

Composição bromatológica e pH da silagem de diferentes frações da parte aérea da mandioca tratada com doses crescentes de óxido de cálcio

Ricardo Morelli Longhi¹, Felipe Nogueira Domingues², Diego Azevedo Mota^{2*},
Ricardo Pedroso Oaigen², Juliano Carlos Calonego¹, Marilice Zundt¹

¹Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, SP, Brasil

²Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brasil

*Autor correspondente, e-mail: diegomota@zootecnista.com.br

Resumo

Objetivou-se avaliar a composição bromatológica e pH da silagem de diferentes frações da parte aérea da planta da mandioca tratada com doses crescentes de óxido de cálcio. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 × 3, composto de três tipos de silagens confeccionadas de diferentes frações da parte aérea da planta (1/3 superior; 2/3 superior e planta inteira) e três doses de cal virgem (0; 0,5 e 1,0%). Os valores de matéria seca encontrados tanto para as doses de cal, quanto para a fração da parte aérea apresentaram diferenças (P<0,05). As concentrações das fibras em detergente neutro e ácido não sofreram influência das doses de cal (P>0,05). Os teores de matéria mineral e pH apresentaram interação entre as doses de cal e frações da parte aérea ensilada (P<0,05). A silagem confeccionada com o 1/3 superior da parte aérea, submetida ou não a hidrólise com óxido de cálcio apresentou os melhores valores bromatológicos. Não se recomenda a aplicação de óxido de cálcio durante a ensilagem da parte aérea da mandioca.

Palavras-chave: cal virgem, análise de alimento, hidrólise, *Manihot esculenta* Crantz

Chemical composition and pH silage of different fractions of the aerial parts of the cassava plant treated with increasing doses of calcium oxide

Abstract

The objective of this study was to evaluate the chemical composition and pH silage from different fractions of the aerial part of the cassava plant treated with increasing doses of calcium oxide. We used a completely randomized design with factorial 3 × 3, composed of three types of silages of different fractions of the aerial parts of the plant (1/3 above, 2/3 above and whole plant) and three doses of calcium oxide (0; 0.5 and 1.0%). The dry matter values found for both doses of lime, as for the fraction of aerial parts showed differences (P<0.05). The concentrations of neutral and acid detergent fiber were not influenced by lime doses (P>0.05). The levels of ash and pH showed interaction between dose of lime and fractions from the ensiled aerial part (P<0.05). The silage made from the 1/3 of the aerial parts above presents the best chemical values. Not recommended to apply of calcium oxide during ensilage of aerial parts of cassava plant.

Keywords: quicklime, food analysis, hydrolysis, hydrolyzing agent, *Manihot esculenta* Crantz

Introdução

Um dos enfoques da pecuária atual é a busca de fontes de alimentos suplementares menos onerosos para a formulação de dietas para os animais. O conhecimento detalhado da composição centesimal desses alimentos é imprescindível para saber a sua real aplicabilidade nos sistemas de produção.

Com base no apresentado acima, podemos ressaltar a cultura da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), a qual apesar de muito conhecida, o uso dos restos culturais na nutrição animal tem sido pouco discutido e difundido, fato esse, oriundo do desconhecimento do seu valor alimentício e do potencial destes restos culturais na produção animal. Neste sentido, a confecção de silagens a partir da parte aérea da cultura da mandioca, vem chamando a atenção de pesquisadores e extensionistas (FAUSTINO et al., 2003; MODESTO et al., 2004; PINHO et al., 2004), visto que este material ser desprezado durante a colheita das raízes e por apresentar boas características de fermentação (AZEVEDO et al., 2006).

Contudo, ao se utilizar a parte aérea integral na confecção das silagens, esta apresenta alta concentração de lignina em sua composição, fator desfavorável por proporcionar uma queda nos coeficientes de digestibilidade do alimento (AZEVEDO et al., 2006). Face ao exposto, a utilização de um aditivo que promova um tratamento alcalino, como é o caso do óxido de cálcio, durante o processo de fermentação teria com intuito de melhorar a qualidade nutricional dos materiais com alto teor de fibra.

O óxido de cálcio (cal virgem micropulverizado) pode reduzir os constituintes da parede celular por hidrólise alcalina e contribuir para a preservação de nutrientes solúveis por inibir o desenvolvimento de leveduras que atuam sobre a massa ensilada, amenizando a perda de valor nutritivo durante a ensilagem e após a abertura do silo (BALIEIRO NETO et al., 2007).

