

Efeito da ensilagem do terço superior da rama de mandioca triturada ou inteira e dos tempos de armazenamento

Josiane Oliveira Faustino¹, Geraldo Tadeu dos Santos^{2*}, Elisa Cristina Modesto³, Daniele Cristina da Silva², Clóves Cabrera Jobim², Eduardo Shiguero Sakaguti², Júlio César Damasceno², Jair de Araújo Marques² e Maximiliane Alavarse Zambom²

¹Zootecnista, ²Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. ³Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: gtsantos@uem.br

RESUMO. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do tipo do processamento e os tempos de armazenamento da silagem do terço superior da rama de mandioca (STSRM), por meio da composição química, dos fracionamentos das proteínas e carboidratos e da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com os tratamentos dispostos em esquema fatorial de 2x4, sendo a STSRM inteira (i) e triturada (t), e 4 tempos de armazenamento (20, 40, 60 e 120 dias). Para a STSRM_t, os valores dos componentes químicos e DIVMS foram inferiores, enquanto os valores dos componentes de carboidratos-não-estruturais foram superiores. Para tempos de armazenamento, observou-se comportamento linear para a PB, DIVMS e fração C dos carboidratos totais (CHT), quadrático para a matéria orgânica e cúbico para A+B1 e B2 dos CHT. A STSRM pode ser utilizada, sendo indiferente à forma inteira ou triturada e, a partir de 20 dias de armazenamento, a fermentação apresenta-se estabilizada, podendo proceder-se à abertura dos silos.

Palavras-chave: digestibilidade *in vitro*, parte aérea da mandioca, pH, silagem.

ABSTRACT. Effect of ensilage of the superior third of cassava plant: processing type and storage time. The objective of this paper was to evaluate the processing types and storage time of silage of superior third of cassava plant (SSTCF), through chemical composition, fractions of nitrogen and carbohydrates compositions and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD). The experiment was carried out in a completely randomized design. The treatments were defined in a 2x4 factorial array with two processing types (whole and shredded SSTCF) and four storage times (20, 40, 60 and 120 days). Shredded SSTCF had the lowest values of dry matter (DM), crude protein (CP) and IVDMD, and the highest value of non-structural-carbohydrate. In storage time analyses, lineal behaviors were observed for CP, DIVMS and fraction C of CHT, quadratic for the organic, and cubic for A+B1 and B2 of CHT. Both whole or shredded SSTCF can be used and after 20 days of storage time, fermentation was already stabilized and the silos were ready to be opened.

Key words: *in vitro* digestibility, superior third of cassava plant pH, silage.

Introdução

A constante procura, nos últimos anos, por alternativas de alimentos não competitivos com a alimentação humana, vem incentivando estudos de maneira a utilizar os recursos regionais disponíveis que possam ser utilizados na alimentação de ruminantes, tornando as rações para bovinos menos onerosas. Desta forma, métodos e procedimentos são avaliados para que tais alimentos sejam utilizados de forma adequada.

No Brasil, a mandioca é explorada em todo país devido à sua rusticidade, apresentando-se com maior frequência nos estados do Paraná, Pará, Bahia e Maranhão (Groxko, 1998).

Considerando que apenas 20% do total de ramas de mandiocas produzidas numa área são aproveitadas para o replantio, resta, no campo, 80% de um subproduto alimentar para os animais que não deve ser desperdiçado (Carvalho *et al.*, 1983). Dessa forma, estima-se que aproximadamente 14 a 16 milhões de toneladas de parte aérea são deixadas no campo e se perdem, quando poderiam ser transformadas em leite e carne pelos ruminantes (Carvalho e Kato, 1987).

A rama pode ser utilizada como forragem verde e conservada na forma de feno ou de silagem. No entanto, pouco se conhece, efetivamente, sobre o seu potencial para essa finalidade (Santos *et al.*, 2001). A ensilagem é um método de conservação de forragem que, há muito tempo, vem sendo proposto no Brasil

devido à sazonalidade de produção de forrageiras ao longo do ano, levando a períodos de grande produção, seguidos de estiagem. De acordo com Carvalho *et al.* (1983), o processo de ensilagem apresenta também seus problemas, mas comparado-o com o processo de fenação, tem algumas vantagens como a menor dependência dos fatores climáticos além de evitar a excessiva perda de folhas.

Modesto (2002) encontrou teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina de 25,20%; 19,5%; 51,0%; 41,0%; 12,4%, respectivamente, para a silagem do terço superior da rama de mandioca (STSRM). Oliveira (1984) encontrou os seguintes valores de MS e PB para a silagem da parte aérea total: 24,19 e 24,15, e para a silagem do terço superior da rama da mandioca: 10,29% e 12,15% respectivamente. Carvalho *et al.* (1983) descreveu que a quantidade de proteína nas folhas desta euforbiácea é maior do que o encontrado na maioria das forrageiras tropicais

Carvalho *et al.* (1983), avaliando a qualidade das silagens da parte aérea da mandioca, do capim-elefante e da parte aérea da mandioca associada ao capim-elefante, nas proporções de 25%, 50% e 75%, concluíram que houve uma influência benéfica da parte aérea da mandioca na fermentação das silagens.

O presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito do processamento e dos tempos de armazenamento do terço superior da rama de mandioca (STSRM), por meio da da composição química, da determinação das frações da proteína e dos carboidratos e da digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal e no Laboratório de Metabolismo Animal e Digestibilidade *in vitro* do Departamento de Zootecnia, da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Estado do Paraná.

O terço superior da rama de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz), cultivar Fibra, foi colhido com 12 meses de idade na região Noroeste do Paraná. A ensilagem do material foi feita no próprio local, sendo confeccionados 24 silos experimentais feitos de tubo PVC. 12 silos (de 40cm de altura por 10cm de diâmetro) foram preenchidos com o terço superior da rama de mandioca inteira (STSRMi), e os outros 12 silos, de iguais dimensões, foram preenchidos com o terço superior da rama de mandioca triturada (STSRMt). Os silos foram todos bem compactados, com densidade média de 540kg/m³ e vedados com lona preta. As silagens foram confeccionadas no mesmo dia. Os silos foram abertos em datas

diferentes, com os tempos de armazenamento (abertura dos silos) de 20, 40, 60 e 120 dias.

Na abertura dos silos foi realizada a determinação do pH, e a temperatura da forragem foi tomada a cada hora, durante 7 horas, inserindo o bulbo do pHmetro e/ou o bulbo do termômetro no centro dos mini-silos de PVC. Posteriormente, foram colhidas amostras das silagens e submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas e, em seguida, moídas em peneira com crivo de 1mm para posteriores análises.

As amostras foram analisadas para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), lignina e celulose segundo as recomendações de Silva (1990), e fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro livre de cinza e proteína (FDNcp) conforme Van Soest *et al.* (1991).

Os procedimentos empregados para o fracionamento da PB seguiram as recomendações de Licita *et al.* (1996). A fração A foi obtida pelo tratamento de 0,5g da amostra com 50mL de água destilada por 30 minutos, e pela adição subsequente de 10mL de ácido tricloroacético a 10% por mais 30 minutos. Em seguida, a amostra foi filtrada em cadinho de vidro que ficou por uma noite em estufa a 105°C. No dia seguinte, o cadinho foi pesado para determinar o nitrogênio no material residual. A diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio residual resultou a fração A.

O nitrogênio solúvel foi obtido incubando 0,5g da amostra em 50mL de tampão borato-fosfato e 1mL de solução de azida sódica (10%). Após 3 horas, a amostra foi filtrada em cadinho de vidro, determinando o nitrogênio residual. O nitrogênio solúvel total foi obtido pela diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio residual, tratado em tampão borato-fosfato. A fração B₁ foi determinada pela diferença entre o nitrogênio solúvel total e o nitrogênio não-protéico (Sniffen *et al.*, 1992).

A fração B₂ foi determinada pela diferença entre a fração insolúvel em tampão borato-fosfato e a fração nitrogenada insolúvel em detergente neutro (NIDN) (Sniffen *et al.*, 1992). A fração B₃ foi determinada pela diferença entre o NIDN e o nitrogênio insolúvel de detergente ácido (NIDA), sendo esta última considerada como a fração nitrogenada indisponível (C) (Van Soest *et al.*, 1991).

Os teores e as frações dos carboidratos foram determinados segundo as equações de Sniffen *et al.* (1992).

$$CNE = MO - (PB + EE + FDN_{cp})$$

$$CHT = 100 - (PB + EE + CINZAS)$$

$$\text{Fração C} = 100 * FDN (\%MS) * 0,01 * (LIG (\%FDN) * 2,4) / CHT (\%MS)$$

$$\text{Fração B}_2 = 100 * ((FDN (\%MS) - PIDN (\%PB) * 0,01 * PB (\%MS)) - FDN (\%MS) * 0,01 * LIG (\%FDN) * 2,4) / CHT (\%MS)$$

$$\text{Fração A} + B_1 = 100 - (\text{FRAÇÃO C} + B_2)$$

Em que:

CNE = carboidratos não-estruturais (considerados equivalentes às frações A e B₁), CHT = carboidratos totais, FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, e LIG = lignina.

Para a determinação da DIVMS foi adotada a técnica descrita por Tilley e Terry (1963) adaptada ao rúmen artificial e desenvolvida pela ANKOM[®] (instrumento DAISY), conforme descrito por Holden (1999). O líquido ruminal foi obtido de uma vaca da raça Holandesa, malhada de preto e em lactação, pesando aproximadamente 550kg, múltipara e, munida de fistula ruminal. Esse animal foi alimentado com 50% de volumoso e 50% de concentrado, sendo o volumoso composto de 65% de STSRM triturada e 35% de silagem de sorgo, conforme descrito na Tabela 1. Adotou-se um período de 8 dias para a adaptação do animal à alimentação.

