

AMONIZAÇÃO SOBRE A COMPOSIÇÃO QUÍMICA E DIGESTIBILIDADE DA SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE

Fernanda Cipriano Rocha¹
Rasmo Garcia²
Acyr Wanderley de Paula Freitas¹
Fernando Salgado Bernardino¹
Gabriel Cipriano Rocha³

RESUMO

A pesquisa foi desenvolvida objetivando determinar os efeitos da aplicação de diferentes níveis de uréia (0, 2, 4 e 6%) sobre a composição química e digestibilidade *in vitro* da silagem de capim-elefante – cv. Napier colhido em avançado estado de maturidade. O delineamento foi inteiramente casualizado com três repetições. A preservação da silagem de capim-elefante, ocorreu nas doses de 2; 4 e 6% de uréia, enquanto no tratamento que não foi adicionada uréia, encontrou-se presença de bolores na parte superior dos silos. A amonização elevou o pH, e os teores de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens, sendo observada ponto de máximo de 5,98; 19,47% e 56,49% para o nível de 5,86; 4,84 e 4,46% de uréia. A adição de uréia até a dose de 6% promoveu redução de até 4,54 pontos percentuais (p.p) no teor de fibra em detergente neutro em relação ao tratamento controle. Não foi observada influência dos tratamentos nos teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido em relação ao nitrogênio total, fibra em detergente ácido, hemicelulose, celulose e lignina. A adição de 4% de uréia ao capim-elefante durante o processo de ensilagem melhorou a qualidade da silagem de capim-elefante.

Palavras chave: amônia, qualidade da forragem, uréia

ABSTRACT

AMMONIATION ON THE BROMATOLOGICAL COMPOSITION AND “IN VITRO” DIGESTIBILITY OF ELEPHANT-GRASS SILAGE

The research was developed with the objective of determining the effects of application of different urea levels (0, 2, 4 and 6%) on the bromatological composition and “in vitro” digestibility of the elephant-grass cv. Napier silage, harvested in an advanced stage of maturity. The experiment was completely randomized with three replications. The silage was best preserved at the doses of 2, 4 and 6% of urea, while in the treatment without urea the presence of mold was detected in the upper part of the silo. Ammoniation increased the silage pH, silage dry matter crude protein, and “in vitro” digestibility, with peaks of 5,98; 19,47% and 56,49% for urea levels of 5,86; 4,84 and 4,46%. The addition of 6% urea led to a reduction of up to 4,54 % in neutral detergent fiber level in relation to the control treatment. No influence of the treatments was observed in the levels of acid detergent insoluble nitrogen in relation to total nitrogen, acid detergent fiber, hemicelluloses, cellulose and lignin. The addition of 4% urea to elephant-grass during the ensilage process improved the quality of the silage.

Key Words: ammonia, forage quality, urea

¹ Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. E-mail: fernandacipri@yahoo.com.br

² Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. Bolsista do CNPq.

³ UFMT, Departamento de Zootecnia.

INTRODUÇÃO

Nos atuais sistemas de produção animal atribui-se grande importância à utilização do capim-elefante, quer seja na forma de pastejo, quer seja como reserva forrageira para corte, devido à sua alta produção de matéria seca e ao seu valor nutritivo. Tendo em vista o rápido crescimento do capim-elefante, bem como a sua produção concentrada no período das chuvas poderá haver acúmulo de massa verde, dando origem a material de baixa qualidade.

Com o avançar do estágio de crescimento, as plantas forrageiras sofrem mudanças em sua composição química e, conseqüentemente, no valor nutritivo. Os teores de fibra em detergente neutro, fibra detergente em ácido, celulose, hemicelulose, lignina e sílica aumentam com o avanço da idade da planta, reduzindo assim o valor nutritivo do capim-elefante. A principal razão parece estar relacionada com a redução na relação folha-caule, bem como na redução da digestibilidade dos componentes fibrosos da planta.

