

CARACTERIZAÇÃO BROMATOLÓGICA E ESTIMATIVAS DE ENERGIA DA MASSA DE MANDIOCA ENSILADA COM FARELO DE TRIGO EM SILOS LABORATORIAIS¹

GEANE DIAS GONÇALVES FERREIRA,² ELYZABETH DA CRUZ CARDOSO,³ RONALDO LOPES OLIVEIRA,⁴ ELIELDO LAMEIRA BRITO⁵ E WILLIAM DE SOUZA FILHO⁵

1. Projeto financiado pelo CNPq.

2. Professora adjunta da Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. CEP: 55292-901, Garanhuns, PE, Brasil. E-mail: geane@uag.ufrpe.br

3. Professora adjunta da Universidade Federal Fluminense, Centro de Ciências Médicas, Departamento de Patologia e Clínica Veterinária. E-mail: elyzabethcardoso@hotmail.com

4. Professor adjunto do Departamento de Produção Animal da Escola de Medicina Veterinária da Universidade Federal da Bahia, UFBA. CEP: 40170-110, Salvador, BA, Brasil. E-mail: ronaldozootecnista@gmail.com

5. Bolsista PIBIC do curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, Centro da Saúde e da Produção Animal. CEP: 66077-530, Belém-PA, Brasil.

RESUMO

Objetivou-se avaliar os valores de pH e a composição bromatológica, quantificar as frações que constituem os carboidratos totais (CHT) e estimar os valores energéticos da silagem da massa de mandioca enriquecida com 4% de farelo de trigo, em silos laboratoriais de PVC com capacidade para 12 kg, distribuídos ao acaso com três repetições por tratamento. As amostras foram tomadas aos 0, 6, 18, 25, 45 e 60 dias após a ensilagem. Analisaram-se os teores de matéria seca (MS), de extrato etéreo (EE), de proteína bruta (PB), de fibra em detergente neutro (FDN), de fibra em detergente ácido (FDA), de lignina, de valores de pH

e estimativas da fração de CHT e de energia. Houve efeito linear ($P < 0,05$) para os valores de pH, que decresceram com o tempo de ensilagem, e efeito quadrático positivo ($P < 0,05$) para os teores de MS. Os teores de PB, de EE, de FDN, de FDA, de lignina, de CHT, de CNF, de frações de CHT, de nutrientes digestíveis totais (NDT) e de energia foram constantes ($P > 0,05$) em função do tempo de ensilagem. A silagem da massa de mandioca pré-seca por cinco horas ao sol e enriquecida com 4% de farelo de trigo se mostrou como fonte alternativa de concentrado energético para alimentação de ruminantes.

PALAVRAS-CHAVES: Conservação, co-produtos, energia, nutrição animal.

ABSTRACT

CHEMICAL COMPOSITION AND ENERGY ESTIMATION FROM ENSILED CASSAVA MASS WITH WHEAT MEAL IN EXPERIMENTAL SILOS

The experiment was conducted in order to evaluate the pH, chemical composition, fractions which constitute the total carbohydrates (CHT) and energy values of cassava mass silage with wheat meal in PVC silos with capacity for 12 kg, randomly distributed in three replications. The samples had been taken at 0, 6, 18, 25, 45 and 60 days after ensilage. The dry matter (DM), ether extract (EE), crude

protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), non-fiber carbohydrates (NFC), lignin contents and pH, CHT fraction and energy were analyzed. There was linear effect ($P < 0.05$) for pH values, that decreased with the ensilage time, and positive quadratic effect ($P < 0.05$) for DM concentration. The CP, EE, NDF, ADF, lignin, CHT texts of PB, EE, FDN, FDA, lignin, CHT, CNF, total fractions

of CHT, total digestible nutrients and energy contents were constant ($P>0.05$) in function of the ensilage time. In func-

tion of the results, the cassava silage is showed as alternative source of energy concentrate for ruminants feeding.

KEY-WORDS: Animal nutrition, byproducts, conservation, energy.