Tabela 1. Ingredientes oferecidos e composição bromatológica (% da MS) da ração da vaca da raça Holandesa usada para coleta do líquido ruminal

Alimentos	kg/dia na MS
Silagem de Sorgo	3,02
STSRM	5,72
Milho	3,15
Farelo de Soja	1,73
Farelo de Trigo	3,49
Bicarbonato de Sódio	0,17
Calcário calcítico	0,07
Suplemento vitamínico	0,05
Microminerais	0,02
Sal	0,04
Composição bromatológica (%)	
MS	17,47
ELL (Mcal/kg)	1,36
PB	16,00
FDN	30,51
Ca	0,53
P	0,34

MS - matéria seca; ELL - energia líquida de lactação; PB - proteína bruta; FDN - fibra em detergente neutro; Ca - cálcio; P - fósforo

A DIVMS foi calculada pela diferença entre a quantidade incubada e o resíduo onde ficou após a incubação:

$$DIVMS = (MS \text{ (g) do alimento incubado} - MS \text{ (g) do resíduo}) / (MS \text{ (g) do alimento incubado}) \times 100.$$

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 2x4, sendo o terço superior da rama de mandioca inteira ou triturada com 3 repetições cada, e 4 tempos de armazenamento (20, 40, 60 e 120 dias).

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + A_iB_j + e_{ijk}, \text{ em que:}$$

μ = constante geral;

A = efeito do processamento i, onde i = 1 para triturada e i=2 para inteira;

B = efeito do tempo j, onde j = 1 a 4 (tempos de armazenamento);

AB = efeito da interação entre os tratamentos e tempos de armazenamento i e j;

eijk = erro aleatório associado a cada observação.

Os dados obtidos foram analisados utilizando o programa SAS (SAS, 1985), e as médias dos tratamentos foram comparadas por meio do teste Tukey. Para o fator tempos de armazenamento foi usada a regressão.

Resultados e discussão

Os valores do pH da STSRM inteira e triturada encontram-se na Tabela 2. Houve efeito significativo ($p < 0,05$) no processamento em que a STSRM_i apresentou pH superior ao da STSRM_t. Possivelmente, a STSRM_t permitiu melhor compactação, facilitando a fermentação. De acordo com Jobim (1999), o tamanho das partículas das forragens assume importância por facilitar o contato dos microrganismos com os açúcares solúveis. Além disso, Tiesenhausen (1987) recomendou, para um melhor aproveitamento pelo animal, que o feno e a silagem de rama de mandioca devem ser desintegrados e moídos. O mesmo autor encontrou para a silagem da parte aérea total de mandioca, pH de 3,99 a 4,04, e para a silagem do terço superior da rama de mandioca, pH de 4,11, valores inferiores aos encontrados no presente trabalho.

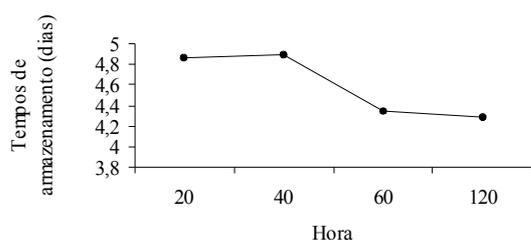
Tabela 2. Médias de pH da STSRM inteira e triturada nos tempos de armazenamento

pH	Tempos de armazenamento				Média	CV (%)
	20	40	60	120		
Inteira	5,24	5,24	4,87	4,40	4,93a	3,94
Triturada	4,50	4,55	3,82	4,19	4,27b	

Letras diferentes na coluna de média (triturada e inteira) apresentam diferenças significativas pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

Embora a silagem da parte aérea da mandioca sem picar também seja viável, desde que se faça uma boa compactação para obter alta densidade, é preferível sempre picar o material em partículas de 1cm a 2,5cm. Esse procedimento possibilita melhor compactação com aumento da densidade e, conseqüente redução da porosidade da silagem (Santos *et al.*, 2001).

Observando a Figura 1 nota-se que o pH comportou-se de forma cúbica com o avanço dos tempos de armazenamento. McDonald *et al.* (1991) observaram que antes do décimo dia de armazenamento ocorre estabilidade do pH, quando se trabalha com forrageira que apresenta altos teores de açúcar e baixos teores de proteína. Segundo Jobim (1999), um rápido declínio do pH é importante para assegurar a obtenção de uma silagem de alta qualidade quando o teor de matéria seca é baixo.



