

Assimilação de nitrogênio e acúmulo de fitomassa em plantas de capim elefante adubadas com urina bovina

N. Majerowicz^{*}, J. Azevedo Martuscello^{**}, D. de Noronha Figueiredo^{**}, R. de Araújo Gomes^{***}, e W. Costa da Cruz^º

Introdução

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Sch.) destaca-se das demais gramíneas forrageiras pela alta produtividade e pela qualidade da forragem (Botrel et al., 1994). Essa espécie possui boa adaptação climática e tem sido utilizada em larga escala por inúmeros produtores, tanto para corte mecânico, como em regime de pastejo (Santos et al., 2001).

A crescente dificuldade financeira para produção dos pequenos e médios pecuaristas, exige que sejam adotadas soluções que elevem a produtividade e/ou diminuam os custos de produção. Sabe-se que o nitrogênio e o fósforo são os nutrientes que mais limitam a produção das forrageiras (Martins e Fonseca, 1994). O nitrogênio (N) é um dos nutrientes exigidos em maiores quantidades pelas plantas (Marschner, 1995). A utilização de fertilizantes industriais, além de onerosa, pode promover uma série de riscos ambientais. A aplicação do esterco e da urina no solo, uma prática milenar entre produtores, vem sendo retomada por representar uma alternativa viável para a

redução de custos de produção e da contaminação ambiental gerada por dejetos e fertilizantes.

A urina de vacas pode conter 0.42 a 2.16 g/lit de N, com cerca de 70% presente na forma de uréia (Correia, 1976). No solo, a uréia é hidrolizada pela enzima urease, produzindo amônia que pode ser perdida por volatilização (Van Horn, 1996; Ferreira, 1995). Existem registros na literatura indicando que a magnitude de perdas pode variar entre 2% a 50 % do N depositado na forma de excretas (Haynes e Williams, 1993). A volatilização do N proveniente da uréia diminui com a acidificação do solo (Van Horn, 1995). Alguns estudos têm demonstrado que a urina bovina resulta em aumento de modo significativo na produção de massa seca da planta em relação ao controle não adubado (Ferreira, 1995; Ferreira et al., 2000a, 2000b). Cunha et al. (2001) demonstraram que a acidificação da urina bovina armazenada reduziu a perda de N por volatilização. A acidificação da urina pode ter uma aplicação prática importante para o produtor que pretenda utilizá-la. O processo de volatilização da amônia proveniente da uréia gera perdas de N expressivas nos solos. Entretanto, estas perdas por volatilização são menores em solos ácidos (Ferreira et al., 2000a) ou quando a urina armazenada é acidificada (Cunha et al., 2001). A maior retenção do nitrogênio na urina acidificada pode ter origem bioquímica (redução da atividade da urease) e físicoquímica

* UFRRJ – Depto de Ciências Fisiológicas, IB, Rod. BR 465, Km 7, CEP 23890-000, Seropédica, RJ - Brasil

** UFV – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. jazevedom@bol.com.br

*** UFRRJ – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

º UFRRJ – Graduação em Zootecnia

(favorecimento da forma iônica - NH_4^+ em relação à forma amoniacal - NH_3).

Objetivou-se com este estudo analisar o efeito da urina bovina in natura (pH 7) e da urina acidificada (pH = 5.8) no acúmulo de fitomassa e assimilação do N em plantas de capim-elefante. A hipótese a ser testada é a de que a urina bovina acidificada, quando aplicada ao solo, contribui com o aumento de fitomassa em plantas de capim-elefante.

Material e métodos

Plantas de capim-elefante cultivar (cv.) Mineiro, obtidas a partir de estacas oriundas do banco de germoplasma da Embrapa-CNPGL, foram cultivadas em casa de vegetação, em potes de 15 lt (17 kg de solo) contendo solo classificado como Podzólico Vermelho (Ramos et al., 1973). No plantio, o solo foi adubado com fósforo (superfosfato simples) e potássio (cloreto de potássio), de acordo com análise de fertilidade (pH em água = 5.8, Na = 0.08 meq/100 ml, Ca = 1.7 mmolc/dm³, Mg = 0.2 mmolc/dm³, P = 25 mg/dm³, K = 31 mg/dm³). Vinte e um dias após o plantio realizaram-se o desbaste e a adubação nitrogenada (30 mg/dm³). Os tratamentos, distribuídos no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, foram: controle sem adubação (C), urina in natura -pH 7 (UN), urina acidificada -pH 5.8 (UA) e uréia (U). A urina bovina foi coletada em baldes e obtida de vacas em lactação durante a ordenha. As vacas, com produção média de 12 kg/dia de leite foram mantidas em pastagem de *Brachiaria decumbens* e suplementadas com 1 kg de farelo de trigo por dia. Imediatamente após a coleta determinou-se o pH, sendo o mesmo corrigido com ácido acético para o tratamento UA. A urina foi armazenada a 10 °C em garrafas de plástico, com volume de 2 lt até a aplicação no solo o que ocorreu no dia seguinte à coleta. A aplicação do N foi realizada em solução aquosa, com a uréia e a urina dissolvidas em um volume de 100 ml. O primeiro corte ocorreu 60 dias após o plantio. Realizou-se, a seguir, uma nova adubação, idêntica à anterior (30 mg/dm³ de N), e o segundo corte