INTRODUÇÃO

A utilização de co-produtos oriundos da agroindústria na alimentação de ruminantes reveste-se de grande importância, já que um terço dos cereais produzidos no mundo é destinado aos animais domésticos, em detrimento de grande parcela da população mundial, carente de melhor alimentação (VIEIRA et al., 1999). De acordo com SILVEIRA et al. (2002), a indústria tem, como problema, a dificuldade de escoamento de resíduos, que são responsáveis em parte pela contaminação ambiental, em virtude da grande quantidade acumulada na forma de lixo.

A massa ou bagaço da mandioca é composto pelo material fibroso da raiz, contendo parte do amido que não foi possível extrair no processamento. É gerado na etapa de separação da fécula e, por embeber-se de água, apresenta, em volume, maior quantidade que a própria matéria-prima, contendo cerca de 75% de umidade (CEREDA, 2000). Portanto a massa da mandioca não poderia ser considerada como um material adequado ao processo de ensilagem, por causa do baixo teor de matéria seca.

A umidade excessiva provoca perdas significativas de nutrientes, em virtude da ação de clostrídios e leveduras (MAHANNA, 1994; ROTZ & MUCK, 1994). No entanto a pré-seca-gem do material a ser ensilado e/ou a utilização de aditivos absorventes e nutritivos têm melhorado a qualidade fermentativa de silagens (SILVEIRA et al., 2002). Segundo ROTZ & MUCK (1994), os teores de MS na massa a ser ensilada devem variar de 30% a 35%, respectivamente.

A composição química e as diferentes formas de utilização de alguns resíduos da indústria de mandioca vêm sendo estudadas por diferentes pesquisadores (CALDAS NETO et al., 2000; MARQUES et al., 2000; ZEOULA et al., 2002; ZEOULA et al., 2003). Entretanto são poucos os trabalhos sobre a utilização da massa da mandioca.

O valor energético de um alimento qualquer não depende apenas das quantidades dos diferentes nutrientes em sua composição, mas, sobretudo, das frações desses nutrientes que o animal pode digerir e utilizar. Os nutrientes digestíveis totais (NDT) representam uma das mais comuns medidas do conteúdo energético dos alimentos, em função de sua praticidade em procedimentos de avaliação de alimentos e cálculo de dietas para os animais. O uso da energia pelos ruminantes depende da proporção da fermentação microbiana, a qual ocorre no rúmen. A extensão e o tipo de fermentação determinam a natureza e as quantidades dos vários metabólitos que são absorvidos no trato digestivo e estes metabólitos afetam a eficiência da produção (VAN SOEST, 1994). Dessa forma é importante que se caracterize energeticamente a silagem da massa de mandioca, pois se trata de um subproduto com potencial para ser utilizado na dieta de ruminantes.

O sistema Cornell (CNCPS) apresenta equações que estimam as taxas de fermentação e de passagens de proteínas e carboidratos pelo trato digestivo, tornando-se uma ferramenta de grande importância para cálculos e balanceamento de rações (RUSSEL et al., 1992). Trata-se de um sistema que considera a dinâmica da fermentação ruminal e a perda potencial de nitrogênio, como amônia, na avaliação dos alimentos (SNIFFEN et al., 1992).

O fracionamento dos carboidratos ingeridos pelos ruminantes torna-se de fundamental importância, diante do fato de se basear na classificação das bactérias ruminais quanto à utilização dos carboidratos que constituem a parede celular vegetal e aqueles que se localizam no conteúdo celular com função não-estrutural (RUSSEL et al., 1992).

Os carboidratos são classificados em fração A (açúcares simples) e B₁ (amido e pectina), de rápida degradação ruminal, fração B₂ (carboidratos fibrosos potencialmente degradáveis) e fração C (carboidratos fibrosos não degradáveis).

Objetivou-se com o experimento avaliar os valores de pH e da composição bromatológica, quantificar as frações que constituem os carboidratos totais (CHT) e estimar os valores energéticos da silagem da massa de mandioca enriquecida com 4% de farelo de trigo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém, PA.

Obteve-se a massa da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na fábrica de farinha de tapioca da estrada São Domingos do Capim, município de Castanhal, PA, com 81 % de umidade e, em seguida, pré-seca por cinco horas ao sol e enriquecida com 4% de farelo de trigo. Após, o material foi ensilado em silos experimentais (15 unidades) de PVC com capacidade de aproximadamente 12 kg com três repetições por tratamento (tempo de abertura dos silos).

