

Efeito de duas fontes de nitrogênio na produção de matéria seca e proteína bruta no capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum)^{*1/}

JOSE RIBAMAR PEREIRA**, LUCIO O. BASTOS D'OLIVEIRA***

ABSTRACT

This experiment was carried out at the Mandacaru Experimental Station of The Superintendency of the São Francisco Valley located in Juazeiro, Bahia, Brazil. The purpose of this work was to evaluate the effect of two nitrogen sources, applied in different periods and in different levels, on the yield and crude protein content of elephant grass; also the, nitrogen recovery and residual effect.

The treatments consisted of four levels of nitrogen. 0, 240, 360 and 480 kg/ba of N applied as urea and ammonium sulfate. The fertilizers were added in three equal applications, after planting and after second and fourth clippings. Every treatment received 100 kg/ba of P₂O₅ in the form of simple superphosphate after each clipping.

For both nitrogen sources it was observed an increase of crude protein as the level of applied nitrogen increased. In all treatments the production with ammonium sulfate was higher than with urea. Residual effect of nitrogen was not observed in all the treatments. The production of the third and fifth cuttings, were smaller than the first one despite the fact they had received the same amount of N and P₂O₅. — The authors.

Introdução

AS plantas respondem diferentemente a níveis crescentes de nitrogênio devido a vários fatores como características genéticas, propriedades do solo, clima e disponibilidade de água. Tem sido observado, através de trabalhos realizados com plantas forrageiras por diversos pesquisadores, que a aplicação de doses crescentes de nitrogênio provoca um aumento na produção de matéria seca e percentagem de proteína bruta

(9, 15, 19). Com relação à resposta das plantas cultivadas ao nitrogênio aplicado nas formas de sulfato de amônio e uréia, os resultados tem sido bem diversos, dependendo de fatores como aeração do solo, clima, textura, umidade, capacidade de troca de cátions e técnica de aplicação (1, 3, 8, 13, 16). Estas diferenças entre sulfato de amônio e uréia no incremento da produção tem sido atribuído a perdas de nitrogênio por volatilização (1, 8, 11, 12). Em solos com pH alcalino as perdas de nitrogênio pode ser de importância econômica, alcançando até 50 por cento do nitrogênio adicionado ao solo (8, 11, 17). Em condições onde possa haver perdas de nitrogênio por volatilização, especialmente quando aplicado em cobertura nos solos alcalinos a uréia tem sido menos eficiente do que o sulfato de amônio como fonte de nitrogênio devido à rápida hidrólise da uréia a carbonato de amônio, que em meio alcalino se decompõe rapidamente liberando NH₃ (1, 12, 16, 17, 18).

* Recebido para publicação em Julho 15, 1975.

1/ Contribuição do Departamento de Recursos Naturais (DRN) da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e da Superintendência do Vale do São Francisco (SUVALE).

** Eng. Agr. M. S., Chefe do Laboratório de Solos e Água SUDENE/DRN - Petrolina - Pernambuco - Brasil.

*** Eng. Agr., Chefe da Estação Experimental de Mandacaru SUVALE - Juazeiro, Bahia, Brasil.

Os vertissolos do Médio São Francisco, localizados ao Norte do Estado da Bahia (Brasil), representam cerca de 40 por cento dos solos irrigáveis da região. A fonte de nitrogênio que vem sendo usada nestes solos para as diversas culturas irrigadas é o sulfato de amônio. Entretanto, existe a possibilidade de utilização da uréia, tendo em vista o menor preço do nitrogênio, aproximadamente 45 por cento mais baixo do que o nitrogênio do sulfato de amônio.

Considerando a causa anterior e a carência de informações a respeito da eficiência das diferentes fontes de nitrogênio, foi realizado este trabalho em um vertissolo sob irrigação, com a finalidade de comparar os efeitos de duas fontes de nitrogênio, sulfato de amônio e uréia, na produção e percentagem de proteína bruta do capim elefante e ainda determinar o efeito residual e a recuperação do nitrogênio adicionado, pelas plantas sob estas duas formas.

