

Características fermentativas e químicas de silagens de capim-elefante contendo subproduto da mandioca¹

Fermentative patterns and chemical composition of Elephant-Grass silages with cassava by-product

Raylon Pereira Maciel², José Neuman Miranda Neiva³, Rafaela Carneiro Oliveira², Vera Lúcia de Araújo⁴ e Raimundo Nonato Braga Lôbo⁵

Resumo: O experimento foi desenvolvido objetivando avaliar as características fermentativas e químicas de silagens de capim-elefante contendo níveis crescentes (0; 5; 10; 15 e 20%) do subproduto da mandioca - SM com base na matéria natural do capim-elefante em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Utilizaram-se 20 silos de PVC com 100 mm de diâmetro e 350 mm de comprimento. Após 39 dias os silos foram abertos e coletadas amostras das silagens para determinação de teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemiceluloses (HC), lignina (LIG) e valores de pH das silagens. No nível de adição de 7,1% de SM, as silagens alcançaram o conteúdo ideal de MS (30-35%) indicada para a ocorrência de um bom processo fermentativo. O nível mínimo de 7% de PB não foi alcançado em nenhum nível de adição de SM. Teores de FDN, FDA e CEL apresentaram decréscimo com adição do SM. Em todos os níveis de adição de SM, as silagens se mantiveram dentro da faixa ideal de pH para silagens bem conservadas (3,8-4,2). Concluiu-se que o subproduto da mandioca pode ser utilizado como aditivo na ensilagem de capim-elefante no nível de até 20% pois melhora a fermentação e a composição química das silagens.

Palavras-chave: Aditivos. Conservação de forragem. Manihot esculenta. Pennisetum purpureum.

Abstract - The aim of this work was to evaluate the elephant grass silage nutritive value with increasing levels (0; 5; 10; 15 and 20%) of by-product of the cassava - SM in relation to the grass fresh matter. It was used a complete randomized design with four replications. 20 PVC silos have been used, each one having 100 mm in diameter and 350 mm in length. After 39 days the silos were opened, silage samples were collected samples for determination of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral fiber detergent (NDF), acid fiber detergent (ADF), cellulose (CEL), hemicelluloses (HC), lignin contents (LIG) and silages pH values. In the level of 7,1% of SM addition, the silages reached the suitable dry matter content (30-35%) to occur a good fermentative process. The minimum level of CP (7%) was not reached in any level of SM. The FDN, FDA and CEL levels decreased with SMD addition. In all the levels of SM addition, the silages have been kept under appropriate pH values to well conserved silages (3,8-4,2). The SM addition up to the 20% level (on a grass fresh matter basis) at the elephant grass ensiling sponsored a good fermentative pattern and a better silage chemical composition.

Key words: Additives. Forage conservation. Manihot esculenta. Pennisetum purpureum.

¹ Recebido para publicação em 22/06/2007; aprovado em 30/10/2007

Trabalho desenvolvido com apoio do CNPq e UFT

² Estudante de Zootecnia, Bolsista de Iniciação Científica do CNPq, EMVZ-UFT, raylon@uft.edu.br

³ Zootecnista, D. Sc., Prof. da Universidade Federal do Tocantins, Bolsista do CNPq; araguaia2007@gmail.com

⁴ Méd. Veterinária, D. Sc., Bolsista DTI-CNPq, Universidade Federal do Tocantins; veraluciaaraujo@yahoo.com

⁵ Méd. Veterinário, D. Sc., Pesquisador da Embrapa-Caprinos, Bolsista do CNPq, lobo@cnpc.embrapa.br

Introdução

A época da seca é o período crítico do ano para a pecuária, quando as condições climáticas são menos favoráveis para o desenvolvimento das pastagens, principal alimento dos animais ruminantes da região norte do país. Conseqüentemente, há um menor desenvolvimento, com perda de produtividade e até prejuízo ocasionado pela perda de peso dos animais.

A conservação dos excedentes de volumosos do período chuvoso, bem como o cultivo de capineiras, apresenta-se como solução para amenizar a perda de produtividade nesse período de escassez. Nesse sentido, a ensilagem apresenta-se como uma prática de conservação de forragens que pode ser utilizada no intuito de suprir o déficit de alimentos na época seca do ano.

Entre as forrageiras utilizadas para corte e fornecimento no cocho ou para ensilagem, o capim-elefante (*Pennisetum Purpureum* Schum) tem se destacado devido à sua facilidade de implantação, vigor e elevada produtividade, estando presente em todas as regiões do Brasil. Foi introduzido no país em 1920, sendo, inicialmente, utilizado como capineira para fornecimento como verde picado ou como forragem conservada sob a forma de silagem ou feno e, posteriormente, para pastejo (DEREZ et al., 1994; DESCHAMPS, 1997).