$$Y = 3,75792 - 0,09119x^1 - 0,00199x^2 + 0,00001056x^3$$

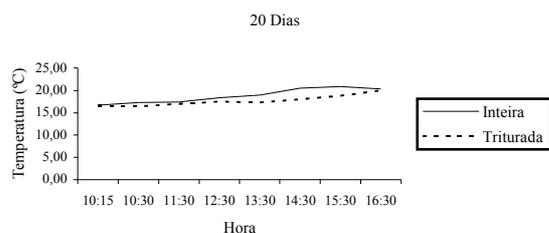
$$R^2 = 91\%$$

Figura 1. Variação do pH da STSRM de acordo com os tempos de armazenamento

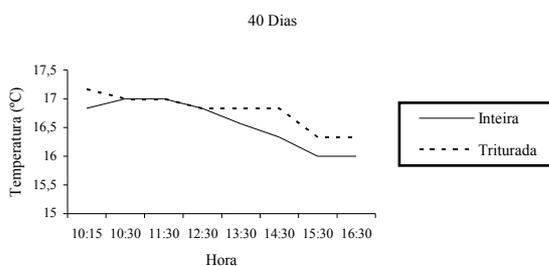
Rápida redução de pH é particularmente importante quando se ensila materiais com altos teores de PB, pois a atividade das enzimas proteolíticas é inibida quando o pH reduz de 4,5 a 4,0 (McDonald *et al.*, 1991). Assim, a resistência à alteração do pH durante o processo de fermentação ocorre devido à capacidade de tamponamento da planta, característica de cada forrageira em função dos teores de PB nas partes, alterando-se com os estádios de maturação (Moisio e Heikonen, 1994).

A Figura 2 mostra as temperaturas em função dos tempos de armazenamento para o efeito do processamento. De acordo com Jobim *et al.* (2002), a estabilidade da silagem pode ser definida como a velocidade de deterioração da forragem ensilada após o tempo de armazenamento. Dessa forma, por meio das variações da temperatura nos momentos seguintes à abertura do silo, pode-se observar a estabilidade da massa ensilada.

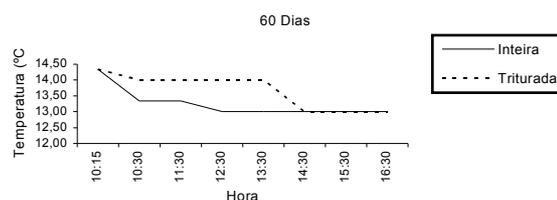
31/05/2000



20/06/2000



10/07/2000



08/09/2000

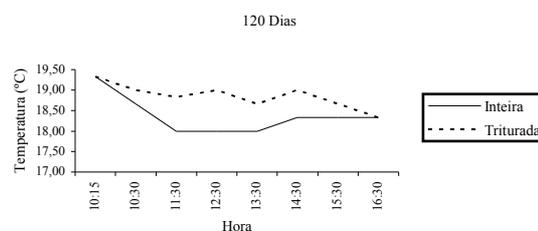


Figura 2. Temperaturas da STSRM inteira e triturada nos tempos de armazenamento (20, 40, 60 e 120 dias)

A composição bromatológica da STSRM encontra-se na Tabela 3. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) do processamento da STSRM para a MO, FDA, FDN, FDNcp, cinza, EE, lignina, celulose, hemicelulose, NIDN e NIDA. Observou-se, todavia, diferença significativa ($p < 0,05$) para a PB, que foi inferior para a STSRMt (19,19%) em relação aos valores encontrados para a STSRMi (21,17%) e para a MS e CHT, que foi superior para a STSRMt (25,51% e 69,90%, respectivamente) em relação à STSRMi (22,32% e 68,06%, respectivamente).

Tabela 3. Médias da composição bromatológica da STSRM inteira e triturada em função do processamento e dos tempos de armazenamento

Itens (%na MS)	Tipo	Tempos de Armazenamento				Média	Valor P			CV (%)
		20	40	60	120		L	Q	C	
Matéria seca	I	21,97	22,63	23,66	21,02	22,32b	ns	ns	ns	7,46
	T	25,56	25,98	26,92	23,57	25,51a				
Matéria Orgânica	I	93,37	92,46	93,07	93,50	93,10a	ns	0,0161 ¹	ns	0,55
	T	93,36	92,87	92,03	93,33	92,90a				
Cinza	I	6,63	7,54	6,93	6,49	6,90a	ns	ns	ns	7,37
	T	6,64	7,12	7,97	6,66	7,10a				
Extrato Etéreo	I	3,34	3,90	3,23	5,03	3,87a	ns	ns	ns	12,64
	T	3,20	3,40	3,33	4,73	3,81a				
FDN*	I	40,70	40,57	40,14	38,00	39,86a	ns	ns	ns	6,16
	T	39,51	41,20	39,48	38,73	39,73a				
FDA*	I	29,04	30,34	30,51	29,23	29,78a	ns	ns	ns	5,21
	T	29,07	29,95	30,25	30,08	29,84a				
FDNcp*	I	38,54	38,16	37,71	35,25	37,42a	ns	ns	ns	7,92
	T	36,07	37,79	35,70	35,34	36,23a				
Carboidratos Totais	I	69,44	67,32	69,71	65,75	68,06b	ns	ns	0,0078 ³	2,48
	T	71,69	69,47	70,36	68,07	69,90a				
Lignina	I	8,69	8,99	9,02	8,58	8,82a	ns	ns	ns	11,89
	T	8,37	9,33	9,20	9,51	9,12a				
Celulose	I	22,43	22,14	22,85	21,61	22,26a	ns	ns	ns	7,36
	T	21,61	21,51	20,83	22,23	21,55a				
Hemicelulose	I	11,66	10,22	9,64	8,76	10,07a	ns	ns	ns	18,16
	T	10,44	11,24	9,23	8,66	9,90a				
NIDA *	I	1,20	1,42	1,13	1,48	1,31a	ns	ns	ns	13,56
	T	1,08	1,32	1,15	1,37	1,23a				
NIDN *	I	2,40	2,51	2,28	2,87	2,52a	ns	ns	ns	14,30
	T	2,83	2,72	2,54	3,08	2,79a				