Neste sentido, objetivou-se avaliar a composição bromatológica e pH da silagem de diferentes frações da parte aérea da planta da mandioca tratada com doses crescentes de óxido de cálcio.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Dom Bosco, no município de Caiabú, próximo a Martinópolis na Alta Sorocabana (SP), no nordeste do Estado de São Paulo, entre os meses de maio de 2007 e outubro de 2008. A cultivar IAC 90 utilizado para realização do experimento foi extraído de uma área de plantio de 5 alqueires, que foi realizado em maio de 2007 de forma mecânica. As manivas para plantio tinha 20 cm de comprimento e foram plantadas com espaçamento de 1,00 m x 0,60 m em fileiras simples. Durante o plantio foi feito adubação, aplicando 80 kg de P_2O_5 /ha e 60 kg de K_2O /ha.

A parte aérea da mandioca foi obtida 18 meses após o plantio. Após a colheita, o material foi processado em máquina forrageira estacionária, obtendo o tamanho de partícula médio de 1 a 2 cm. Em seguida as frações da parte aérea da mandioca foram submetidas ao tratamento com óxido de cálcio nas doses de 0%, 0,5% e 1,0% em relação a matéria natural. A cal foi aplicada na forma de pó porque o material a ser tratado (parte aérea da mandioca) apresentava alto teor de umidade.

O material foi ensilado em 36 silos experimentais de policloreto de vinil "PVC", com 40 cm de altura e 15 cm de diâmetro, dotados de válvulas de "Bunsen", para escape dos gases da fermentação e não permitindo a entrada de oxigênio. A compactação foi realizada manualmente com um socador de madeira. Após a compactação do material, os silos foram devidamente fechados e vedados com fitas isolante, pesados e acondicionados em local fresco e arejado até o momento da abertura, 90 dias após a ensilagem.

Na ocasião da abertura dos silos, foram coletadas amostras, com o cuidado de descartar a fração superior em cada silo, para determinações de pH (SILVA & QUEIROZ, 2002). Para análise do pH, foram coletadas sub-amostras de 9 g de silagem em um béquer de 250 mL e adicionado 60 mL de água destilada. A leitura do pH é realizada três vezes consecutivas, após um repouso de 30 minutos, com agitação do béquer durante as leituras.

Concomitantemente, as amostras originais e suas respectivas silagens foram

submetidas à pré-secagem a 65°C, até peso constante, em estufa de ventilação forçada. Em seguida, foram trituradas em moinho estacionário tipo "Thomas-Willey" com peneira de 1 mm e acondicionadas em frascos de vidro com tampas de plástico para análises posteriores.

Foram avaliados os teores de matéria seca (MS), através da secagem a amostra a 55°C em estufa de ar forçado, sendo moída em peneira de 1 mm, e posteriormente a 105°C (SILVA & QUEIROZ, 2002). Os níveis de extrato etéreo (EE) foram obtidos com éter etílico em aparelho Soxtherm e os de matéria mineral (MM) pela queima da amostra a 600 °C (SILVA & QUEIROZ, 2002). Os teores de FDN e FDA foram determinados segundo metodologia sequencial descrita por VAN SOEST et al. (1991). O nitrogênio (N) foi determinado de acordo com, descritos por SILVA & QUEIROZ (2002) e, para conversão em proteína bruta (PB), foi utilizado o fator de correção de 6,25. O teor de nutrientes digestíveis totais foi calculado pela equação (NDT=99,39-0,7641xFDN) estimada por CAPELLE et al. (2001).

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 × 3, composto de três tipos de silagens confeccionadas de diferentes frações da parte aérea da planta (1/3 superior; 2/3 superior e planta inteira) e três doses de cal virgem (0; 0,5 e 1,0%), perfazendo um total de nove tratamentos com quatro repetições, dando um total de 36 silos. As médias foram

comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade utilizando-se o programa SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997).

Resultados e Discussão

Os teores de MM e pH apresentaram interação entre os efeitos da dose óxido de cálcio frações da parte aérea ensilada e serão discutidos posteriormente (Tabela 1).

Os valores de MS encontrados tanto para as doses óxido de cálcio, quanto para a fração da parte aérea apresentaram diferenças (P<0,01). A média de MS das silagens confeccionadas com a planta inteira e com 2/3 superiores foi maior do que a silagem obtida somente a 1/3 superior. Tal fato ocorreu devido à maior presença de caule, material esse com baixa concentração de água, nos tratamentos que usaram a planta inteira e os 2/3 superiores para obter as silagens. Já o material ensilado submetido à dose de óxido de cálcio cal de 1,0% foi superior ao tratamento sem cal e igual a dose de 0,5%. A inclusão de um aditivo alcalinizante com alto teor de matéria seca proporcionou tais diferenças. Os valores de MS encontrado neste trabalho são considerados baixo para uma boa conservação da forragem sendo que o considerado ideal está em torno de 30% (McDONALD, 1981).

Tabela 1 Composição bromatológica da silagem de mandioca submetida aos diferentes tratamentos.