Materiais e métodos

O experimento foi realizado num vertissolo na Estação Experimental de Mandacaru da Superintendência do Vale do São Francisco (SUVALE), localizada em Juazeiro-Bahia. As características físicas e químicas do solo constam na Tabela 1.

O clima local de acordo com Hargreaves (10) é muito árido e segundo Köppen é Bsh'W semi-árido quente. A temperatura durante o ano varia de 23° a 28°C. Os meses mais quentes são outubro e novembro e os mais frios junho e julho. A diferença diária da temperatura varia em torno de 12°C. Há uma única estação de chuvas de novembro a abril com precipitação irregular. A precipitação média anual é de 443 mm. A umidade relativa média é de 67,8 por cento.

O experimento foi iniciado em 29.12.72 e concluído em 16.04.74. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de nitrogênio: 0, 240, 360 e 480 kg/ha de nitrogênio, nas formas de uréia e sulfato de amônio, utilizando-se um delineamento em blocos ao acaso com três repetições. Os diferentes níveis de nitrogênio foram aplicados a lanço nos sulcos em três aplicações iguais, logo após o plantio e depois do segundo e quarto cortes. Todas as parcelas, de 28 m² e contendo cinco sulcos distanciados 0,80 m, receberam 600 kg/ha de P₂O₅ na forma de superfosfato simples, que foi aplicado de seis vezes, em partes iguais após cada corte.

A irrigação foi feita sempre que 50 por cento da água disponível era consumida pelas plantas. O nível de umidade foi controlado por amostragem do solo.

Foram feitos seis cortes, o primeiro aos 90 dias e os demais espaçados de 75-78 dias. Depois de cada corte era retirada uma amostra do material de cada parcela que após seca em estufa a 70°C era moída para fins de análises químicas.

O nitrogênio total foi determinado, em cada amostra, pelo método de Kjeldahl (5) e a proteína bruta foi estimada através da multiplicação do teor de nitrogênio por 6,25.

A percentagem de recuperação do nitrogênio adicionado foi calculado individualmente para os cortes que receberam adubação nitrogenada. A fórmula usada foi a seguinte:

$$RN(\%) = \frac{Nf - Nt}{Na} \times 100$$

onde RN é a percentagem de recuperação de nitrogênio, Nf é a quantidade de nitrogênio retirado do solo pelo capim elefante nas parcelas adubadas, Nt é o nitrogênio retirado nas parcelas testemunhas, e Na é a quantidade de nitrogênio aplicado.

Resultados e discussão

Os resultados do uso de duas fontes de nitrogênio em diferentes níveis sobre a produção do capim elefante estão contidos na Tabela 2. Os resultados do primeiro corte mostram que a aplicação de doses crescentes de nitrogênio resultou em um aumento significativo na produção, contudo o sulfato de amônio foi mais eficiente em incrementar a produção do que a uréia. Informações semelhantes foram observadas em várias culturas por Power *et al.* (13, 14) e Blaster (2). O tratamento correspondente a 80 kg/ha de nitrogênio na forma de sulfato de amônio não diferiu significativamente dos tratamentos com 120 e 160 kg/ha de nitrogênio na forma de uréia. O incremento na produção de matéria seca devido a aplicação de 80, 120 e 160 kg/ha de nitrogênio em relação à testemunha foi respectivamente 4,5, 5,5 e 6,5 vezes para os tratamentos com sulfato de amônio e 3,3, 3,9 e 4,2 vezes para os tratamentos com uréia. No segundo corte a produção de matéria seca dos

Tabela 1.—Propriedades físicas e químicas do solo da área do experimento.

Prof. cm	pH(H ₂ O) 1:1	CEes mmhos/cm	Ca++	Mg++	Na+	K+	P ppm	N %	M.O. %	CO ₂ %	Arg %	Limo %	Areia %	Umidade	
			mg/100 g solo											0,3 atm %	15 atm %
0—30	8,0	0,32	27,3	6,8	0,18	0,34	1,7	0,04	0,94	3,3	63	12	25	30,2	17,4
30—60	8,1	0,35	27,5	7,6	0,20	0,26	1,5	0,04	0,80	4,0	60	13	17	31,5	17,8
60—90	8,0	0,41	26,1	6,3	0,37	0,18	1,6	0,04	0,62	4,3	61	13	26	32,2	18,1

Tabela 2.—Produção de capim elefante em função da fonte, quantidade e época de aplicação do nitrogênio.