A melhoria do valor nutritivo de volumosos de baixa qualidade é possível por meio de tratamentos químicos como a amonização. Goto *et al.* (1993) observaram que o tratamento com amônia promoveu acesso dos microrganismos às células do parênquima e esclerênquima da palhada de cevada, aparentemente devido a uma alteração na fragilidade de uma camada mais fina e rígida que cobre a superfície interna da parede celular.

O aumento da flexibilidade dos tecidos de palhada amonizada demonstra que ocorrem mudanças na parede celular das células. Isso requer, por sua vez, uma modificação na maneira pela qual os polímeros na parede celular são organizados. A habilidade da amônia em quebrar as ligações éster, demonstrada pela liberação de ácido acético e ácidos fenólicos, leva a uma redução no número de ligações cruzadas envolvendo grupamentos éster, formados entre os polímeros da parede (1993).

Trabalhos de pesquisa, como por o de Sarmento *et al.* (1999) mostram que geralmente ocorre decréscimo nos teores de fibra em detergente neutro (FDN) devido à solubilização da hemicelulose, aumento no teor de proteína bruta (PB) e maior digestibilidade em função da amonização.

Apesar das vantagens da amonização, em muitas regiões as amônias líquida ou anidra não estão disponíveis, sendo de difícil aquisição e manuseio. Uma

alternativa é a utilização da uréia, um sólido cristalino produzido industrialmente a partir da amônia e do dióxido de carbono, e que contém 45% de nitrogênio e 280% de equivalente protéico, apresentando a propriedade de se hidrolisar facilmente em água formando a amônia, na presença da enzima urease. É um produto de alta disponibilidade no mercado, fácil transporte, apresenta baixos riscos de intoxicação, fácil manuseio e menor custo.

Reis *et al.* (1998), avaliando diferentes fontes de amônia para o tratamento de fenos de gramíneas tropicais, verificaram que a utilização de amônia anidra (3% na MS) e uréia (5,4% na MS) apresentaram a mesma eficiência em alterar a composição química dos fenos, resultando em aumento na digestibilidade.

O trabalho foi desenvolvido objetivando-se avaliar os efeitos da aplicação de diferentes níveis de uréia sobre a composição química e digestibilidade *in vitro* do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) – cultivar Napier em avançado estágio de maturidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. Utilizou-se o capim-elefante, cv. Napier em estágio de maturidade avançada, com aproximadamente 4 m de altura, 12 meses de idade, alta relação caule:folha e com presença significativa de material morto. A composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* do capim encontram-se no Tabela 1.

Tabela 1. Composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca do capim-elefante

Componentes	Composição (%)
Matéria Seca ¹	45,32
Proteína Bruta ¹	5,13
NIDA ²	12,96
Fibra Detergente Neutro ¹	78,02
Fibra Detergente Ácido ¹	44,11
Hemicelulose ¹	33,91
Celulose ¹	34,34
Lignina ¹	8,37
Carboidratos Solúveis ¹	4,15
Digestibilidade <i>in vitro</i> da Matéria Seca	40,02

¹ Dados na matéria seca

² Nitrogênio insolúvel em detergente ácido em relação ao teor de nitrogênio total

O capim foi colhido por corte manual no período da manhã e picado em máquina forrageira estacionária.

Deste material foram retiradas amostras para determinação do teor de matéria seca, utilizando-se de um forno microondas (NFTA), permitindo assim se calcular a quantidade de uréia a ser aplicada no material. Os níveis de uréia utilizados foram 0; 2; 4 e 6% com base na matéria seca.

Foram utilizados silos experimentais tipo PVC, medindo 75 cm de altura e 25 cm de diâmetro, dispostos em bancadas de madeira, em local aberto e cobertos com lona plástica para proteção contra chuvas. A uréia foi adicionada e homogeneizada de acordo com o enchimento dos silos, sendo a compactação feita manualmente, colocando-se 9,7 kg de capim em cada silo, procedendo-se em seguida o fechamento dos mesmos com tampas de madeira.