Letras diferentes nas colunas das médias (t = triturada e i = inteira) dentro de uma mesma análise diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$); * FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro

Modesto (2002) ao analisar a composição química da STSRMi, encontrou valores de MS (25,2%) e PB (19,5%) semelhantes aos valores encontrados no presente trabalho, para os mesmos componentes nas STSRMt. Oliveira (1984), por sua vez, obteve valores próximos somente para MS ao analisar a silagem da parte aérea total e a silagem do terço superior da rama de mandioca. Alencar *et al.* (1988), ao estudarem épocas e sistemas de corte da rama de mandioca, encontraram PB média de 24,30%. O menor teor de FDN encontrado no presente trabalho, comparado ao encontrado por Modesto (2002), pode ter ocorrido porque a rama contém menor percentagem de lignina em sua parede celular. Esse valor se deve provavelmente à menor relação caule/folha da planta.

A média para lignina (8,97%) encontrada neste trabalho foi inferior à relatada por Modesto (2002), que observou altas concentrações de lignina (12,4%), em STSRM, e por Euclides *et al.* (1979), os quais obtiveram valores para o feno de mandioca de 16,1%. Essa diferença pode ser atribuída à perda de folhas, fenômeno normal ao processo de fenação.

Os teores de PB da STSRM inteira e triturada foram superiores aos observados nas forrageiras, normalmente empregadas na alimentação de vacas em lactação, podendo ser comparados aos teores de PB da alfafa (19,2%) (Carvalho e Kato, 1987). A STSRM possui composição química semelhante à da alfafa em termos de PB, FDN, FDA e lignina (NRC, 2001).

Para o tempo de armazenamento, foi observado comportamento linear ($Y = 18,99752 + 0,01971X$) para a PB ($P < 0,0261$), quadrática ($Y = 94,17777 - 0,050x + 0,00036451x^2$), para a MO ($p < 0,0161$) e cúbico ($Y = 46,35366 - 0,98583x + 0,01843x^2 - 0,00009367x^3$), para CHT ($p < 0,0078$) (Tabela 3). Segundo Borges *et al.* (1997), pouca ou nenhuma alteração ocorre nos conteúdos de lignina e celulose no processo de ensilagem, indicando que os microrganismos fermentadores no silo não degradam essas frações. Borges *et al.* (1999), todavia, ao estudarem a silagem de sorgo de porte baixo, observaram diferenças significativas entre tempos de armazenamento nas concentrações de FDN e de hemicelulose, o que sugere hidrólise desses componentes estruturais com os tempos de armazenamento. Uma pequena parte dos carboidratos fermentados provém dessas frações. Além disso, e que se perde são os conteúdos celulares da planta, fazendo que a lixiviação eleve a quantidade desses componentes.

Na Tabela 4 encontram-se os resultados dos teores de PB e das frações nitrogenadas da STSRM. Para o tempo de armazenamento foi observado

comportamento linear ($Y = 18,99752 + 0,01971x$) para a PB ($p < 0,0261$). Observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) nos tipos de processamentos para a fração B₃, na qual a STSRMi (5,71% PB) foi inferior a STSRMt (8,14% PB). Dessa forma, a STSRM, quando triturada, apresentou maior proporção da fração de lenta degradação ruminal (fração B₃), ou seja, conforme Sniffen *et al.* (1992) proteína associada à parede celular potencialmente disponível no rúmen.

A fração A - Nitrogênio Não-Protéico (NNP) da STSRM, mostrou-se inferior (6,91% PB) à da maioria das forrageiras. É, todavia, semelhante ao feno de Coast-cross (7%PB) (Cabral *et al.*, 2000). Segundo Russel *et al.* (1992), os microrganismos ruminais fermentadores de carboidratos estruturais utilizam amônia como fonte de N. Porém, altas proporções de NNP podem resultar em maiores perdas nitrogenadas, devido à falta de esqueletos de carbono prontamente disponíveis para que a síntese de proteína microbiana ocorra.