Fonte do Nitrogênio	1ª aplicação de N kg/ha	1º Corte 16/3/73	2º Corte 5/6/73	2ª aplicação de N kg/ha	3º Corte 21/8/73	4º Corte 6/11/73	3ª aplicação de N kg/ha	5º Corte 24/1/74	6º Corte 16/4/74	Média
		M. seca t/ha	M. seca t/ha		M. seca t/ha	M. seca t/ha		M. seca t/ha	M. seca t/ha	
(NH ₄) ₂ SO ₄	0	2,82 a	1,64 a	0	1,45 a	1,07 a	0	1,52 a	1,45	1,66
	80	12,59 c	2,03 a	80	6,78 b	1,78 b	80	7,08 b	1,95	5,36
	120	15,76 d	2,36 b	120	8,33 cd	2,24 c	120	8,73 c	2,10	6,59
URÉIA	160	18,50 e	3,36 b	160	10,70 e	2,45 cd	160	10,94 d	3,25	8,20
	80	9,52 b	2,19 a	80	5,97 b	1,71 b	80	5,87 b	1,74	4,50
	120	11,00 c	2,49 b	120	7,26 bc	1,66 b	120	7,74 c	2,10	5,38
	160	11,97 c	3,33 b	160	9,67 de	2,50 d	160	8,60	2,56	6,44

Médias seguidas da mesma letra dentro da mesma coluna não diferem significativamente ao nível de 5 por cento de probabilidade de acordo com o teste de Duncan.

tratamentos, com exceção daqueles com 160 kg/ha de nitrogênio, na época do plantio, foram estatisticamente iguais à testemunha; isto significa que não houve efeito residual de nenhuma das duas fontes de nitrogênio.

No terceiro corte, em consequência da segunda aplicação de nitrogênio houve um aumento na produção de matéria seca em todos os tratamentos, contudo foi inferior ao observado no primeiro corte. Apesar dos resultados obtidos nos tratamentos com sulfato de amônio, para o mesmo nível de nitrogênio, terem sido mais altos do que no caso da uréia, as diferenças não foram estatisticamente diferentes. O incremento da produção que foi observado em função da aplicação de 80, 120 e 160 kg/ha de nitrogênio em relação a testemunha foi respectivamente 4,6, 5,7, e 7,3 vezes para os tratamentos com sulfato de amônio, e 4,1, 5,0 e 6,7 vezes para os tratamentos com uréia. As produções obtidas no quarto corte revelaram que praticamente não houve efeito residual da segunda aplicação de nitrogênio. Novamente as produções de matéria seca do quinto corte cresceram em função da terceira aplicação de nitrogênio, em uma sequência similar aos resultados do primeiro corte em relação às doses crescentes de nitrogênio. Nos tratamentos com sulfato de amônio as produções foram sempre mais altas do que com a uréia; contudo nem sempre foi estatisticamente diferente. O incremento da produção observado em função das doses crescentes de nitrogênio em relação à testemunha foi respectivamente, 4,7, 5,7 e 7,2 para o sulfato de amônio e 3,8, 5,0 e 5,7 vezes para a uréia nos níveis de 80, 120 e 160 kg/ha de nitrogênio. No sexto corte os resultados e a ordem de resposta foi semelhante ao segundo e quarto cortes.

Os resultados obtidos com a aplicação de nitrogênio no primeiro corte foram mais altos do que os resultados do terceiro e quinto cortes, isto considerando o mesmo tratamento, talvez devido a fatores climáticos, de acordo com vários pesquisadores citados por Guerrero *et al* (9).