Realizaram-se amostragens do material pré-seco e enriquecido com 4% de farelo de trigo antes da ensilagem (0) e aos 8, 18, 25, 45 e 60 dias após o fechamento dos silos, para determinação dos valores de pH, segundo as recomendações de PLAYNE & McDONALD (1966), além dos teores de matéria seca (MS), de matéria mineral (MM), de extrato etéreo (EE), de proteína bruta (PB) e de lignina, segundo as marchas analíticas descritas por SILVA & QUEIROZ (2002); da fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA), segundo VAN SOEST (1991); e do nitrogênio insolúvel em detergente neutro (N-FDN) e do nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), segundo PEREIRA & ROSSI JR. (1994).

Os carboidratos totais (CHT) da silagem da massa de mandioca enriquecida com 4% de farelo de trigo foram determinados segundo SNIFFEN et al. (1992), sendo que a fração C foi obtida pela equação: $C = 100 * FDN_{(\%MS)} * 0,01 * (LIGNINA_{(\%FDN)} * 2,4) / CHT_{(\%MS)}$.

A fração B₂ foi obtida pela equação: $B_2 = 100 * [(FDN_{(\%MS)} - PIDN_{(\%PB)}) * 0,01 PB_{(\%MS)}]$

$- (FDN_{(\%MS)} * 0,01 * LIGNINA_{(\%FDN)} * 2,4) / CHT_{(\%MS)}$.

Determinaram-se as frações com elevadas taxas de degradação ruminal (A+B₁) pela seguinte equação: $100 - (C + B_2)$. E os carboidratos não fibrosos (CNF), pela equação $CNF = 100 - [(FDN - PIDN) + PB + EE + MM]$, descrita por STOKES et al. (1991), em que:

$PIDN =$ proteína insolúvel em detergente neutro.

Estimaram-se os teores dos nutrientes digestíveis totais (NDT) das amostras NRC (2001). As estimativas da digestibilidade verdadeira de carboidratos não-fibrosos (CNF_{dv}), proteína bruta (PB_{dv}), extrato etéreo (EE_{dv}) e fibra em detergente neutro (FDN_{dv}) foram obtidas conforme WEISS et al. (1992), de acordo com as seguintes equações:

$$CT = 100 - (PB + E + Cinzas)$$

$$CNF_{dv} = 0,98 * \{100 - [(FDN - PIDN) + B + E + Cinzas]\} * PAF$$

$$PB_{dv} = B * \exp[-1,2 * (PIDA / B)]$$

$$AG_{dv} = AG$$

$$FDN_{dv} = 0,75 * (FDN_n - L) * [1 - (L / FDN_n)^{0,667}]$$

em que CT = carboidratos totais; PAF = fator de ajustamento de CNF, o qual, para as amostras analisadas, é igual a 1; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; AG = ácidos graxos, onde AG = EE - 1; FDN_n = FDN - PIDN e L = lignina.

Dessa forma, para o cálculo do NDT, utilizou-se a seguinte equação:

$$NDT(\%) = CNF_{dv} + PB_{dv} + (AG_{dv} * 2,25) + FDN_{dv} - 7$$

Obtiveram-se as estimativas de energia, na unidade Mcal/kg de MS, por intermédio das equações, segundo a NRC (2001) – para energia digestível (ED), energia metabolizável de produção (EMp), energia líquida de manutenção (ELm) e energia líquida de lactação (ELI):

$$ED = (CNF_{dv} / 100) * 4,2 + (FDN_{dv} / 100) * 4,2 + (PB_{dv} / 100) * 5,6 + (AG / 100) * 9,4 - 0,3$$

$$EMp = [1,01 * (DEp) - 0,45] + 0,0046$$

$$ELm = 1,37EM - 0,138EM^2 + 0,0105EM^3 - 1,12$$

$$ELI = 0,0245 * NDT\% - 0,12$$

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições por tratamento (abertura dos silos). Para comparação dos níveis de tratamento usou-se análise de regressão com 5% de significância. O modelo estatístico para análise dos resultados da massa de mandioca ensilada foi: $Y_{ij} = \mu + P_i + e_{ij}$, em que Y_{ij} = variáveis resposta; μ = constante geral; P_i = efeito do período i , sendo $i = 1, 2, 3, 4, 5$ e 6 ; e_{ij} = erro aleatório associado à observação Y_{ij} .

