

Bagaço de mandioca na ensilagem do capim-elefante: qualidade das silagens e digestibilidade dos nutrientes

[Cassava bagasse in elephant grass ensilage: quality of the silage and digestibility of the nutrients]

F.F. Silva^{1,7}, M.S.M.A. Aguiar², C.M. Veloso^{1,7}, A.J.V. Pires^{1,7}, P. Bonomo¹, G.S. Dutra³,
V.S. Almeida³, G.G.P. Carvalho⁴, R.R. Silva¹, A.M. Dias⁵, L.C.V. Ítavo^{6,7}

¹Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB – Itapetinga, BA

²Escola Agrotécnica Federal – Guanambi, BA

³Zootecnista - Itapetinga, BA

⁴Aluno de pós-graduação – UFV – Viçosa, MG

⁵Aluno de pós-graduação – UEM – Maringá, PR

⁶Universidade Católica Dom Bosco – Campo Grande, MS

⁷Bolsista do CNPq

RESUMO

Utilizaram-se 16 novilhas $\frac{3}{4}$ Holandês-Zebu com idade média de 15 meses e peso médio inicial de 144kg, para avaliar o efeito da adição de diferentes níveis (5; 10; 15 e 20%) de bagaço de mandioca na ensilagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) sobre a qualidade e a digestibilidade dos nutrientes da dieta. Os tratamentos consistiram de quatro dietas contendo, como volumoso, silagem de capim-elefante com quatro diferentes níveis de bagaço de mandioca, mais concentrado balanceado, com quatro repetições por tratamento. Avaliou-se a qualidade das silagens, os consumos de nutrientes das dietas e as digestibilidades dos nutrientes das silagens e das dietas totais. O bagaço de mandioca elevou o teor de matéria seca (MS) da silagem, preservando-a com o pH que variou de 3,85 a 4,07 e a relação N-NH₃/NT de 6,2 a 7,85. Os consumos médios diários de MS e proteína bruta (PB) não diferiram entre os tratamentos (P>0,05). Os consumos médios de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) apresentaram comportamento linear decrescente (P<0,05) com o aumento dos níveis de bagaço de mandioca. Não foi detectada diferença entre os tratamentos (P>0,05) na digestibilidade da MS (DMS), da FDN (DFDN) e da FDA (DFDA) das silagens. Os nutrientes digestíveis totais (NDT) das silagens foram semelhantes em todos os tratamentos. A digestibilidade da PB (DPB), do extrato etéreo (DEE) e dos carboidratos não-fibrosos (DCNF) das silagens decresceu linearmente (P<0,05) com o aumento do nível do bagaço de mandioca nas silagens. Constatou-se que não houve diferença (P>0,05) na DMS, DPB, DFDN, DFDA, DEE, DCNF e NDT entre as dietas experimentais. O nível de adição de 5% de bagaço de mandioca à silagem de capim-elefante é satisfatório para sua preservação, propiciando boa digestibilidade.

Palavras-chave: bovino, digestão, resíduo, silagem, subproduto

ABSTRACT

Sixteen $\frac{3}{4}$ Holstein-Zebu heifers aging 15 month-old averaging 144kg were used to evaluate the effect of the additions of different levels of cassava bagasse (5; 10; 15 and 20%) to elephant grass (*Pennisetum purpureum*, Schum) ensilage on the diet quality and nutrients digestibility. The treatments consisted of four diets containing, as roughage, elephant grass silage with four different levels of cassava bagasse plus balanced concentrate, with four repetitions per treatment. Silages quality, diet nutrients intake and nutrients digestibility of the silages and total diets were evaluated. Cassava bagasse increased the dry matter (DM) content, of the silages preserving them with a pH varying from 3.85 to 4.07 and N-NH₃/NT

Recebido em 21 de julho de 2006

Aceito em 7 de fevereiro de 2007

E-mail: ffsilva@uesb.br

ratio from 6.2 to 7.85. Daily dry matter and crude protein (CP) mean intakes did not differ among the treatments ($P>0.05$). Neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) mean intakes showed a decreasing linear behavior ($P<0.05$) with the increase of cassava bagasse levels. There was no detected difference among the treatments ($P>0.05$) for DM (DMD), NDF (NDFD) and ADF digestibility (ADFD). The total digestible nutrients (TDN) of the silages were similar in all the treatments. The CP (CPD), ether extract (EED) and non-fiber carbohydrates digestibility (NFCD) of the silages decreased linearly ($P<0.05$) with the increase of cassava bagasse levels. There was no difference ($P>0.05$) in DMD, CPD, NDFD, AFD, EED, NFCD and TDN among the experimental diets. The 5% cassava bagasse addition to its elephant grass silage was satisfactory to preservation resulting in good digestibility of the elephant grass silage.