Comparando-se os efeitos das duas fontes de nitrogênio sobre a média da produção de matéria seca dos seis cortes, verifica-se que o sulfato de amônio foi mais eficiente do que a uréia em incrementar a produção de matéria seca do capim elefante, para todos os níveis de nitrogênio, nas condições em que foi realizado este experimento.

A razão da maior eficiência do sulfato de amônio como fonte de nitrogênio deve ter sido consequência de uma maior perda de amônio por volatilização durante o processo de hidrólise da uréia. De acordo com diversos pesquisadores perdas de nitrogênio em quantidade apreciável tem ocorrido quando a uréia é colocada na superfície de solos neutros e alcalinos (3, 13, 14, 16).

O nitrogênio removido do solo pela parte aérea do capim elefante e a percentagem de proteína bruta foram influenciados de maneira bem definida pela quantidade, fonte e época de aplicação do nitrogênio (Tabela 3). A quantidade do nitrogênio removido no primeiro corte para o mesmo nível de nitrogênio foi mais alto nos tratamentos com sulfato de amônio. A média dos resultados dos tratamentos com uréia foi 65 por cento da média dos resultados com sulfato de amônio. No terceiro corte não houve diferença significativa entre os tratamentos com sulfato de amônio e uréia apesar da quantidade do nitrogênio removido nos tratamentos com sulfato de amônio ter sido mais alto para todos os níveis. No quinto corte a quantidade do nitrogênio removido foi superior nos tratamentos com sulfato de amônio para todos os níveis de nitrogênio aplicado ao solo. Considerando a média dos resultados, de cada fonte de nitrogênio, a uréia foi cerca de 75 por cento inferior ao sulfato de amônio. Tomando-se a média dos seis cortes, nota-se uma nítida vantagem do sulfato de amônio sobre a uréia para qualquer nível do nitrogênio aplicado ao solo. A quantidade total de nitrogênio removido por todos os tratamentos considerando os seis cortes foi superior ao nitrogênio

Tabela 3 — Quantidade do nitrogênio removido pelo capim elefante e percentagem de proteína bruta em função da fonte, quantidade e época da aplicação do nitrogênio

Fonte de N kg/ha	1º Corte		2º Corte		3º Corte		4º Corte		5º Corte		6º Corte		Média	
	kg/ha	P B %	kg/ha	P B %										
0	21,3 a	5,38	10,3 a	3,91	11,1 a	4,75	7,9 a	4,56	15,8 a	6,56	12,0 a	5,9	13,6	5,06
(NH ₄) ₂ SO ₄ 240	129,3 c	6,44	14,2 ab	4,38	64,4 bc	5,91	12,0 ab	4,37	106,9 c	9,44	17,9 b	5,75	57,5	6,05
360	208,1 e	8,25	18,2 bc	4,81	91,6 d	6,87	16,2 b	4,50	138,0 d	9,87	18,8 b	5,56	81,8	6,64
480	266,5 f	9,00	28,2 c	5,25	130,0 e	7,14	16,4 b	4,37	192,5 e	11,00	29,0 c	5,56	110,5	7,10
UREIA 240	99,0 b	6,50	16,8 bc	4,87	57,9 b	6,06	11,0 ab	4,00	70,1 b	7,50	14,8 ab	5,31	45,0	5,70
360	135,9 cd	7,69	21,1 cd	4,87	79,8 cd	6,87	11,0 ab	4,12	107,6 c	8,69	17,5 b	5,19	62,1	6,21
480	158,1 d	8,25	25,5 de	5,12	123,8 e	8,00	18,7 b	4,69	147,0 d	10,68	21,2 bc	5,19	82,4	6,99

* O nitrogênio foi dividido em três partes iguais e foi aplicado no plantio e após o segundo e quarto cortes.

Médias seguidas da mesma letra dentro da mesma coluna não diferem significativamente ao nível de 5 por cento de probabilidade de acordo com o teste de Duncan.

adicionado ao solo, porém inferior à quantidade presente no solo: natural mais o adicionado.