foi efetuado 42 dias após o primeiro corte. Todos os tratamentos com aplicação de N corresponderam à dose de 60 mg/dm³. Em ambos cortes o material foi separado em seus componentes botânicos (lâmina e colmo) e levado à estufa de secagem (75 °C por 72 h) para determinação da matéria seca (MS). Determinou-se também o número de perfilhos e folhas, a atividade in vivo da enzima nitrato redutase (NR) (Jaworski, 1971) e o teor de pigmentos fotossintéticos da terceira folha mais jovem (Lichtenthaler, 1987). As concentrações de N total de colmos e folhas foram determinadas segundo Tedesco et al. (1995), enquanto que a concentração de nitrato foi determinada segundo Cataldo et al. (1975). Para análise dos resultados utilizou-se o pacote estatístico SAEG (Euclides, 1990). Os resultados foram submetidos a análises de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5 %.

Resultados e discussão

Todos os tratamentos nitrogenados aumentaram o acúmulo de MS nas partes aéreas das plantas de capim-elefante (Figura 1), corroborando a afirmação de que essa espécie é responsiva à adubação nitrogenada (Gomide, 1993).

No primeiro corte, plantas adubadas com uréia apresentaram acúmulo de MS em folhas e colmos superior ao dos demais tratamentos. Ao mesmo tempo, a MS foliar das plantas tratadas com urina acidificada foi maior do que a encontrada nas plantas adubadas com urina natural. Ainda no primeiro corte, plantas adubadas com uréia e urina acidificada apresentaram maior número de perfilhos e folhas do que as plantas em ausência de adubação (Tabela 1).

De modo geral, há uma relação linear entre a MS total produzida por uma cultura e a radiação por ela interceptada. A radiação interceptada depende do índice de área foliar e portanto do número de folhas, perfilhos e do tamanho das folhas. Pode-se inferir a partir dos resultados que a acidificação da urina aplicada no solo favoreceu a assimilação do N

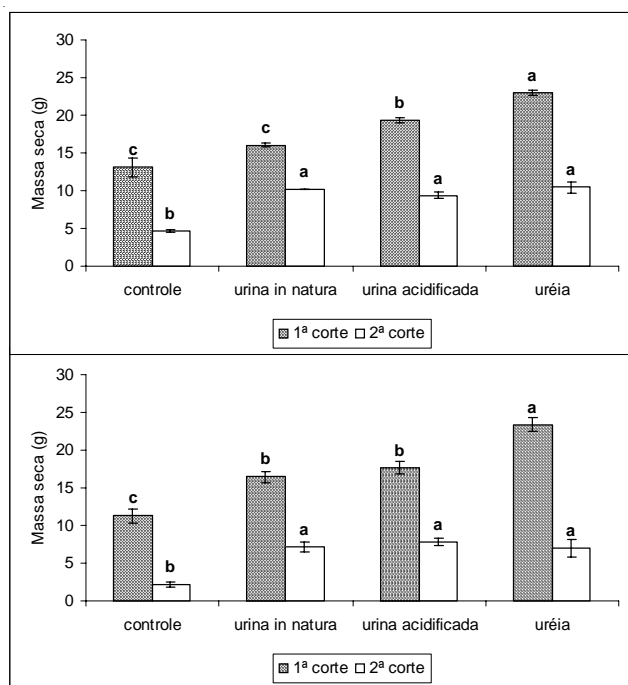


Figura 1. Massa seca em folhas (emcima) e colmos (abaixo) de capim-elefante cv. Mineiro supridas com formas de nitrogênio.

durante o estabelecimento das plantas de capim elefante. Liu et al. (2003) demonstraram a existência de um transportador de uréia em plantas dependente da disponibilidade de prótons. Possivelmente, uma pequena parte da uréia

poderia ser diretamente absorvida pelas raízes de *P. purpureum* em pH mais baixo.