Segundo Silveira (1976), o capim-elefante se destaca pela elevada produção de matéria seca/ha podendo chegar a 60 t ha⁻¹, com 9-12% de PB, 57-62% de FDN, 55-59% de digestibilidade. Porém, quando destinado à produção de silagem, possui algumas limitações, como elevada umidade, baixo teor de carboidratos solúveis e elevado poder tampão.

De acordo com McCullough (1977), para um bom processo fermentativo o teor de umidade deve estar entre 66 e 72%, no máximo, os carboidratos solúveis em torno de 12%, além do baixo poder tampão, a fim de não oferecer resistência à redução do pH para valores entre 3,8 e 4,2.

Uma maneira de minimizar essas limitações do capim-elefante seria o uso de materiais com alto teor de MS incorporado à forragem no momento da ensilagem, garantindo ao material melhores condições para a fermentação e, conseqüentemente, melhorando o processo fermentativo.

Do processamento de grande variedade de culturas para a produção de alimentos, é gerada, anualmente, no Brasil, grande quantidade de subprodutos agroindustriais, alguns restritos a determinadas regiões e outros facilmente encontrados em todo o país. No entanto, o uso desses subprodutos como ingredientes na ali-

mentação animal é restrito, visto o desconhecimento de suas características nutricionais e econômicas, tornando-se apenas agentes poluidores.

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de mandioca, com produção anual estimada em 27 milhões de toneladas, com destaque para a região Norte do país com um volume de produção de pouco mais de 7 milhões toneladas em uma área plantada de 453.198 ha (IBGE, 2006). Apesar de não existirem dados absolutos a respeito da quantidade de resíduos produzidos a partir da industrialização farinheira, sabe-se que cerca de 10 a 15% da mandioca total utilizada na fabricação da farinha é eliminada na forma de resíduos (CALDAS NETO et al., 2000).

Do processamento industrial para produção de farinha e extração do amido, obtém-se um subproduto de aspecto grosseiro por conter o material mais fibroso da raiz, porém com razoável teor de amido e, conseqüentemente, bom potencial para ser utilizado na ensilagem do capim-elefante.

Com o presente trabalho objetivou-se avaliar os efeitos dos crescentes níveis de adição do subproduto da mandioca sobre as características fermentativas e químicas de silagens de capim-elefante.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins no município de Araguaína - TO.

O capim-elefante foi cortado manualmente, rente ao solo, aos 100 dias de idade e processado em picadora estacionária em partículas de tamanho de 2,0 a 3,0 cm. Em seguida, sofreu homogeneização para garantir uniformidade do material ensilado. O subproduto utilizado foi obtido após a segunda peneiragem do processamento da mandioca para a produção de fécula da Agroindústria Agromaster, localizada na cidade de Araguaína - TO e desidratado ao sol por três dias até atingir nível de umidade inferior a 15%. Antes de ser ensilado, o subproduto da mandioca foi triturado em moinho tipo martelo com peneira de 5 mm. A composição químico-bromatológica do capim-elefante e do subproduto da mandioca, antes da ensilagem, encontra-se na Tabela 1.

Foram avaliados cinco níveis de adição do subproduto da mandioca (0; 5; 10; 15 e 20%) na ensilagem do capim-elefante em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica do capim-elefante e do subproduto da mandioca (SM) com base na matéria seca (MS)

Variáveis	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	CEL (%)	HC (%)	LIG (%)
Capim-elefante	28,03	4,84	69,50	40,95	35,88	29,15	4,43
SM	88,72	1,04	44,61	23,02	19,26	21,59	3,73

O capim-elefante e o subproduto foram misturados e ensilados em 20 silos experimentais de PVC com 100 mm de diâmetro e 350 mm de comprimento. O material foi compactado manualmente nos silos utilizando-se soquete de madeira, de modo a atingir densidade de 600 kg m⁻³. Os silos foram imediatamente fechados com tampas de PVC dotadas de válvula tipo *Bunsen* e colocados em local arejado e à sombra.