A recuperação do nitrogênio (Figura 1) foi mais alta em todos os tratamentos com sulfato de amônio, para todos os cortes precedidos de adubação nitrogenada. No primeiro corte houve uma maior recuperação do nitrogênio do que no terceiro e quinto cortes, havendo entretanto uma superioridade dos resultados do quinto corte sobre os resultados do terceiro. Considerando a recuperação do nitrogênio em relação a quantidade total de nitrogênio aplicado e a soma das produções dos seis cortes, observa-se que nos tratamentos com sulfato de amônio, independente da quantidade de nitrogênio aplicado, a percentagem de recuperação para 240, 360 e 480 kg/ha de nitrogênio foi respectivamente 110, 114 e 121 para o sulfato de amônio e 79, 87, e 86 para uréia. A causa da recuperação do nitrogênio nos tratamentos com sulfato de amônio ter ultrapassado a 100 por cento foi devido provavelmente a utilização pelas plantas de maior quantidade do nitrogênio contido no solo (0,04 por cento) e perdas do nitrogênio por volatilização ter sido menor do que da uréia.

Nos dados da Tabela 3, observa-se um aumento na percentagem de proteína bruta em função dos níveis crescentes de nitrogênio aplicado ao solo o que concorda com resultados observados por vários pesquisadores (9). Nos cortes que não foram precedidos de aplicação de nitrogênio o teor de proteína bruta foi bem mais baixo do que nos cortes que receberam adubação nitrogenada. Ainda no exame dos dados da Tabela 3, nota-se que houve uma diferença no teor de proteína bruta entre os cortes precedidos de adubação, considerando o mesmo tratamento, os teores mais altos foram observados no quinto corte vindo em seguida o primeiro e o segundo cortes. Comparando-se o efeito das duas fontes

de nitrogênio observa-se de acordo com os dados obtidos, uma tendência do sulfato de amônio em superar a uréia com relação ao teor de proteína bruta. De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que houve um incremento da produção de matéria seca e percentagem de proteína bruta à medida em que as quantidades de nitrogênio aplicado aumentavam. Com relação ao efeito da fonte de nitrogênio, o sulfato de amônio foi mais eficiente do que a uréia, no incremento da produção de matéria seca (Tabela 2), percentagem de proteína bruta e na recuperação de nitrogênio pela parte aérea do

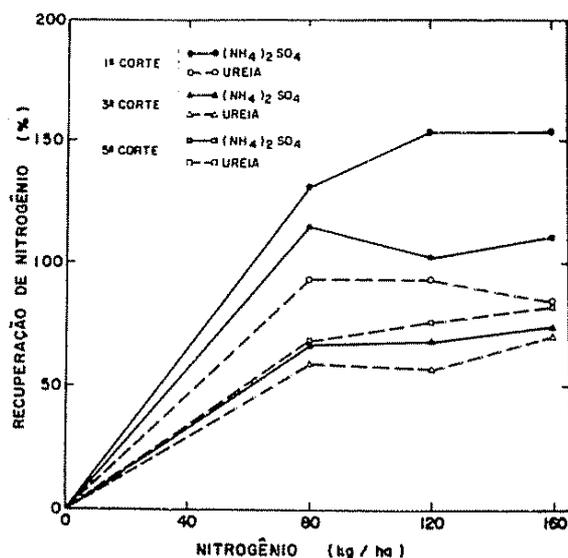


Fig 1 — Recuperação de nitrogênio pelo capim elefante em função de diferentes níveis e fontes de nitrogênio.

capim elefante (Tabela 3) A baixa eficiência da uréia como fonte de nitrogênio, nas condições em que foi realizado este experimento foi provavelmente devido a perdas de nitrogênio, por volatilização (13, 14, 16, 17). Existe a possibilidade de que a maior eficiência do sulfato de amônio como fonte de nitrogênio tenha sido consequência do enxofre contido neste fertilizante, mas isto seria difícil de comprovar, uma vez que após cada corte era aplicado em todas as parcelas 100 kg/ha de P_2O_5 na forma de superfosfato simples que contém este elemento.