No segundo corte, os valores de MS de folhas e colmos não diferiram entre os tratamentos nitrogenados, mas foram superiores aos valores do tratamento controle. Após a rebrotação, independente dos tratamentos, observou-se aumento do perfilhamento e do número de folhas das plantas de capim-elefante em relação ao primeiro corte (Tabela 1). Durante esta rebrotação, os tratamentos nitrogenados UA e U promoveram o aumento do número de folhas em comparação ao controle. No segundo corte, o número de perfilhos não diferiu entre tratamentos. Por outro lado, a menor relação lâmina:colmo foi observada no tratamento UA. Segundo Gomide (1997) a adubação promove aumento no rendimento forrageiro devido a maior eficiência fotossintética das folhas, intenso perfilhamento e alongamento do colmo, que por sua vez, determina alterações indesejáveis na qualidade da forragem pela diminuição da relação lâmina:colmo.

Embora tenha afetado o acúmulo de biomassa (Figura 1) a adubação nitrogenada não alterou a concentração de N na MS de folhas e colmos em ambos os cortes (Figura 2). As concentrações de N foram

Tabela 1. Características morfológicas de plantas de capim-elefante cv. Mineiro supridas com formas de nitrogênio (120 kg/ha).

	C	UN	UA	U
Primeiro corte				
Razão folha:colmo*	1.15 a	0.98 a	1.10 a	0.98 a
No. de folhas	33.75 b	42.75 ab	52.00 a	51.00 a
No. de perfilhos	4.50 b	7.00 ab	8.50 a	7.75 a
Segundo corte				
	C	UN	UA	U
Razão folha:colmo*	1.86 a	1.46 ab	1.20 b	1.55 ab
No. de folhas	74.00 b	99.50 ab	112.50 a	105.25 a
No. de Perfilhos	13.50 a	14.75 a	16.75 a	14.75 a

* massa seca da folha dividida pela massa seca do colmo.
 C - controle (sem adubação nitrogenada); UN - urina in natura = pH 7;
 UA - urina com pH acidificado = 5.8 e U - uréia

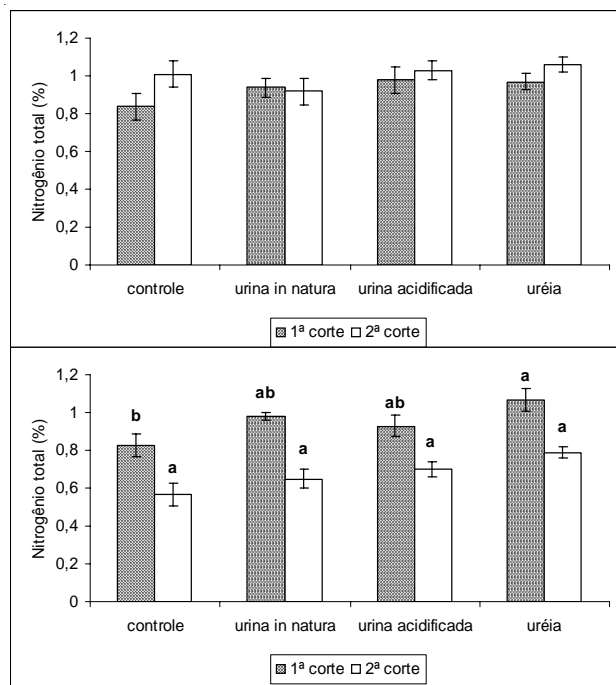


Figura 2. Nitrogênio total em folhas (emcima) e colmos (abaixo) de capim-elefante cv. Mineiro supridas com diferentes formas de nitrogênio.

semelhantes aos relatadas por outros autores (Botrel et al., 1994; Gonçalves e Costa., 1991; Queiroz Filho et al., 1998; Ribeiro et al., 1999; Santos et al., 2001). Plantas com metabolismo C_4 , como o capim-elefante (Passos et al., 1999), tendem a ser mais eficientes no uso do N do que as plantas de fotossíntese C_3 . Ou seja, mesmo acumulando menor concentração de N em seus tecidos fotossintéticos, são capazes de produzir maior quantidade de massa seca (Oaks, 1994). Em curvas de concentração crítica de N, obtidas para várias espécies, verificou-se que C_4 apresentam valores críticos inferiores ao das plantas C_3 , possivelmente devido ao menor conteúdo de proteínas forossintéticas. De modo geral, os colmos formados na rebrotação apresentaram concentração de N aproximadamente 30% inferior à observada nos colmos coletados no primeiro corte (Figura 2). Possivelmente, esta redução generalizada na concentração de N dos colmos pode estar relacionada à demanda de N associada ao maior perfilhamento e formação de folhas nesta fase (Tabela 1).