Após 60 dias de armazenamento, os silos foram abertos, sendo todo seu conteúdo retirado e colocado sobre uma lona para homogeneização. Para obtenção das amostras, retirou-se camada de 10 cm de silagem, descartando material com presença de bolores, homogeneizando o material. Em seguida foram coletadas duas amostras de cada unidade experimental. Uma foi acondicionada em sacos plásticos etiquetados e fechados com previa expulsão do ar, sendo em seguida, armazenada sob refrigeração. A segunda amostra foi utilizada "in natura" para análise de pH (Silva & Queiroz, 2002).

Com a finalidade de não perder nitrogênio proveniente da amonização, realizou-se a pré-secagem de todas as amostras por liofilização. Em seguida, procedeu-se a moagem dessas em moinho tipo "Willey" com malha de 1,00 mm de abertura. Após a moagem, as amostras foram colocadas em vidros, identificadas e armazenadas.

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV. Os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose e lignina e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foram determinados de acordo com os procedimentos descritos por Silva & Queiroz, (2002). Para determinação da DIVMS utilizou-se o método de duas etapas (96 horas de incubação), usando pepsina ácida conforme Tilley & Terry citados por Silva e Queiroz, (2002). Já os teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram determinados de acordo com os

procedimentos descritos por Licitra *et al.* (1996), sendo expressos como percentagem do nitrogênio total (NIDA/NT).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SAEG (Sistema de Análises Estatística e Genética), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (1997).

RESULTADO E DISCUSSÃO

As silagens de capim-elefante tratadas com uréia apresentaram coloração amarronzada, sendo mais intensa com o aumento dos níveis de uréia utilizados. Esta coloração é característica em forragens tratadas, conforme observado por Neiva *et al.* (1998). A mudança de cor é resultado da oxidação de grupos fenólicos ou da condensação da fração aldeído dos açúcares com bases nitrogenadas, via reação de "Maillard" (Klee & Vidal, 1986).

Por meio de observações visuais verificou-se ainda que a preservação da silagem de capim-elefante, ocorreu nas doses de 2; 4 e 6% de uréia, enquanto no tratamento que não foi adicionada uréia, encontrou-se presença de bolores na parte superior dos silos. Deschard *et al.* (1987), ao tratarem silagem de milho com 3,5% de NH_3 , observaram aumento no pH da silagem, queda na produção de ácido lático e etanol e inibição completa da fermentação clostrídica, resultados que confirmam os efeitos da amônia limitando a atividade microbiana.

Como pode ser visto na Figura 1, houve diferença ($P < 0,01$) para o valor de pH das silagens estudadas. A amonização elevou o pH das silagens sendo observada ponto de máximo de 5,98 para o nível de 5,86% de uréia.

A elevação do pH em silagens amonizadas é atribuída ao fato de a amônia ser uma base com alta capacidade tamponante, pois evita que a produção de ácido provoque queda acentuada do mesmo. Neiva *et al.* (1998) também encontraram aumento no pH em silagens de milho amonizadas. Embora o pH seja um indicativo de qualidade de silagens com alta umidade (65-70% de água), em silagens amonizadas a sua elevação não implica em pior qualidade. Em silagens convencionalmente produzidas, o pH elevado é indicativo de grande produção de ácidos mais fracos, como o butírico e o acético, que são oriundos de fermentações indesejáveis (Van Soest, 1994), enquanto em silagens amonizadas o pH elevado ocorre devido à ação da própria amônia.