Tabela 4. Frações nitrogenadas da silagem do terço superior da rama de mandioca

%PB Processamentos	Tempos de armazenamento				Média	Valor P			CV%
	20	40	60	120		L	Q	C	
PB Inteira	20,58	21,24	20,14	22,72	21,17a	0,0261	ns	ns	6,48
PB Triturada	18,46	19,41	18,35	20,54	19,19b				
A Inteira	9,73	8,31	2,40	11,54	7,99a	ns	ns	ns	63,81
A Triturada	5,26	6,44	3,94	7,64	5,82a				
B ₁ Inteira	16,41	21,79	18,07	19,67	18,99a	ns	ns	ns	40,95
B ₁ Triturada	17,24	16,17	18,03	17,60	17,26a				
B ₂ Inteira	62,11	58,14	62,04	56,11	59,60a	ns	ns	ns	8,96
B ₂ Triturada	62,18	63,34	64,23	59,78	62,38a				
B ₃ Inteira	5,91	5,14	5,64	6,14	5,71a	ns	ns	ns	18,34
B ₃ Triturada	9,44	7,27	7,55	8,31	8,14b				
C Inteira	5,84	6,62	5,58	6,53	6,14a	ns	ns	ns	10,25
C Triturada	5,86	6,78	6,26	6,68	6,39a				

Letras diferentes na coluna de média (triturada e inteira), dentro de uma mesma fração, diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

O perfil dos compostos nitrogenados da STSRM teve elevada participação percentual da fração B₂, responsável por 60,99% da PB. A proporção da fração C foi de 6,22%, a qual compreende a porção da parede celular vegetal que não é digerida ao longo de sua permanência no trato gastrointestinal (Sniffen *et al.*, 1992). A determinação dessas frações é importante para a formulação de dietas adequadas, assim como a maximização da eficiência de utilização do N tanto pelos microrganismos, quanto pelo próprio animal, reduzindo as perdas energéticas e nitrogenadas decorrentes da fermentação ruminal (Russell *et al.*, 1992).

Malafaia *et al.* (1997) encontraram para a silagem de milho, soja perene e feno de Coast-cross os seguintes valores: 24,04%; 17,62%; 28,06% de PB para a fração A, 8,67%; 2,16%; 1,70% de PB para a fração B₁, 40,27%; 50,48%; 15,04% de PB para a fração B₂, 14,77%; 1,62%; 43,97% de PB para a

fração B₃ e 12,25%; 27,12%; 11,24% de PB para a fração C, respectivamente.

Segundo Van Soest (1994), os níveis de nitrogênio total da silagem em relação aos da forragem fresca não se modificam, embora a fermentação possa alterar as proporções das frações nitrogenadas. Ao contrário desse autor, não foi observada diferença ($p>0,05$) para as frações nitrogenadas em função dos diferentes tempos de armazenamento no presente experimento.

A proporção das frações de carboidratos da STSRM está apresentada na Tabela 5. Para o tipo de processamento houve diferença apenas para o CNE, no qual a STSRM triturada (33,67%) foi superior à inteira (30,64%). Assim, as médias observadas para as frações A+B₁, B₂ e C foram, respectivamente, 27,78%; 41,40% e 30,83% CHT.

Os valores do perfil dos compostos de carboidratos mostraram-se próximos aos obtidos para as principais forrageiras empregadas na alimentação de bovinos, conforme descrito por Cabral *et al.* (2000), que encontraram os seguintes resultados para a silagem de milho: 17,32%; 58,60% e 24,08% CHT; silagem de sorgo: 25,25%; 54,89%; 19,86% CHT e feno de alfafa: 30,25%; 48,09%; 21,66% CHT para as frações A+B₁, B₂ e C, respectivamente. Malafaia *et al.* (1998) encontraram para a silagem de milho e soja perene os seguintes resultados para as frações A+B₁, B₂ e C: 21,7%; 29,3%; 60,7%; 33,9%; e 17,6%; 36,8% CHT respectivamente.

Tabela 5. Frações de carboidratos da silagem do terço superior da rama de mandioca

CHT %	Processamento	Tempo de Armazenamento (Dias)				Média	Valor P			CV %
		20	40	60	120		L	Q	C	
CNE *	Inteira	30,90	29,15	31,99	30,51	30,64b	ns	ns	ns	7,24
	Triturada	35,62	31,68	34,66	32,73	33,67a				
A+B ₁	Inteira	30,14	23,61	32,62	26,51	28,22a	ns	ns	0,0060 ¹	6,90
	Triturada	29,41	27,18	24,97	27,76	27,33a				
B ₂	Inteira	40,85	44,62	36,35	42,16	41,00a	ns	ns	0,0135 ²	3,32
	Triturada	42,56	41,25	43,66	39,73	41,80a				
C	Inteira	29,00	31,76	31,03	31,33	30,78a	0,0117 ³	ns	ns	5,53
	Triturada	28,03	31,57	31,37	32,51	30,87a				