Em capim elefante existem genótipos capazes de produzir até 100 t/h de MS por ano, em solos com baixos teores de N, tendo-se detectado que a fixação biológica de N (FBN) pode contribuir significativamente para a nutrição de alguns genótipos, variando de 25% a 57% do N acumulado (Quesada, 2001). Isto talvez explique o fato do tratamento controle ter proporcionado condensação de N no tecido vegetal semelhante aos tratamentos com N.

A concentração de pigmentos fotossintéticos totais (clorofilas a, b e carotenóides) não foi afetada pela adubação nitrogenada, não servindo neste estudo, como variável indicadora de estado nutricional de nitrogenada das plantas. Em ambos os cortes, o conteúdo de NO_3^- dos tecidos foliares foi muito baixo, não tendo diferido entre tratamentos e controle (dados não mostrados). No primeiro corte, a atividade foliar da nitrato redutase (NR) foi mais elevada nas plantas adubadas com uréia do que UN e UA, não tendo sido observada diferença entre os demais tratamentos nitrogenados e o controle (Figura 3).

De modo generalizado e independente do tratamento, a atividade da NR atingiu valores aproximadamente 100% mais elevados nas folhas formadas após a rebrotação (sem diferença entre os tratamentos), em comparação com as folhas analisadas no primeiro corte. Estes resultados indicam que, nesta fase, houve aumento no potencial de assimilação de NO_3^- por unidade de área foliar e na planta, como um todo, tendo em vista o maior número de folhas formadas. A enzima NR está sujeita a uma regulação multifatorial atuando em diferentes níveis, incluindo transcrição, tradução, modificação pós-traducional reversível e 'turnover' protéico. A NR é um elo importante numa rede regulatória que conecta absorção, assimilação, uso do N assimilado em biossínteses e crescimento, sendo portanto regulada por sinais internos e ambientais. Neste estudo, a atividade da enzima NR foi afetada com maior intensidade pela fase de desenvolvimento (intensa rebrotação) do que pela disponibilidade do N

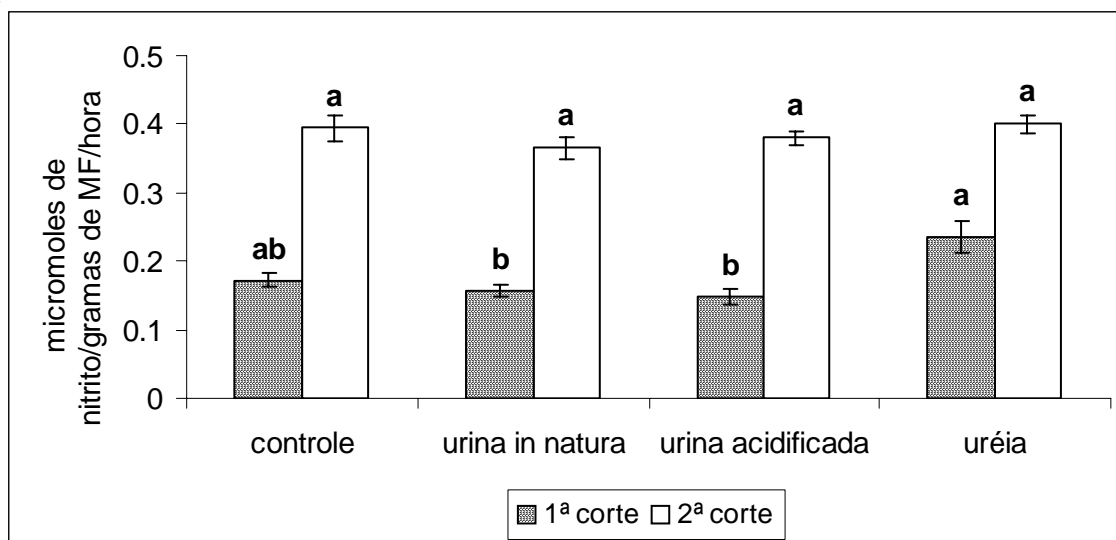


Figura 3. Atividade in vivo da enzima nitrato redutase em plantas de capim-elefante cv. Mineiro supridas com formas de nitrogênio.

no solo. Cabe ainda destacar que em nenhum dos tratamentos houve acúmulo de nitrato nos tecidos foliares. Isto sugere que os íons absorvidos pelas raízes e transportados para a parte aérea eram prontamente assimilados nas células fotossintéticas após serem absorvidos. Uma melhor compreensão sobre a assimilação do N seria obtida caso a concentração do nitrato e a atividade da NR também tivesse sido determinada nos tecidos radiculares das plantas de capim-elefante.