Após 39 dias de fermentação, os silos foram abertos, sendo as partes deterioradas descartadas. O material foi homogeneizado e, em seguida, amostrado para posteriores análises químico-bromatológicas. As amostras foram pesadas e submetidas à estufa de ventilação forçada a 60-65 °C durante 72 horas para determinação da matéria pré-seca. Após a pré-secagem, as amostras foram moídas a 1 mm e armazenadas em recipientes fechados para posterior determinação dos teores de MS a 105 °C, FDN, FDA, CEL, HC, LIG. Para a avaliação do pH, foram pesadas 9 g da silagem fresca em Becker de 250 mL, a qual foram adicionados 60 mL de água destilada e, depois de transcorridos 30 minutos, mediu-se o pH com auxílio de potenciômetro digital. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório da Embrapa Caprinos em Sobral – CE, segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

Para avaliação dos resultados, foram realizadas análises de variância e regressão. A adoção ou não de um modelo baseou-se na significância do coeficiente linear, quadrático e cúbico, utilizando-se o teste “t”, de Student ao nível de 5 e 1% de probabilidade. Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas, utilizou-se o procedimento GLM do programa estatístico SAS (SAS, 1991).

Resultados e Discussão

As equações de regressão, bem como as médias referentes aos parâmetros analisados podem ser vistas na Tabela 2. A adição de subproduto da mandioca proporcionou aumento nos teores de MS das silagens ($P < 0,01$), com elevação de 0,65 pontos percentuais a cada 1% de

adição de subproduto da mandioca. De acordo com a equação de regressão, a adição de 7,1% de subproduto da mandioca elevou o teor de MS para 30%, nível mínimo para que ocorra adequado processo fermentativo, segundo McDonald (1981). Esse resultado supera os obtidos por Pompeu et al. (2006) e por Gonçalves et al. (2004) trabalhando com adição do subproduto do abacaxi e goiaba, respectivamente, em silagens da mesma gramínea.

O elevado teor de matéria seca do subproduto da mandioca (Tabela 1) contribuiu para o aumento da matéria seca das silagens, funcionando, portanto, como um eficiente aditivo para forragens com elevado teor de umidade, criando condições propícias para ocorrência de boa fermentação, inibindo o desenvolvimento de bactérias indesejáveis (*Clostridium*) produtoras de ácido butírico e outros produtos que diminuem os aspectos qualitativos das silagens.

Para os teores de PB, observou-se diminuição nos teores desse nutriente quando se adicionou o subproduto da mandioca ($p < 0,01$). Para cada 1% de adição de subproduto da mandioca, observou-se diminuição de 0,07% pontos percentuais nos teores de PB. Esses resultados diferem dos relatados por Pompeu et al. (2006). Trabalhando com subproduto do abacaxi e do maracujá, observaram elevações nos teores protéicos das silagens de capim-elefante, atingindo teores superiores a 9% de PB. É importante salientar que, para um bom funcionamento ruminal, é necessário que o teor de PB da dieta seja de no mínimo 6% (VAN SOEST, 1994). No presente estudo todas as silagens apresentaram teores de PB inferiores aos supracitados.

Gonçalves et al. (2004) e Sá et al. (2007), trabalhando com os subprodutos da goiaba e manga, respectivamente, não obtiveram o nível mínimo de PB (6% na MS) mesmo com adição de 20% de subproduto, porém foram observadas elevações nos teores de PB nas silagens. Essa diminuição dos teores protéicos das silagens com adição do subproduto da mandioca se justifica pelos baixos teores (1,04% e 4,84% na MS) de PB apresentados, respectivamente, pelo capim-elefante e o subproduto da mandioca no momento da ensilagem.

Tabela 2 - Valores médios dos teores de MS, PB, FDN, FDA, CEL, HC, LIG, pH e equações de regressão das silagens de capim elefante com níveis crescentes de subproduto da mandioca

Variáveis	Níveis					Equações de regressão
	0%	5%	10%	15%	20%	
MS	25,80	28,31	31,58	35,06	38,64	$Y = 25,39 + 0,65x$ $R^2 = 0,98$
PB	4,60	4,00	3,42	3,48	3,20	$Y = 4,41 - 0,07x$ $R^2 = 0,71$
FDN	71,63	66,73	63,14	59,22	56,79	$Y = 70,94 - 0,74x$ $R^2 = 0,94$
FDA	43,46	41,27	39,54	37,22	35,88	$Y = 43,31 - 0,38x$ $R^2 = 0,88$
CEL	38,55	36,42	33,80	32,19	31,34	$Y = 38,19 - 0,37x$ $R^2 = 0,93$
HC	28,17	25,46	23,47	21,98	20,91	$Y = 27,60 - 0,36x$ $R^2 = 0,92$
LIG	4,90	4,94	5,07	5,00	4,63	$Y = 5,00$
pH	3,93	3,88	3,86	3,89	3,89	$Y = 3,91$