Keywords: bovine, digestion, residue, silage, by-product

INTRODUÇÃO

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) é uma das forrageiras mais difundidas, por ser perene, de alto potencial de produção e pela sua qualidade. É alternativa economicamente mais atrativa do que o estabelecimento de uma cultura anual para a produção de silagem (Corral et al., 1981).

Lavezzo (1985) sugere que, para a produção de silagem, o capim-elefante deve ser cortado com 50 a 60 dias de desenvolvimento, após o corte de uniformização, quando a planta apresenta melhor valor nutritivo. Contudo, verifica-se que o teor de MS da planta nessa idade é muito baixo (15 a 20%), o que não é recomendado para o processo de ensilagem. Para obter silagem de bom valor nutritivo, Faria (1986) recomenda que o teor de MS para a fermentação adequada deva estar entre 30 e 35%, dependendo da espécie utilizada.

O excesso de umidade da forragem para ensilagem constitui problema que vem sendo estudado por muitos autores (Van Soest, 1982; Abdalla et al., 1998; Vilela, 1998). Como alternativa para a redução da umidade, têm-se adicionado produtos ricos em matéria seca ou efetuado tratamentos que eliminem o excesso de umidade pelo processo de emurchecimento da forragem.

Os aditivos mais utilizados na ensilagem do capim elefante são os materiais secos, que elevam o teor de MS da silagem, e aumentam as chances de boa preservação. Entre esses materiais, citam-se as fontes de carboidratos, como fubá de milho, farelo de trigo, polpa cítrica e resíduos regionais da agroindústria.

Na região de Vitória da Conquista, BA, existem muitas casas de farinha e polvilho, e, nessas microagroindústrias, encontra-se um subproduto com preço acessível, resultante da produção do polvilho, o bagaço de mandioca, que tem sido fornecido, com resultados satisfatórios, para bovinos (Silveira, 1995). O bagaço de mandioca pode representar entre 10 e 20% do peso das raízes de mandioca utilizadas para a produção de amido, sendo que o mesmo pode conter até 60% de amido (Butriago, 1990). Cereda (1994) observou que, enquanto a raiz integral da mandioca apresenta cerca de 94% de carboidratos, os resíduos da extração de fécula têm até 75% de amido, sendo que esses resíduos têm valor energético inferior aos das raízes (Melotti, 1972). Portanto, esse material pode constituir um aditivo energético promissor na produção de silagem de capim-elefante. De acordo com Abrahão (2000), o valor energético do bagaço é de 74,83% de NDT.

Ao estudarem a qualidade da silagem de capim elefante, Ferrari Jr. e Lavezzo (2001) verificaram que o emurchecimento é alternativa viável para diminuir a umidade, porém o uso do farelo de mandioca pode elevar os teores de MS e carboidratos solúveis da silagem. Esses autores, ao avaliarem a qualidade da silagem de capim-elefante emurchecido, com níveis de inclusão do farelo de mandioca de até 12%, observaram aumento de 7,5% nos teores de MS (28,61%) das silagens aditivadas com maiores níveis de farelo de mandioca em relação à silagem sem aditivos (26,61%), mas esse aumento não foi suficiente para melhorar a qualidade da silagem, pois não houve diferença significativa nos valores de pH, nitrogênio amoniacal e ácido butírico.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar a qualidade e a digestibilidade dos nutrientes das silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) com inclusão de bagaço de mandioca e de dietas contendo as mesmas silagens.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se capim-elefante, var Napier, manualmente, rente ao solo, com idade de 80 dias, e picado em picadeira estacionária, homogeneizado e imediatamente ensilado. Em quatro silos do tipo superfície, com dimensões que permitiram a retirada das fatias de corte superiores a 20cm por dia, os tratamentos consistiram de quatro níveis de inclusão de bagaço de mandioca às silagens de capim-elefante, na base da matéria natural (MN), quais foram: 5, 10, 15 e 20%. O bagaço de mandioca foi pesado, de acordo com a proporção de cada tratamento, e adicionado à forragem à medida que o material picado era colocado no silo, para manter distribuição homogênea dos materiais no processo de enchimento.