Conclusões

A uréia é a fonte de N mais eficaz para promover o crescimento do capim-elefante. A adubação com urina bovina acidificada promove, após a rebrotação acúmulo de massa foliar, aumento no número de folhas e perfilhos semelhantes àquele promovido pela uréia, caracterizando-se como uma fonte alternativa de N para *Pennisetum purpureum* cv. Mineiro. Por outro lado, as adubações nitrogenadas aplicadas não afetam a concentração de N na massa seca, bem como as concentrações de pigmentos fotossintéticos e de nitrato nos tecidos foliares.

Resumen

El reciclaje de nitrógeno en pequeñas propiedades ganaderas es importante para la reducción de costos y de la contaminación ambiental. La orina bovina es una fuente de nitrógeno sujeta a pérdidas por volatilización que son reguladas por factores como pH, temperatura y humedad del suelo. En el estudio se evaluó el efecto del pH en la disponibilidad de nitrógeno proveniente de orina bovina aplicada en un Podzol Vermelho (pH em água = 5.8, Na = 0.08 meq/100 ml, Ca = 1.7 mmolc/dm³, Mg = 0.2 mmolc/dm³, P = 25 mg/dm³, K = 31 mg/dm³). Veinte días después de un corte de uniformización se aplicaron 60 mg/dm³ equivalentes de N (120 kg/ha de N en dos cortes) en los tratamientos: control sin fertilizante, orina natural (pH = 7), orina con pH acidificado (pH = 5.8) y aplicación de urea, dispuestos en bloques completos al azar. En un promedio de dos cortes, en las plantas fertilizadas con orina acidificada la acumulación de MS foliar y el número de hojas fueron similares que en aquellas fertilizadas, lo que confirma a la urea como una fuente de N altamente aprovechable por el pasto elefante cv. Mineiro.

Abstract

Nitrogen recycling in small cattle farms is important for the reduction of costs and environmental contamination. Bovine urine is a source of nitrogen subject to losses by volatilization that is regulated by factors like pH, temperature and soil humidity. The effect of pH in the availability of nitrogen, coming from bovine urine applied to a Podzol Vermelho (pH in water = 5.8, Na = 0.08 meq/100 ml, Ca = 1.7 mmolc/dm³, Mg = 0.2 mmolc/dm³, P = 25 mg/dm³, K = 31 mg/dm³), was evaluated. Twenty days after a uniformization cutting, 60 mg/dm³ equivalent of N (120 kg/ha of N in two cuttings) were applied to the treatments: control without fertilizer, natural urine (pH = 7), urine with pH acidified (pH = 5,8) and application of urea, arranged in complete blocks at random. On an average of two cuttings, in the plants fertilized with acidified urine, the accumulation of foliar DM and the number of leaves were similar to the fertilized ones, which confirms that urea is a source of N highly utilizable by grass elephant Cv. Mineiro.