Analisaram-se os dados por meio do programa de Análises Estatísticas do SAS (SAS, 1990).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como se pode observar na Figura 1, os valores de pH adequaram-se ao modelo linear de regressão, em função dos dias de abertura dos silos. Considera-se \hat{Y} o valor de pH e “X” o dia de abertura dos silos experimentais.

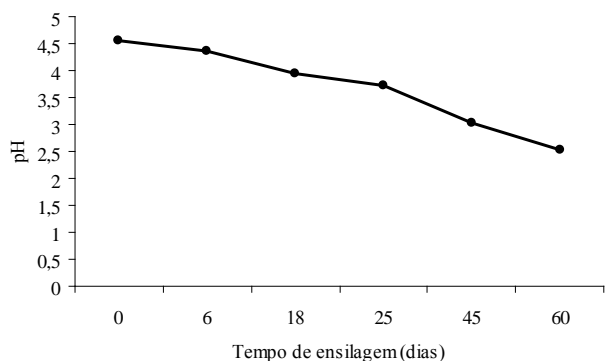


FIGURA 1. Valores de potencial de hidrogênio (pH) da silagem da massa de mandioca enriquecida com 4% de farelo de trigo em diferentes tempos de ensilagem.

A silagem da massa de mandioca enriquecida com farelo de trigo apresentou queda progressiva no pH ($P < 0,05$) com o avanço nos dias de abertura dos silos. Desse modo, maior valor de pH foi observado antes de ensilar (4,56) e o menor valor de pH foi registrado ao final de 60 dias de ensilagem (2,52), respectivamente. Tal observação sugere que a adição do farelo de trigo à massa de mandioca pode ter elevado os teores de carboidratos solúveis responsáveis pela queda do pH, além de aumentar o teor de matéria seca

da massa ensilada. Vale assinalar que, segundo SILVEIRA et al. (2002) e REIS et al. (2004), os aditivos estimulantes de fermentação, como aqueles que elevam os conteúdos de matéria seca e de carboidratos solúveis, aumentam a produção de ácido lático, graças à maximização da fermentação por parte de bactérias ácido lácticas (*Lactobacillus* ssp., *Streptococcus* ssp. e *Pediococcus* ssp.), minimizando as perdas de MS e resultando em pH final baixo.

O valor de pH após os 18 dias de ensilagem encontrado no presente trabalho (3,94) está próximo ao registrado por JOBIM et al. (1997) e SANTOS et al. (2000), trabalhando com silagem de grãos úmidos de milho.

Pela Figura 2, pode-se observar que os valores de matéria seca (MS) adequaram-se ao modelo quadrático de regressão em função dos dias de abertura dos silos. Considera-se \hat{Y} o valor de MS e “X” o dia de abertura dos silos experimentais.

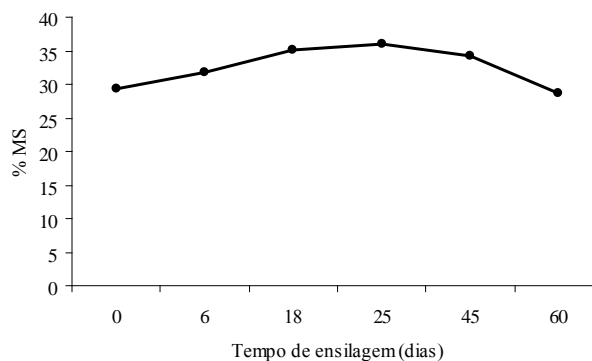


FIGURA 2. Valores de matéria seca (MS) da silagem da massa de mandioca pré-seca e enriquecida com farelo de trigo em diferentes tempos de ensilagem.

Os teores de MS determinados para a silagem de massa de mandioca enriquecida com farelo de trigo foram de 29,3% antes da ensilagem e de 28,7% ao final de 60 dias de ensilagem. Os maiores teores de MS (36%) foram observados ao final dos 25 dias de ensilagem, o que está próximo aos valores recomendados por ROTZ & MUCK (1994) para a confecção de silagem de boa qualidade.