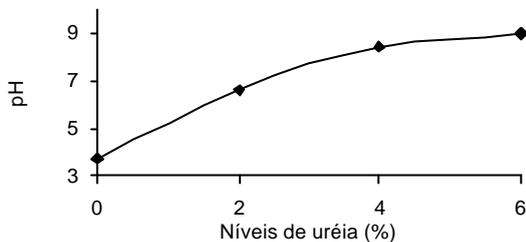


Figura 1. Valores estimados de pH da silagem de capim-elefante em relação aos níveis de uréia
* P<0,05 pelo teste

Os dados apresentados no Tabela 2 evidenciam que a adição de uréia aumentou (P<0,01) o teor de proteína bruta (PB) da silagem, sendo estimado o teor máximo de 19,47% PB para o nível de 4,84% de uréia. Os resultados referentes aos conteúdos de compostos nitrogenados têm sido observados como os mais consistentes nos trabalhos sobre amonização de volumosos; porém a magnitude deste aumento tem apresentado grande variação, o que pode ser atribuída a vários fatores como nível de amônia ou uréia utilizados, duração do período de amonização, temperatura ambiente, umidade do material, espécie, variedade e estágio de maturidade da planta (Garcia & Pires, 1998).

O aumento nos teores de PB pode ser explicado pela adição de nitrogênio não protéico (NNP), em doses crescentes, via amonização. O efeito positivo das doses de uréia sobre o teor de PB da silagem não significa que o ideal seja adicionar altas doses de uréia, fonte de NNP, pois extrapolaria as necessidades nutricionais dos ruminantes. No presente estudo, o nível mínimo de PB para o bom funcionamento do rúmen (7,0% PB) foi obtido com adição de 0,50% de uréia, com base na matéria seca, sendo este valor calculado a partir da equação de regressão (Tabela 2).

Tabela 2. Teores médios de proteína bruta e (PB) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido em relação ao teor de nitrogênio total (NIDA/NT) da silagem de capim-elefante amonizada

Item	Tratamentos				Equação de regressão
	0	2	4	6	
PB	4,71	12,08	21,06	17,90	$Y = 4,0257 + 6,3777x - 0,6583x^2$ (R ² =0,94)
NIDA/NT	16,49	5,47	4,99	9,79	$Y = 9,18$

Estes resultados confirmam os de Vilela & Eilkinson (1987) que ao amonizarem o capim-elefante ensilado com uréia observaram incremento no teor de

PB da silagem. Cândido *et al.* (1999), amonizando o bagaço de cana-de-açúcar com níveis crescentes de uréia também encontraram aumentos de 2,18 pontos percentuais no teor de PB para cada unidade de uréia adicionada.

Os teores de NIDA/NT (Tabela 2) não foram influenciados (P<0,05) pelo processo de amonização. Este resultado contrasta com diversos trabalhos reportados na literatura, que demonstram aumento no teor de NIDA como consequência da amonização (Rosa *et al.*, 1996). A importância do conhecimento do NIDA é justificada pelo fato do nitrogênio presente nesta forma permanecer indisponível para o animal (Van Soest, 1994). As baixas retenções de N fixado, na forma de NIDA, sugerem que a maior parte do N retido da amonização poderia estar disponível para a síntese de proteína microbiana no rúmen.

Pela análise dos dados do Tabela 3, nota-se que ocorreu redução (P<0,01) nos conteúdos de fibra em detergente neutro (FDN) em função do tratamento com uréia, confirmando os resultados da literatura. Contudo a amonização com uréia não provocou alterações significativas (P>0,01) nos teores de hemicelulose, fibra em detergente ácido (FDA), celulose e lignina (Tabela 3).

Tabela 3. Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose, fibra em detergente ácido (FDA), celulose e lignina da silagem de capim-elefante amonizada

Item	Tratamentos				Equação de regressão
	0	2	4	6	
FDN ¹	78,87	77,10	73,35	74,33	$Y = 78,517 - 0,8682x$ (r ² =0,88)
Hemicelulose ¹	29,72	27,16	27,31	27,76	$Y = 27,98$
FDA ¹	49,19	49,93	45,44	46,56	$Y = 47,78$
Celulose ¹	36,96	34,81	35,03	35,39	$Y = 35,55$
Lignina ¹	8,84	8,70	8,01	8,49	$Y = 8,51$

Valores expressos como percentagem da matéria seca total¹

A redução dos teores de FDN em resposta a amonização pode ser atribuída à diminuição nos conteúdos de hemicelulose em decorrência da hidrólise alcalina. Apesar de não ter ocorrido diferença significativa (P>0,05), pode-se observar uma tendência de diminuição no teor de hemicelulose. Com relação às doses de uréia adicionadas, verificou-se efeito linear negativo, ou seja, o aumento das doses de uréia implicou em diminuição dos teores de FDN.