Varia.	Doses de cal			Frações da Parte Aérea			Efeito ¹			CV ² (%)
	0%	0,5%	1,0%	1/3 Sup	2/3 Sup	Pla Int	D	F	DxF	
MS ³	22,21 b	22,78 ab	23,57 a	21,95 b	22,98 ^a	23,63 ^a	*	*	ns	3,84
MM ⁴	6,39	14,32	16,06	14,06	11,00	11,70	--	--	*	15,87
FDN ⁴	55,75	55,85	55,12	54,99	55,33	56,41	ns	ns	ns	5,89
FDA ⁴	40,95 b	45,97 a	46,51 a	43,37	44,96	45,09	*	ns	ns	8,86
PB ⁴	14,57	13,83	14,42	17,36 a	13,04 b	12,42 b	ns	*	ns	13,97
NDT ⁴	56,72	56,80	57,27	57,38	57,12	56,29	ns	ns	ns	7,82
pH	4,39	5,15	5,24	4,90	4,94	4,95	--	--	*	1,86

¹Probabilidade de P<F, sendo D=dose de cal e F = frações da parte aérea e DxF interação entre dose e fração da parte aérea; ²Coefficiente de variação; ³Expresso em % do alimento; * P<0,05. ns = não significativo

As silagens de mandioca submetidas aos diferentes tratamentos não apresentaram diferenças entre as médias de FDN (P>0,05). Contudo, as concentrações de FDA sofreram influência das diferentes doses de cal (P<0,05). Tais fatos demonstram que a inclusão de óxido

de cálcio com o objetivo proporcionar a hidrólise alcalina na porção fibrosa das silagens de mandioca não foi eficiente.

Os efeitos da hidrólise sobre a estrutura da fibra dos volumosos inclui a solubilização da hemicelulose pelo rompimento das ligações

(tipo éster) entre as moléculas de hemicelulose e lignina e a expansão da celulose que ocorre devido a redução das ligações intermoleculares das pontes de hidrogênio, as quais ligam as moléculas de celulose (JACKSON, 1977). Trabalhos que utilizaram o óxido de cálcio como agente alcalizante em diferentes volumosos em sua grande maioria encontram reduções nos teores de FDN e FDA (BALIEIRO NETO et al., 2007; MOTA et al., 2010).

A proteína bruta das silagens de mandioca apresentou diferença ($P < 0,05$) somente nas diferentes frações da parte aérea, onde a silagem obtida apenas com a 1/3 superior da planta apresentou valores superiores aos demais. Valor este facilmente explicado devido o 1/3 superior da planta apresentar maior quantidade de folhas. Avaliando o crescimento, a produtividade e a composição bromatológica da parte aérea da mandioca FERREIRA et al. (2009) encontraram valores médios de 26,03% de PB tendo como base na matéria seca do alimento.

As concentrações de NDT estimados por meio das equações determinadas por CAPELLE et al. (2001) não apresentaram diferença ($P < 0,01$) para os efeitos estudados. O valor médio obtido neste trabalho foi de 56,93% de NDT (%MS), o qual

está muito próximo da concentração de NDT determinada por MODESTO et al. (2004). Estes autores encontraram para a silagem de rama de mandioca usando somente o terço final da planta, valores médios de 58,74% de NDT.

Em relação à matéria mineral, os resultados do desdobramento apresentados na Tabela 2, os resultados obtidos é que à medida que se aumentou as doses de cal elevou-se os teores de MM, isso devido a cal ser formada basicamente de MM. Observou-se também que a altura de corte influenciou no teor de MM, tendo a silagem obtida a partir da planta inteira maior concentração de MM que as demais silagens.

Houve interação entre diferentes frações da parte aérea e doses de cal para teores de pH (Tab. 3). Pode-se observar, independente da dose de cal, que as concentrações de pH não atingiram valores adequados segundo os parâmetros recomendados por McDONALD et al. (1991). Segundo esses autores, uma silagem de boa qualidade apresenta valores de pH entre 3,8 e 4,2. Dessa forma, as silagens que tiveram a adição de cal virgem seriam classificadas como de baixa qualidade, por apresentarem valores de pH entre 5,00 e 5,33.

Tabela 2. Desdobramento da interação entre as frações da planta e doses de cal para as concentrações de MM, da silagem de mandioca submetida aos diferentes tratamentos.

Frações da Parte Aérea	Doses de cal			CV (%)
	0%	0,5%	1,0%	
1/3 Superior	7,05aB	13,91abA	14,13bA	15,87
2/3 Superior	5,95aB	12,46bA	14,60bA	
Planta Inteira	6,17aB	16,58aA	19,44aA	

Médias seguidas de letras diferentes na coluna (minúscula) e na linha (maiúscula) diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre as frações da planta e doses de cal para as médias de pH, da silagem de mandioca submetida aos diferentes tratamentos.