Letras diferentes na coluna de média (triturada e inteira), dentro de uma mesma fração, diferem significativamente pelo teste Tukey ($p<0,05$); ¹Carboidratos não-estruturais, obtidos pela seguinte expressão: CNE = MO - (PB+EE +FDNcp)

Modesto (2002) observou, para as frações de carboidratos A+B₁, B₂ e C da STSRM, as seguintes médias: 25%; 32% e 43% CHT. O valor anteriormente citado para a fração A+B₁ foi semelhante à média encontrada no presente trabalho (27,78%).

Foi observado comportamento cúbico ($Y = 47,77513 - 1,33800x + 0,02434x^2 - 0,00012184x^3$) para as frações A+B₁ e B₂ ($Y = 32,84584 + 0,69154x - 0,01387x^2 + 0,00007226x^3$) ($P>0,05$) e linear ($Y = 29,31239 + 0,02522X$) para a fração C de carboidratos (Tabela 5), conforme aumentou o tempo de armazenamento da silagem.

A fração A + B₁ corresponde à fração solúvel dos carboidratos, constituída de açúcares simples de rápida degradação no rúmen, como o amido e a pectina. A proposta de caracterização dos carboidratos não-fibrosos, como somatório das frações A + B₁, fundamenta-se no aspecto da praticidade para cálculo de rações para ruminantes e no aspecto analítico, uma vez que as metodologias de determinação do amido não resultam em valores verossímeis e não apresentam boa repetibilidade em função da natureza heterogênea dos tecidos vegetais (Malafaia *et al.*, 1998).

A Tabela 6 mostra os valores para a digestibilidade *in vitro* na matéria seca da STSRM. Observou-se diferença significativa ($p<0,05$) para a DIVMS entre STSRM_i e STSRM_t. A STSRM_i foi superior quando comparada com a STSRM_t. A lignina não sofreu modificação significativa, mas seu valor foi superior em 0,3 unidades percentuais, na média para a STSRM_i em relação à STSRM_t, fato que pode ter contribuído para os resultados observados na DIVMS. Além disso, a trituração do terço superior da rama de mandioca facilita as perdas de conteúdo celular, diminuindo a digestibilidade, pois Jobim *et al.* (2002) descreveram que o conteúdo celular consiste principalmente de carboidratos solúveis, proteínas e ácidos orgânicos, que são rapidamente solubilizados no rúmen após a ruptura da célula.

Tabela 6. Digestibilidade *in vitro* na matéria seca (DIVMS) da STSRM_i (i=inteira) STSRM_t (t=triturada)

Tempo de Armazenamento (Dias)*	Tipo de Processamento		Média
	Inteira	Triturada	
20	71,79	69,92	70,86
40	69,74	67,46	68,60
60	71,17	68,27	69,72
120	75,86	69,77	72,81
Média	72,14a	68,86b	CV = 3,37%

Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si ($p<0,05$)

Alencar *et al.* (1988), ao estudarem diferentes épocas e sistemas de corte da rama de mandioca, observaram DIVMS média de 60,37%, valor esse inferior aos encontrados neste trabalho. Da mesma forma, Silva *et al.* (2001) registraram valores de 63,84% para a DIVMS na rama do terço superior da mandioca. Esses resultados também são inferiores aos encontrados neste trabalho. Essa variação pode ser decorrente das diferenças entre a época de colheita, idade e cultivares da rama de mandioca e, além disso, do alimento fornecido ao animal doador de líquido de rúmen, assim como outros fatores.

Para os tempos de armazenamento (Tabela 6), notou-se comportamento linear ($Y = 68,75734 + 0,02903X$), ou seja, a digestibilidade aumentou com o avanço dos tempos de armazenamento. Com 120 dias de ensilagem, a DIVMS média foi de 72,81, enquanto que com 40 e 60 dias de abertura a média foi de 68,60% e 69,72%, respectivamente. Van Soest

(1994), todavia, sugeriu que o processo de fermentação na silagem parece não aumentar sua digestibilidade. No presente trabalho foi observado o contrário, mas o importante é observar o coeficiente de variação que ficou na casa dos 3,37%.

Devido às poucas diferenças encontradas para a STSRM inteiras e trituradas, conclui-se que: 1) Pode-se recomendar a utilização da STSRM ensilada inteira, desde que, no momento de ensilagem, seja executada uma boa compactação para favorecer fermentação adequada. 2) Em relação aos tempos de armazenamento, a partir de 20 dias após a ensilagem a fermentação estará estabilizada, podendo proceder à abertura dos silos.