Referências

- Botrel, M. A.; Alvim, M. J.; e Martins; C. E. 1994. Avaliação e seleção de cultivares de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) para pastejo. Rev. Brasil. Zoot. 23:752-754.
- Cataldo, D. A.; Haroon, M.; Schrader, L.E.; e Youngs, V. L. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 6:71-80.
- Correia, D. A. 1976. Bioquímica animal. 1a. ed. Fundação Calouste Gulbenkian. 914 p.
- Cunha, D. N.; Martuscello, J. A.; Gomes, R. A.; e Majerowicz, N. 2001. Perdas de nitrogênio por volatilização em urina bovina. En: Jornada Iniciação Científica. Universidade Federal Rural de Rio Janeiro (UFRRJ). 11. Seropédica 2001. 11:11-12.
- Euclides, R. F. 1990. Sistema de análise estatística genética. Universidade Federal de Viçosa (UFV).
- Ferreira, E. A. 1995. Excreção de bovinos e as perdas de nitrogênio nas pastagens tropicais. Universidade Federal Rural de Rio Janeiro (UFRRJ). Dissertação Mestrado, 1995. 124 p.
- Ferreira, E.; Santos, J. C.; Oliveira, O. C.; Tarré, R.; Macedo, R.; Miranda, C.; Alves, B. J.; Urquiaga, S.; e Boddey, R. M. 2000. Recuperação do nitrogênio da urina de bovinos por pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens* Stapf. Prain. Fl., localizadas na região do cerrado de Campo Grande, MS. En: International Symposium Soil Functioning Under Pastures in Intertropical Areas. Brasília, 2000. Proceedings. Brasília.
- _____; Resende, C. P.; Galindo, L.; Resende, A.; Tarré, R.; Macedo, R.; Oliveira, O. C.; Alves, B. J.; Urquiaga, S.; e Boddey, R. M. 2000b. Recuperação do nitrogênio da urina bovina pela pastagem de *Brachiaria humidicola* (Rendle. Schw.) cultivada no sul da Bahia. En: Reunião Latinoamericana de Production Animal y Congreso Uruguayo de Produccion Animal. 3. Montevideo, Uruguay, 2000. Proceedings. Montevideo.
- Gomide, J. A. 1993. Produção de leite em regime de pasto. Rev. Brasil. Zoot. 22:591-613.
- Gonçalves, C. A. e Costa, N. L. 1991. Adubação orgânica, altura e frequência de corte de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Cameroon). Lavoura Arrozeira 44:27-29.
- Haynes, R. J. e Williams, P. H. 1993. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pastures ecosystem. Adv. Agron. 49:119-199.
- Jaworski, E. G. 1971. Nitrate reductase assay in intact plant tissues. Biochem. Biophysical Res. Comm. 43:1274-1279.

- Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Meth. Enzymol.* 148: 350-382.
- Liu, L.; Ludewig, U.; Frommer, W. B.; Wirén, N. 2003. AtDUR3 encodes a new type of high-affinity urea/H⁺ symporter in *Arabidopsis*. *The Plant Cell* 15:790-800.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2 ed. London Academic Press. 889 p.
- Martins, C. E. e Fonseca, D. M. 1994. Manejo de solo e adubação de pastagem de capim-elefante. En: Simpósio sobre Capim-Elefante, 2., Juiz de Fora. 1994. Anais. Coronel Pacheco. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Cnpq). p. 82-115.
- Oaks, A. 1994. Primary nitrogen assimilation in higher plants and its regulation. *Canadian J. Bot.* 72:739-750.
- Passos, L. P.; Carvalho, L. A.; Martins, C. E.; Bressan, M.; e Pereira, A. V. 1999. Biologia e manejo do capim elefante. Coronel Pacheco. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Cnpq). 229 p.
- Queiroz Filho, J. L.; Silva, D. S.; Nascimento, I. S.; Santos, E. A.; e Oliveira Filho, J. J. 1998. Produção de matéria seca e qualidade de cultivares de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.). *Rev. Bras. Zoot.* 27:262-266.
- Quesada D. M. 2001. Seleção de genótipos de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) para a alta produção de biomassa e eficiência da fixação biológica de nitrogênio (FBN). Universidade Federal Rural de Rio Janeiro (UFRRJ). Dissertação (Mestrado). 124 p.
- Ramos, D. P.; Castro, A. F. de; Camargo, M. N. 1973. Levantamento detalhado de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. *Pesqu. Agropec. Brasil.* 8: 1-27.
- Ribeiro, K. G.; Gomide, J. A.; e Paciullo, D. S. 1999. Adubação nitrogenada do capim elefante cv. Mott. 2. Valor nutritivo ao atingir 80 e 120 cm de altura. *Rev. Bras. Zoot.* 28:1194-1202.
- Santos, E. A.; Silva, D. S.; e Queiroz Filho, J. L. 2001. Composição química do capim elefante cv. Roxo cortado em diferentes alturas. *Rev. Bras. Zoot.* 30:18-23.
- Tedesco, M. J., Gianello, C.; Bissani, C. A.; Bohnen, H.; e Volkweiss, S. J. 1995. Análise do solo, plantas e outros materiais. 2a. ed. Porto Alegre, UFRGS, Departamento de Solos. 174 p.
- Van Horn, H. H. 1996. Atualização em manejo de esterco: estratégias para reciclagem de nutrientes evitando a poluição ambiental e recuperando seu valor fertilizante. En: Congresso Brasileiro de Gado Leiteiro, 2, Piracicaba, 1996. Anais. Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiros (FEALQ). p. 6-14.