Frações da Parte Aérea	Doses de cal			CV (%)
	0%	0,5%	1,0%	
1/3 Superior	4,23 Bb	5,00 Bb	5,20 Aa	1,86
2/3 Superior	4,45 Ba	5,13 Ab	5,23 Aa	
Planta Inteira	4,50 Ca	5,33 Aa	5,28 Aa	

Médias seguidas de letras diferentes na coluna (minúscula) e na linha (maiúscula) diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nos tratamentos sem inclusão de aditivo, os valores de pH foram de 4,23; 4,45 e 4,50 para as silagens confeccionadas a partir do 1/3 superior; 2/3 superior e planta inteira, respectivamente (Tab. 3). A silagem feita

somente com o 1/3 superior foi a que apresentou o menor valor, devido a grande concentração de folhas que promoveu partículas de menor tamanho, facilitando a compactação e consequentemente a fermentação. De acordo

com JOBIM (2007), o tamanho das partículas das forragens assume importância por facilitar o contato dos microrganismos com os açúcares solúveis.

Os valores de pH deste trabalho são similares aos encontrados por, FAUSTINO et al. (2003), avaliando silagens do terço superior da mandioca quando decorrido 40 dias de armazenamento, obteve resultados de 5,24 e 4,25 para silagens da planta inteira e triturada respectivamente.

Conclusões

A silagem confeccionada com o 1/3 superior da parte aérea, submetida ou não a hidrólise com óxido de cálcio, apresenta maior qualidade bromatológica.

Não se recomenda a aplicação de óxido de cálcio durante a ensilagem da parte aérea da mandioca.

Agradecimentos

A Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE) pelo auxílio financeiro para a execução deste trabalho.

Referências

Azevedo, E.B.; Nörnberg, J.L.; Kessler, J.D.; Brüning, G.; David, D.B.; Falkenberg, J.R.; Chielle, Z.G. 2006. Silagem da parte aérea de cultivares de mandioca. *Ciência Rural* 36:1902-1908.

Balheiro Neto, G.; Siqueira, G.R.; Reis, R. A.; Nogueira, J.R.; Roth, M.T.P.; Roth, A.P.T.P. 2007. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36:1231-1239.

Cappelle, E.R.; Valadares Filho, S.C.; Silva, J.F.C.; Cecon, P.R. 2001. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30:1837-1856.

Faustino, J.O.; Santos, G.T.; Modesto, E.C.; Silva, D.C.; Jobim, C.C.; Sakaguti, E.S.; Damasceno, J.C.; Marques, J.R.; Zambom, M.A. 2003. Efeito da ensilagem do terço superior da rama de mandioca triturada ou inteira e dos tempos de armazenamento. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 25: 403-410.

Ferreira, A.L.; Silva, A.F.; Pereira, L.G.R.; Braga, L.G.T.; Moraes, S.A.; Araújo, G.G.L. 2009. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 10:129-136.

Jackson, M. G. 1977. The alkali treatment of straws. *Animal Feed Science and Technology* 2:105- 130.

Jobim, C.C.; Nussio, L.G.; Reis, R.A.; Schmidt, P. 2007. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade de forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36:101-119.

McDonald, P.; Henderson, A.R.; Heron, S.J.E. 1991. *The biochemistry of silage*. Marlow, England, 226p.

Modesto, E.C.; Santos, G.T.; Vilela, D.; Silva, D.C.; Faustino, J.O.; Jobim, C.C.; Detmann, E.; Zambom, M.A.; Marques, J.R. 2004. Caracterização químico-bromatológica da silagem do terço superior da rama de mandioca. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 26:137-146.

Modesto, E.C.; Santos, G.T.; Zambom, M.A.; Damasceno, J.C.; Branco, A.F.; Vilela, D. 2008. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em vacas gestantes alimentadas com silagem de rama de mandioca. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37:944-950.

Mota, D.A.; Oliveira, M.D.S.; Domingues, F.N. Manzi, G.M.; Ferreira, D.S. Santos, J. 2010. Hidrólise da cana-de-açúcar com cal virgem ou cal hidratada. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39:1186-1190.

Pinho, E.Z.; Costa, C.; Arrigoni, M.B.; Silveira, A.C.; Padovani, C.R.; Pinho, S.Z. 2004. Fermentation and nutritive value of silage and hay made from the aerial part of cassava (*Manihot esculenta Crantz*). *Scientia Agricola* 61: 364-370.

Silva, D. J.; Queiroz, A.C. 2002. *Análise de Alimentos Métodos Químicos e Biológicos*. Viçosa-MG, Brasil, 235p.

Universidade Federal De Viçosa - UFV. *Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG*. Viçosa, MG: UFV, 1997.

Van Soest, P.J.; Robertson, J.B.; Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74 : 3583-3597.