Dos dados de produção de matéria seca pode-se concluir que não houve efeito residual para nenhuma das formas de nitrogênio usadas (Tabela 2)

As diferenças nos resultados de matéria seca e porcentagem de proteína bruta nos cortes que receberam adubação nitrogenada (1º, 3º e 5º) foi devido provavelmente a fatores de ordem climática uma vez que esta foi a única variável que estava fora de controle.

Literatura citada

- 1 BLACK, C. A. Soil Plant Relationships. New York, John Wiley & Sons, Inc. 1968. 792 p
- 2 BLASTER, R. E., STOKES, W. E., GLASSCOCK, R. S., e KILLINGER, G. B. The effect of fertilizers on the growth and grazing value of pasture plants. Soil Science Society of America Proceedings 8:271-275 1943.
- 3 BROADMENT, F. E., e NAKASHIMA, T. Plant uptake and residual value of six tagged nitrogen fertilizers. Soil Science Society of America Proceedings 32:388-392. 1968
- 4 BURTON, G. W., e DEVANE, E. H. Effect of rate and method of applying different sources of nitrogen upon the yield and chemical composition of bermudagrass. Agronomy Journal 44:128-132. 1952
- 5 CHAPMAN, HOMER D. e PRATT, F. PARKER. Methods of analysis for soil, plant and water. Riverside, University of California 1961. 309 p
- 6 FAO/PNUD. Survey of the São Francisco River Basin (Brazil). III. Water and power resources, irrigation requirement and drainage. Rome, FAO/PNUD. 1964 94 p
- 7 FEN, L. B. e KISSEL, D. E. Ammonia volatilization from surface applications of ammonia compounds on calcareous soils. I: General theory. Soil Science Society of America Proceedings 37:855-859. 1973.
- 8 FULLER, WALLACE H. Reactions of nitrogenous fertilizers in calcareous soils. Agricultural and Food Chemistry 11:189 193. 1963
- 9 GUERRERO, RICARDO, FASSBENDER, HANS W. e BLYDENSTEIN, JOHN. Fertilización del pasto elefante en Turrialba, Costa Rica. I. Efecto de dosis crecientes de nitrógeno. Turrialba 20:53-58. 1970
- 10 HARGREAVES, GEORGE H. Climate zoning for agricultural production in Northeast Brazil. Utah, Utah State University 1974. 6 p.
- 11 MARTIN, J. P. e CHAPMAN, H. D. Volatilization of ammonia from surface fertilized soils. Soil Science 71:25-34. 1951
- 12 OVERREIN, L. N. e MOE, P. G. Factors affecting urea hydrolysis and ammonia volatilization in soil. Soil Science Society of America Proceedings 31:57-61. 1967.
- 13 POWER, J. F., ALESSI, J., REICHMAN, G. A. e GRUNES, D. L. Effect of nitrogen source on corn and bromegrass production, soil pH and inorganic soil nitrogen. Agronomy Journal 64:341-344. 1972.
- 14 POWER, J. F. *et al.* Recovery, residual effects, and fate of nitrogen fertilizer sources in a semiarid region. Agronomy Journal 65:765-768. 1973
- 15 SCARSBROOK, C. E. Regression of nitrogen uptake on nitrogen added from four sources applied to grass. Agronomy Journal 62:618-620. 1970.
- 16 TERMAN, G. I. e HUNT, C. M. Volatilization losses of nitrogen from surface applied fertilizers, as measured by crop response. Soil Science Society of America Proceedings 28:667-672. 1964.
- 17 VOLK, G. M. Volatile loss of ammonia following surface applications of urea to turf or bare soils. Agronomy Journal 51:746-749. 1961.
- 18 WATKINS, S. H., STRAND, R. E., DeBELL, D. S. e ESCH Jr., J. Factors influencing ammonia losses from urea applied to North-western forest soils. Soil Science Society of America Proceedings 36:354-357. 1972
- 19 ZELAYA M., HARVEY e BAREA S., FRANCISCO. Fertilización nitrogenada en sorgo forrajero (*Sorghum vulgare*, Pers.) y su optimización económica. Turrialba 23:432-437. 1973.