Quanto ao teor de FDN, observou-se redução no seu nível com adição do subproduto da mandioca ($P < 0,01$). A redução foi de 0,74 pontos percentuais para cada 1% de adição, ou seja, 14,8 unidades percentuais com adição de 20% de subproduto da mandioca. As reduções nos teores de FDN das silagens, para cada 1% da adição do subproduto da mandioca (0,74 pontos percentuais), foram superiores àquelas obtidas por Gonçalves et al. (2006) e Pompeu et al., (2006), utilizando o subproduto da semente do urucum (0,64 pontos percentuais) e subproduto do abacaxi (0,35 pontos percentuais), respectivamente, como aditivo na ensilagem do capim-elefante.

Alimentos de baixa digestibilidade podem reduzir a ingestão de matéria seca (IMS), em decorrência da baixa taxa de desaparecimento ruminal e passagem pelo trato gastrointestinal. A fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), em virtude das baixas taxas de degradação, é considerada o constituinte dietético primário associado ao efeito do enchimento (NRC, 2001). De acordo com estudos realizados por Resende et al. (1994), decréscimos na quantidade de FDN da ração proporcionam aumentos na ingestão de MS, portanto, o resultado do presente estudo é satisfatório.

Os teores de FDA das silagens contendo 20% de subproduto de mandioca foram reduzidos na ordem de 7,6 unidades percentuais quando comparadas com as silagens exclusivas de capim-elefante ($P < 0,01$). A diminuição nos teores de FDA das silagens foi de 0,38 pontos percentuais para cada 1% de adição de subproduto da mandioca. Pompeu et al. (2006) observaram reduções nos teores de 0,66 pontos percentuais nos teores de FDA das silagens de capim-elefante com adição do subproduto do abacaxi e

elevações de 0,43 pontos percentuais nos teores de FDA quando adicionou o subproduto do melão às silagens de capim-elefante.

A diminuição nos teores de FDA é uma boa indicação de melhoria no valor nutritivo das silagens, já que existe uma correlação negativa entre os teores de FDA e a degradabilidade do alimento, ou seja, com redução nos teores de FDA ocorre aumento da digestibilidade da MS (VAN SOEST, 1994).

Os teores de lignina não foram influenciados pelos níveis de adição do subproduto da mandioca ($P > 0,05$). Como os teores de lignina do subproduto da mandioca (3,73%) e do capim-elefante (4,41%), no momento da ensilagem, estavam próximos, o resultado obtido. Já era esperado. Ferreira (2005) obteve redução linear de 0,2 pontos percentuais e aumento de 0,71 pontos percentuais nos teores de lignina das silagens de capim-elefante para cada 1% de adição dos subprodutos do abacaxi e da acerola, respectivamente.

Minson (1990) ressaltou que os teores de FDN, FDA e lignina agem de forma negativa na digestibilidade e, conseqüentemente, no consumo. Desse modo, através dos resultados obtidos, pode-se considerar o subproduto da mandioca como uma alternativa alimentar para ruminantes por proporcionar redução em alguns constituintes da fração fibrosa das silagens.

O nível de CEL também foi reduzido com adição do subproduto da mandioca ($P < 0,01$). O valor inferior de CEL apresentado pelo subproduto da mandioca (19,26% na MS) possivelmente foi responsável por esses decréscimos, já que o capim-elefante apresentava, no momento da ensilagem, teor superior desses componentes (35,88%) na MS.

A redução observada foi de 0,37 pontos percentuais para cada 1% de subproduto da mandioca adicionado. A redução da CEL com adição do subproduto da mandioca acompanha os dados referentes à FDA, visto que a CEL corresponda à maior fração desse constituinte. Comportamento semelhante aos relatados neste trabalho foi observado por Ferreira (2005), ao adicionar o subproduto do caju (0; 3,5; 7; 10,5 e 14%) na ensilagem do capim-elefante.

A adição do subproduto da mandioca em níveis crescentes promoveu redução linear ($P < 0,01$) nos teores de HC das silagens (Tabela 2). Para cada 1% de adição do subproduto da mandioca foi proporcionada redução de 0,36 pontos percentuais, estimados de acordo com a equação de regressão. Os valores inferiores de HC do subproduto da mandioca (21,59% na MS) em relação ao capim-elefante (29,15% na MS), no momento da ensilagem, possivelmente foram responsáveis por essa diminuição nos teores de HC das silagens.