Referências

- ALENCAR, L. A. B. *et al.* Rendimento forrageiro e de raízes de mandioca submetida a diferentes épocas e sistemas de corte da parte aérea. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA*, 5., 1988, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: SBZ, 1988. p. 50.
- BORGES, A. L. C. C. *et al.* Silagens de sorgo com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo. II - Alterações nos carboidratos durante a fermentação. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, Belo Horizonte, v. 49, p.733-740, 1997.
- BORGES, A. L. C. C. *et al.* Silagem de sorgo de porte baixo com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo. II - Alterações nos carboidratos durante a fermentação. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, Belo Horizonte, v.51, n.5, p. 491-497, 1999.
- CABRAL, L. S. *et al.* Frações de carboidratos de alimentos volumosos e suas taxas de degradação estimadas pela técnica de produção de gases. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.29, n.6, p.2087-2098. 2000 (Suplemento 1).
- CARVALHO J. L. H. *et al.* Parte aérea da mandioca na alimentação animal. I. Valor nutritivo e qualidade da silagem. *In: COMUNICADO TÉCNICO*, 29., 1983, Brasília. *Anais...* Brasília: EMBRAPA - CPAC). 1983. 6p.
- CARVALHO, V. D.; KATO, M. S. A. Potencial de utilização da parte aérea da mandioca. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.13, n.145, p.23-28, 1987.
- EUCLIDES, V. P. B. *et al.* Efeito da suplementação com feno da parte aérea da mandioca sobre o consumo e digestibilidade da palha de arroz. *In: COMUNICADO TÉCNICO*, 1., 1979, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: Embrapa - CNPQC. 1979.
- GROXKO, M. Mandioca. Acompanhamento da Situação Agropecuária do Paraná: SEAB, Departamento de economia rural - Deral, Curitiba, v.24, n.9, p. 67-72. 1998.
- HOLDEN, L. A. Comparison of methods of *in vitro* matter digestibility for tem feeds. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.2, n.8, p. 1791-1794, 1999.
- JOBIM, C. C. Curso de produção e utilização de pastagens. Maringá: CPAF, 1999.
- JOBIM, C. C. *et al.* Qualidade de forragens conservadas versus produção e qualidade do leite de vacas. *In: SUL-LEITE - SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA LEITEIRA NA REGIÃO SUL DO BRASIL*, 2., 2002, Maringá. *Anais...*Toledo 2002. p. 98-122.
- LICITRA, G. *et al.* Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Amsterdam, v.57, n.4, p.347-358, 1996.
- MALAFAIA, P. A. M., *et al.* Determinação e cinética ruminal das frações protéicas de alguns alimentos para ruminantes. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.26, n.6, p. 1243-1251, 1997.
- MALAFAIA, P. A. M. *et al.* Determinação das frações que constituem os carboidratos totais e da cinética ruminal da fibra em detergente neutro de alguns alimentos para ruminantes. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.27, n.4, p. 790-796, 1998.
- McDONALD, P. *et al.* *The biochemistry of the silage*. Edinburg: J. Wiley and Sons Ltda, 1991.
- MODESTO, E. C. *Silagem de rama de mandioca (Manihot esculenta, Crantz) para vacas leiteiras em lactação: avaliação nutricional e desempenho produtivo*. 2002. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.
- MOISIO, T., HEIKOMEN, M. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Amsterdam, v. 47, n.1, 107-124, 1994.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Washington, D.C. 2001.
- OLIVEIRA, J. P. *Valor nutritivo do feno e da silagem da parte aérea da mandioca (Manihot esculenta Crantz) cv.IAC 12-829*. 1984. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola Superior de Lavras, Lavras, 1984.
- RUSSELL, J. B. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets ruminant fermentation. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- SANTOS, G. T. *et al.* Silagens alternativas de resíduos agro-industriais. *In: ANAIS DO SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS*. 2001, Maringá. *Anais...* Maringá, 2001, p. 262-285.
- SAS. *User's guide: statistics*. Version 5. ed. Cary, NC: SAS Institute, Inc., 1985.
- SILVA, D. J. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- SILVA, D. C. *et al.* Avaliação do uso de fezes equina e bovina como fonte de inóculo para determinação da digestibilidade *in vitro* de diferentes alimentos. *In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 10, 2001, Ponta Grossa. *Anais...*Ponta Grossa: UEPG, 2001. p.326-327.
- SNIFFEN, C. J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 70, n.10, p.3562-3577. 1992.
- TIESENHAUSEN, M. E. V. O feno e a silagem da rama de mandioca na alimentação de ruminantes. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.13, n.145, p. 42-47. 1987.
- TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.*, Oxford, v.18, n.2, p.104-111, 1963.
- VAN SOEST, P. J. *et al.* Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *In: Symposium Carbohydrate Methodology, Metabolism, and Nutritional Implications in*

Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.74, n.10, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P. *Nutritional ecology of the ruminant*. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994.

Received on January 09, 2003.

Accepted on September 15, 2003.