A adição de uréia até a dose de 6% promoveu redução de até 4,54 pontos percentuais (p.p) no teor de FDN em relação ao controle, o que esta em concordância

com Cândido *et al.* (1999) que obtiveram redução de 4,3 p.p. dos teores de FDN do bagaço de cana com níveis de adição de uréia de até 4%. Rosa *et al.* (1998), obtiveram redução de 6,69 p.p. ao amonizarem o feno de braquiária com até 5,4% de uréia. Os diferentes efeitos na amonização encontrados na literatura estão não só relacionados aos níveis de uréia utilizados, mas pode também ser atribuída à qualidade do material utilizado. Paiva *et al.* (1995), amonizando palhada de milho – material de mais alto valor nutritivo que o capim amonizado neste experimento – com amônia anidra, observaram pequena redução nos teores de FDN.

Com relação aos teores de FDA, celulose e lignina os resultados encontrados na literatura têm sido variados, havendo uma tendência de se manterem constantes. Segundo Klopfenstein (1978), os produtos alcalinos, como a amônia solubilizam a hemicelulose e, normalmente, não promovem a hidrólise da celulose e da lignina. Aumentos nos conteúdos de FDA, celulose e lignina, normalmente, são em decorrência, provavelmente, do efeito de concentração causado pela diminuição de um ou mais constituintes da parede celular. Tem-se considerado, também, que parte do aumento dos teores de FDA e de lignina pode ser devido à reação tipo Maillard e, ou, à ligação do N adicional à lignina (Garcia e Pires, 1998).

A amonização utilizando uréia promoveu aumento significativo ($P < 0,01$) na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da silagem de capim-elefante, sendo estimado o teor máximo de 56,49% para o nível de 4,46% de uréia (Figura 2). Os aumentos na DIVMS observados nas silagens tratadas são bastante consideráveis, tendo em vista a baixa digestibilidade da silagem que não recebeu tratamento com uréia.

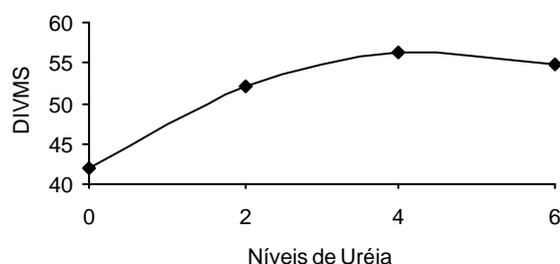


Figura 2. Valores estimados da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da silagem de capim-elefante em relação aos níveis de uréia * $P < 0,05$ pelo teste t.

O incremento observado na DIVMS se deve, provavelmente, às modificações na composição química da fração fibrosa, com a diminuição no conteúdo de FDN (Tabela 2) o que certamente disponibilizou carboidratos prontamente digestíveis para os microrganismos do rúmen. Associado a estas modificações, o aumento de nitrogênio disponível propicia melhores condições de desenvolvimento para as bactérias do rúmen o que aumenta a digestibilidade da forragem.

Aumentos na DIVMS, em função dos níveis de uréia, também foram encontrados por Cândido *et al.* (1999) ao amonizarem bagaço de cana-de-açúcar com uréia. Grotheer *et al.* (1986), observaram acréscimo de 13,3 unidades percentuais na DIVMS do feno de capim-bermuda, tratado com 3% de amônia anidra.

CONCLUSÕES

A adição de 4% uréia ao capim-elefante durante o processo de ensilagem influenciou na composição química das silagens, proporcionando aumento no teor de proteína bruta e na digestibilidade *in vitro* da matéria seca e redução no teor de fibra em detergente neutro.