Resultados semelhantes foram verificados por Cysne et al. (2006), trabalhando com adição do subproduto da graviola em silagens de capim-elefante, onde observou reduções de 0,22 pontos percentuais para cada 1% de adição nos teores de HC das silagens de capim-elefante.

Quanto aos valores de pH das silagens, verificou-se, através das análises de regressão, que não diferiram com a adição de subproduto da mandioca ($p > 0,05$). No entanto, todas as silagens apresentaram valores de pH (3,8-4,2) tidos por McDonald (1981). Como indicadores de silagens bem fermentadas esse resultado mostra que as silagens passaram por adequado processo fermentativo até alcançarem a estabilização, impedindo, dessa forma, o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium* que poderiam causar fermentação secundária e conseqüente deterioração da silagem, com perdas de proteína e energia.

As elevações nos teores de MS das silagens, já discutidas anteriormente, possivelmente influenciaram nesse resultado, uma vez que, segundo Wiering (1960) e McDonald (1981), as bactérias do gênero *clostridium* são mais sensíveis à falta de umidade do que à acidez do meio, haja vista que esses microorganismos podem tolerar altas concentrações de ácidos e íons de hidrogênio quando em meio úmido e que sua resistência é diretamente proporcional ao teor de umidade.

Conclusões

O subproduto da mandioca pode ser adicionado na ensilagem de capim-elefante até o nível de 20% em relação

à matéria natural, uma vez que melhora o processo fermentativo e a composição química das silagens. No entanto, quando do seu uso, deve-se atentar para a correção dos teores protéicos das dietas.

Referências

- CALDAS NETO, S. F. et al. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: digestibilidade total e parcial. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 06, p. 2099-2108, 2000.
- CYSNE, J. R. B. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) cv. Roxo com níveis crescentes de adição do subproduto da graviola (*Ananona muricata* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 37 n. 03, p. 376-380, 2006.
- DEREZ, F. et al. Utilização do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) para produção de leite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, 1994. Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1994. p. 183-199.
- DESCHAMPS, F. C. Perfil fenológico de três ecotipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997. Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. v. 02, p. 61-63.
- FERREIRA, A. C. H. **Valor nutritivo de silagens à base de capim-elefante com níveis crescentes de subproduto de subprodutos agroindustriais do abacaxi, acerola e caju**. 2005. p. 157. Dissertação (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- GONÇALVES, J. S. et al. Composição bromatológica e características fermentativas de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Roxo contendo níveis crescentes do subproduto da semente do urucum (*Bixa orellana* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 37 n. 02, p. 228-234. 2006.
- GONÇALVES, J. S. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) com adição de diferentes níveis dos subprodutos do processamento de acerola (*Malpighia glabra* L.) e de goiaba (*Psidium guajava* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n.01, p. 131-137, 2004.
- GUTIERREZ, L. E. **Identificação de carboidratos e ácidos orgânicos em quatro variedades de capim-elefante colhidas em três estágios de maturidade**. Piracicaba, ESALQ, 1975. 103 p. Dissertação de Mestrado.
- IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 21 de fevereiro 2007.
- MCDONALD, P. **The Biochemistry of Silage**. New York: John Wiley & Sons, 1981. 226p.
- MCCULLOUGH, M. E. Silage and silage fermentation. **Feedstuffs**. p. 49-52. 1977.
- MINSON, J. **Forrage in Ruminant Nutrition**. Lonsdon: Academic Press, 1990, 438 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. IL - NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7. ed. Washington D.C.: National Academy of Science, 2001. 381 p.

POMPEU, R. C. F. F. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com adição de subprodutos de frutas tropicais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 01, p. 77-83. 2006.

RESENDE, F. D. et al. Rações com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de bovídeos em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 23, n. 03, p. 366-376, 1994.

SAS. Statistical Analyses System: **SAS Procedures Guide, Version 6.11**. Cary, NC: **Institute Inc., 1991**.

SÁ, C. R. L. et al. Composição bromatológica e características fermentativas de silagens de capim elefante (*Pennisetum*

purpureum Schum.) com níveis crescentes de adição do subproduto da Manga (*Mangifera indica* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 02, p. 199-203, 2007.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análises de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2002. 165 p.

SILVEIRA, A. C. **Contribuição para o estudo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) como reserva forrageira no trópico**. Botucatu: UNESP, 1976. 234 f. Tese de Livre Docência.

VAN SOEST. **Nutritional ecology of the ruminant**. Washington: Cornell University Press, 1994. 476 p.

WIERING, G. W. Some factors affecting silage fermentation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 8., Berkshire, **Proceedings...** Berkshire, 1960, p. 497-502.