As variações encontradas nos teores de MS não foram suficientes para prejudicar os

processos de fermentação que ocorreram dentro dos silos experimentais. Segundo WOOLFORD (1984), os ácidos láctico e acético produzidos pelas bactérias lácticas (homo e heterofermentativas) desencadeiam, em virtude do abaixamento de pH (Figura 1), a inibição da atividade das bactérias esporuladas, as quais não foram avaliadas no presente trabalho.

Com relação à composição bromatológica da silagem da massa de mandioca enriquecida com farelo de trigo (Tabela 1), constata-se que não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos avaliados, o que pode ser justificado pela boa fermentação que ocorreu na massa ensilada (Figura 1).

TABELA 1. Média e desvio-padrão ajustados para os valores de matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), proteína bruta (PB), carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF) da silagem da massa de mandioca pré-seca e enriquecida com 4% de farelo de trigo em função do tempo (dias) de ensilagem.

Itens	Tempo (dias)											
	0		6		18		25		45		60	
	(% MS)											
CHOT ¹	95,63	0,45	95,20	0,21	94,80	2,06	95,39	0,38	95,33	0,48	96,69	0,48
CNF ²	86,12	0,51	87,18	0,24	86,63	2,49	86,70	1,17	85,96	1,13	88,10	0,65
MM ³	1,56	0,46	1,36	0,18	1,46	0,33	1,06	0,03	1,80	0,26	1,10	0,08
EE ⁴	0,83	0,46	0,6	0,29	1,70	2,20	0,80	0,48	1,04	0,19	0,73	0,49
FDN ⁵	9,88	0,10	9,3	0,11	8,49	0,43	9,02	0,95	9,75	0,76	8,85	0,27
PB ⁶	1,97	0,43	2,60	0,20	2,03	0,64	2,75	0,83	1,82	0,20	1,48	0,12

¹Carboidratos totais; ²carboidrato não fibroso; ³matéria mineral; ⁴extrato etéreo; ⁵fibra em detergente neutro; ⁶proteína bruta.

Por se tratar de um alimento energético, observa-se que os teores de proteína bruta (PB) foram de 1,97% antes da ensilagem e de 1,48% ao final de 60 dias de ensilagem. CEREDA (2000), trabalhando com a massa de mandioca, registrou valor de 2,31% de PB. Da mesma forma, MARQUES et al. (2000), avaliando resíduos industriais de mandioca no desempenho de novilhas confinadas, observaram teores de PB na ordem de 3,7%; 1,2% e 3,6% para a casca de mandioca, farinha de varredura e raspa de mandioca, respectivamente.

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) da silagem da massa de mandioca foram de 9,88% antes da ensilagem e de 8,85% ao final dos 60 dias da ensilagem. Tais resultados estão próximos aos teores (10,88%) registrados por MALAFAIA et al. (1998), estudando o fubá de milho, e aos valores observados (7,30% e 8,12%) por MARQUES et al. (2000) e ZEOULA et al. (2002), estudando a farinha de varredura.

As frações dos CHOT da silagem da massa-

de mandioca encontram-se na Tabela 2 e Figura 3. Nota-se que o valor médio para a fração C (porção da parede celular vegetal que não é digerida ao longo de sua permanência no trato gastrointestinal) foi de 0,047% antes da ensilagem e de 0,040% ao final dos 60 dias da ensilagem. Ao passo que as frações A+B₁ (constituídas de açúcares simples, amido e pectina) foram de 90,12% antes da ensilagem e de 91,15% ao final dos 60 dias de ensilagem. Esse alto valor médio encontrado para a fração A+B₁ pode ser justificado pelo amido proveniente da incorporação do farelo de trigo à massa de mandioca no momento da ensilagem e pelo próprio amido residual que permaneceu na amostra após o processo de lavagem para a extração da fécula.

Os valores para a fração B₂ (porção digestível da parede celular vegetal de degradação ruminal mais lenta), antes da ensilagem (9,84%) e após 60 dias de ensilagem (8,81%), podem ser justificados pelos baixos teores de FDN (Tabela 1).

TABELA 2. Média e desvio-padrão ajustados para a fração rapidamente degradável (A+B₁), potencialmente degradável (B₂) e não-degradável (C) da silagem da massa de mandioca enriquecida com farelo de trigo em função do tempo (dias) de ensilagem pelo CNCPS.