REFERÊNCIAS

- Cândido MJD, Neiva JNM, Pimentel, Vasconcelos, RV, Sampaio, EM & Neto, JM (1999) Avaliação do valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia* 28(5): 928-935.
- Deschard G, Tetlow RM & Mason VC (1987) Treatment of whole crop cereals with alkali. 3. Voluntary intake and digestibility studies in sheep given immature wheat ensiled with sodium hydroxide, urea or ammonia. *Animal Feed Science Technology* 18:283-293.
- Fernandez LO, Reis RA, Rodriguez, LRA, CEDIC, IL & Manzan, RJ (2002) Qualidade do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf submetido ao tratamento com amônia anidra ou uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia* 31(3):1325-1332, Suplemento.
- Garcia R & Pires AJV (1998) Tratamento de volumosos de baixa qualidade para utilização na alimentação de ruminantes. In: Congresso Nacional dos Estudantes de Zootecnia, Viçosa. Anais... Viçosa: Departamento

- de Zootecnia – UFV, p.33-61.
- Goto M, Yokoe Y, Takabe L, Nisikawa S & Morita O (1993) Effects of gaseous ammonia on chemical and structural features of cell walls in spring barley straw. *Animal Feed Science Technology* 40: 207-221.
- Goto M & Yokoe Y (1996) Ammoniation of barley straw. Effect on cellulose crystallinity and water-holding capacity. *Animal Feed Science Technology* 58: 239-247
- Grotheer MD, Cross DL & Grimes, LW (1986) Effect of ammonia level and time of exposure to ammonia on nutritional and preservatory characteristics of dry and high-moisture coastal Bermuda grass hay. *Grass and Forage Science* 14: 55-65 .
- Klee GG & Vidal AV (1986) Efectos del tratamiento con amoniaco anhidro de la paja de trigo en los aumentos de peso y consumo del novillos holandeses. *Agricultura Técnica Chile* 46(1): p.3-8.
- Klopfenstein T (1978) Chemical treatment of crop residues. *Journal of Animal Science* 56(3): 841-848.
- Licitra G Hernandez TM & Van Soest PJ (1996) Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science Technology* 57(4): 347-358.
- National Forage Testing Association – Nfta. Single step total dry matter determinations. www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/agp/agpc/gp (01/03/2000).
- Neiva JN, Garcia R, Valadares Filho SC, Pires, AJV, Pereira, OG, Silva, HA. (1998) Características químicas da silagem e do rolão de milho amonizados. *Revista Brasileira de Zootecnia* 27(3):46-645.
- Paiva JAJ, Garcia R, Queiroz AC & Regazzi, AJ (1995) Efeitos dos níveis de amônia anidra e períodos de amonização sobre os teores dos constituintes da parede celular na palhada de milho (*Zea mays* L.). *Revista Brasileira de Zootecnia* 24(5):683-692.
- Reis AR, Rodrigues LR de A & Ruggieri AC (1998) Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de fenos de gramíneas tropicais. In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 35, Anais... Botucatu.
- Rosa B, Reis RA & Resende KT de (1998) Valor nutritivo do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk submetido a tratamento com amônia anidra ou uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia* 27(4): 815-822.
- Sarmiento P, Garcia R, Pires AJV & Nascimento, A (1999) Tratamento do bagaço de cana-de-açúcar com uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia* 28(6): 1203-1208.
- Silva DJ & Queiroz AC (2002) Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG, UFV, Imprensa Universitária, 235p.
- Universidade Federal de Viçosa - UFV. (1997) SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 7.1. Viçosa, MG. 150p. (Manual do usuário).
- Van Soest PJ & Manson VC (1991) The influence of Maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feed. *Animal Feed Science Technology* 32(1/3): 45-53.
- Vilela D & Eilkinson JM (1987) Efeito do emurhecimento e da adição da uréia sobre a fermentação e digestibilidade “in vitro” do capim-elefante (*P. purpureum*, Schum) ensilado. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia* 16(6): 550-562.

Aceito para publicação em 16/11/2005