da braquiária e do colonião, sob influência das aplicações de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre em latossolo da região noroeste do Paraná. Lavras, 1992. 204p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- MARTIN, W.E.; MATOCHA, J.E Plant analysis as an aid in the fertilization of forage crops. In: WALSH, L.M. e BEATON, J.D. (Ed). Soil testing and plant analysis. Madison: Soil Science Society of America, 1973. p.393-426.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A Principles of plant nutrition. Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.
- MINOLTA CAMERA Co. Manual for chorophyll Meter SPAD-502. Osaka, 1989. 22p.
- MONTEIRO, F. A Nutrição mineral e adubação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DAS PASTAGENS, 12., Piracicaba, 1995. Piracicaba: FEALQ, 1995. P. 219-244.
- MONTEIRO, F.A.; WERNER, J.C. Efeitos das adubações nitrogenada e fosfatada em capim-Colonião, na formação e em pasto estabelecido. *B. Indústr. Anim.*, Nova Odessa, v.43, n.1, p.91-101, 1977.
- NELSON, D.W; SOMMERS, L.E. Determination of total nitrogen in plant material. *Agron. J.*, v.65, n.1, p.109-112, 1973.
- QUEIROZ FILHO, J.L.; SAIBRO, J.C.; RIBOLDI, J. Efeito do nitrogênio e dos regimes de corte sobre o acúmulo de nitrato em gramíneas forrageiras perenes de produção estival. *R. da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.11, n.4, p.734-745, 1982.
- SANTOS, A R.; CORRÊA, B.D.; MONTEIRO, F.A Efeitos de níveis de nitrogênio sobre o rendimento de matéria seca, teor de nitrogênio e perfilhamento em *Panicum maximum* cv. Vencedor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., Viçosa, MG, 1995. Resumos expandidos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. V.2, p. 741-742.
- SCHEPERS, J.S.; FRANCIS, D.P.; VIGIL, M. *et al.* Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyllmeter reading. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v. 23, n. 17/20, p. 2173-2187, 1992.
- TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHEN, H. Análise de solos, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. 189p. (Boletim Técnico, 5).
- VICENTE-CHANDLER, J. Intensive grassland management in Puerto rico. *R. da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.2, n.2, p.173-215, 1973.
- WERNER, J. C. Estudos sobre a nutrição mineral e alguns capins tropicais. Piracicaba, 1971. 95p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz"; Universidade de São Paulo.
- WERNER, J.C. Adubação de pastagens. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49 p.

- WHITEHEAD, D.C. The role of nitrogen in grassland productivity. Berkshire: CAB, 1970. P. 202.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. Sistema de análise estatística para microcomputador. 1987, 130p.