Itens	Tempo (dias)											
	0		6		18		25		45		60	
	(% CHOT)											
A+B ₁	90,12	0,10	90,97	0,11	91,51	0,43	90,98	0,95	90,25	0,76	91,15	0,27
B ₂	9,84	0,10	8,99	0,10	8,46	0,43	8,99	0,94	9,71	0,74	8,81	0,27
C	0,047	0,006	0,037	0,006	0,027	0,006	0,03	0,02	0,04	0,02	0,04	0,006

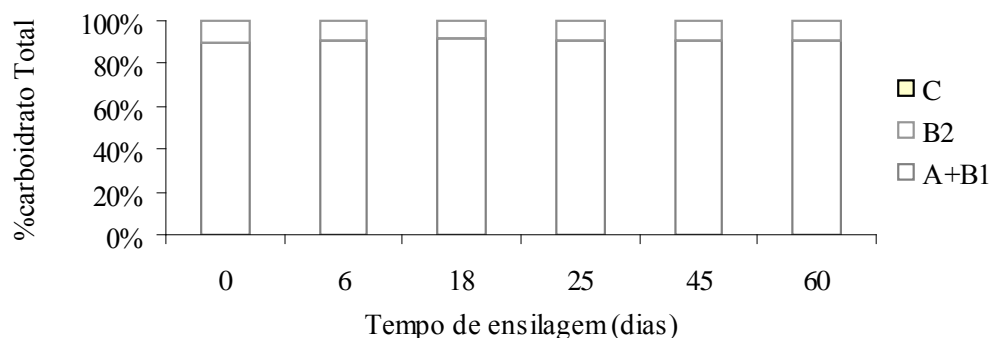


FIGURA 3. Distribuição das frações de carboidratos em relação à porcentagem de carboidratos da silagem da massa de mandioca pré-seca e enriquecida com 4% de farelo de trigo em função do tempo (dias) de ensilagem.

TABELA 3. Média e desvio-padrão ajustados para os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT), energia digestível (ED), energia metabolizável de produção (EMp), energia líquida de manutenção (ELm) e energia líquida de lactação (ELI) da silagem da massa de mandioca pré-seca e enriquecida com 4% de farelo de trigo em função do tempo (dias) de ensilagem.

Itens	Tempo (dias)											
	0		6		18		25		45		60	
NDT(%)	85,78	0,91	86,07	0,28	87,41	2,64	86,51	0,71	85,88	0,27	86,21	0,46
	Mcal/kg											
ED	3,63	0,03	3,64	0,01	3,69	0,1	3,67	0,01	3,63	0,01	3,64	0,02
EMp	3,22	0,03	3,23	0,01	3,29	0,11	3,26	0,01	3,22	0,01	3,23	0,02
ELm	2,21	0,03	2,22	0,01	2,26	0,01	2,24	0,01	2,21	0,01	2,22	0,01
ELI	1,98	0,02	1,99	0,01	2,02	0,07	2,00	0,01	1,99	0,01	1,99	0,01

Os valores médios dos NDT e energias da silagem da massa da mandioca enriquecida com farelo de trigo encontram-se na Tabela 3. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos avaliados. Nota-se que os valores de NDT foram de 85,78% antes da ensilagem e de 86,21% após 60 dias de ensilagem, sendo observado o maior valor médio (87,41%) após 18 dias de ensilagem. O NRC (2001) relata valores de

77,2% de NDT para o caroço de algodão e de 71,5% para o farelo de trigo.

Em relação aos valores médios de energias – digestível (ED), metabolizável de manutenção (EMm), líquida de manutenção (ELm) e líquida do leite (ELI) –, a silagem da massa da mandioca enriquecida com o farelo de trigo apresentou valores próximos aos de alguns concentrados energéticos utilizados na alimentação de ruminantes (NRC, 2001).

CONCLUSÕES

A silagem da massa da mandioca pré-seca por cinco horas ao sol e enriquecida com 4% de farelo de trigo apresentou valores de pH e de MS classificados dentro do padrão de silagens de boa qualidade, destacando-se por apresentar alta participação das frações de alta degradabilidade ruminal (A+B1). No entanto é necessário caracterizá-la sobre a sua melhor forma de aproveitamento.

REFERÊNCIAS

- CALDAS NETO, S. F.; ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F.; PRADO, I. N.; DALPONTE, A. O.; KASSIES, M. P.; FREGADOLLI, F. L.; SANTOS, G. T. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, S1, p.2099-2108, 2000.
- CEREDA, M. P. **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. 1. ed. São Paulo: Fundação CARGILL, 2000. p.13-37. Disponível em: <<http://www.abam.com.br/livroscargil/capitulo%204/capitulo%201.pdf>> Acesso em: 22 jan. 2006.
- JOBIM, C. C.; REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. Presença de microrganismos na silagem de grãos úmidos de milho ensilado com diferentes proporções de sabugo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 201-204, 1997.
- MAHANNA, B. Proper management assures high-quality silage, grains. **Feedstuffs**, Savoy, v.10, p.12-56, 1994.
- MALAFAIA, P. A. M.; VALADARES FILHO, S. C.; VIEIRA, R. A. M.; MENDONÇA, R. A.; COELHO, J. F.; PEREIRA, J. C. Determinação das frações que constituem os carboidratos totais e da cinética ruminal da fibra em detergente neutro de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 790-796, 1998.
- MARQUES, J. A.; PRADO, I. N.; ZEOULA, L. M.; ALCALDE, C. R.; NASCIMENTO, W. G. Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p.1528-1536, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington, D. C.: NRC, 2001. 381 p.
- PEREIRA, J. R.; ROSSI JR., P. **Manual prático de avaliação nutricional de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 1994. 34 p.
- PLAYNE, M. J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Amsterdã, v.17, n.2, p. 262-268, 1966.
- ROTZ, C. A.; MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION, 1994. Lincoln. **Anais...** Lincoln: University of Nebraska, 1994. p. 828-868.
- RUSSELL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n.11, p. 3551-3561, 1992.
- SANTOS, C. P. **Silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de eqüinos**. 2000, 42 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2000.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 92 p.
- SILVEIRA, R. N.; BERCHIELLI, T. T.; FREITAS, D.; SALMAN, A. K. D.; ANDRADE, P.;

- PIRES, A. V.; FERNANDES, J. J. R. Fermentação e degradabilidade ruminal em bovinos alimentados com resíduos de mandioca e cana-de-açúcar ensilados com polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p. 793-801, 2002.
- SAS, Institute Inc. 1990. **SAS Language reference. Version 6**. Cary:SAS Institute Inc. 1042 p.
- SNIFFEN, C. J.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n.10, p.3562-3577, 1992.
- STOKES, S. R.; HOOVER, W. H.; MILLER, T. K.; BLAUWEIKEL, R. Ruminal digestion and microbial utilization of diets varying in tipe of carbohydrate and protein. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, p .871-876, 1991.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. London: Constock Publishing Associates, 1994. 476 p.
- VIEIRA, C. V.; VASQUEZ, H. M.; SILVA, J. F. C. Composição químico-bromatológica e degradabilidade *in situ* da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro da casca do fruto de três variedades de maracujá (*Passiflora* ssp). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.5, p.1148-1158, 1999.
- VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: SIMPÓSIO SOBRE O USO DE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, 1998. Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.73-108.
- WEISS, W. P.; CONRAD, H. R.; St.PIERRE, N. R. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdã, v. 39, p.95-110, 1992.
- WOOLFORD, M. K. The antimicrobial spectra of organic compounds with respect to their potential as hay preservatives. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 39, n.1, p.75-79, 1984.
- ZEOULA, L. M.; CALDAS NETO, S. F.; BRANCO, A. F.; PRADO, I. N.; DALPONTE, A. O.; KASSIES, M.; FREGADOLLI, F. L. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: pH, concentração de N-NH₃ e eficiência microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p.1582-1593, 2002.
- ZEOULA, L. M.; CALDAS NETO, S. F.; GERON, L. J. V.; MAEDA, E. M.; PRADO, I. N.; DIAN, P. H. M.; VIEIRA JORGE, J. R.; MARIQUES, J. A. Substituição do milho pela farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em rações de ovinos: consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio e energia e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 491-502, 2003.

Protocolado em: 14 jul. 2006. Aceito em: 29 jun. 2007.