Foram utilizadas 16 novilhas $\frac{3}{4}$ Holandês-Zebu, com peso médio de 144 ± 18 kg e idade média de 15 meses, identificadas com brincos numerados. Os animais foram alojados em baias individuais cobertas, com piso de concreto, providas de cocho individual de concreto para alimentação e bebedouro automático, comum a duas baias. No início do experimento, as novilhas foram pesadas e distribuídas em quatro tratamentos e quatro repetições em delineamento inteiramente ao acaso.

Os tratamentos consistiram de quatro dietas, com concentrado padronizado para terem teor semelhante de proteína bruta (14%) e, com volumoso, silagem de capim-elefante aditivada.

Durante o período de adaptação de 14 dias, os animais foram tratados contra ecto e endoparasitas e alimentados somente com as silagens dos respectivos tratamentos, para a determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes das silagens. O período experimental teve duração de 56 dias.

As dietas foram formuladas com silagem de capim-elefante e bagaço de mandioca para promoverem ganho de peso corporal (PC) diário de 0,70kg, de acordo com o NRC (Nutrient..., 2001), baseando-se nas análises bromatológicas das silagens, feitas no início do período de adaptação. O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi estimado a partir da equação de regressão $NDT = 74,49 - 0,5635 * FDA$ ($R^2 = 0,84$), descrita por Capelle et al. (2001), para volumosos. A relação volumoso:concentrado encontrada na dieta do tratamento com 5% (60:40) foi a mesma utilizada em todas as outras dietas dos demais tratamentos. As dietas foram calculadas na tentativa de serem isoprotéicas.

As proporções dos ingredientes nos concentrados são apresentadas na Tab. 1, na base da MN, de acordo com o teor de bagaço de mandioca. Para esses cálculos estimativos, foram compiladas da literatura as composições químicas da silagem de capim-elefante e dos ingredientes do concentrado, de acordo com Capelle (2000), encontrando-se relação volumoso:concentrado de 60:40, na base da MS.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes nos concentrados (%), na base da matéria natural, para novilhas leiteiras segundo o nível de bagaço de mandioca

Ingrediente	Nível de bagaço de mandioca na silagem (%)			
	5	10	15	20
Fubá de milho	57,00	56,20	55,50	54,70
Farelo de soja	36,90	37,70	38,40	39,20
Uréia	2,00	2,00	2,00	2,00
Sulfato de amônia	0,30	0,30	0,30	0,30
Calcário calcítico	1,70	1,70	1,70	1,70
Fosfato bicálcico	1,20	1,20	1,10	1,10
Sal mineral ¹	1,00	1,00	1,00	1,00

¹Sal mineral: cálcio= 11,95%, cobalto= 155ppm, fósforo= 6,5%, magnésio= 0,75%, enxofre= 0,3%, sódio= 18,0%, selênio= 13,5ppm, cobre= 1750ppm, zinco= 3750ppm, manganês= 1820ppm, iodo=, 115ppm, ferro= 980ppm, flúor= 650ppm, níquel 35ppm.

As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia (às 7 e às 17 horas), sendo a quantidade calculada de modo a permitir sobras de 5 a 10%, com água à vontade. O ofertado e as sobras foram pesados diariamente para determinação do consumo. As amostras de silagem foram colhidas diariamente e agrupadas em amostras compostas para cada período de sete dias. O concentrado foi amostrado semanalmente enquanto as sobras diariamente foram agrupadas em amostras compostas para cada período de 14 dias. Todas as amostras dos materiais (silagens, concentrados e sobras) foram armazenadas a -5°C e, posteriormente, pré-secas em estufa de ventilação forçada a 65°C e moídas em moinho com peneira de malha de 1mm, para posteriores análises laboratoriais. Foram calculados os consumos diários de MS e dos nutrientes (PB, FDN, FDA e NDT), em kg, % do PC, em relação ao tamanho metabólico e em relação à conversão alimentar.

As determinações de MS, nitrogênio total, extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fósforo (P) foram realizadas conforme técnicas descritas por Cunniff (1995), sendo a PB obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25. A solução mineral para determinação dos macrominerais foi preparada por via seca. Após as diluições, o teor de cálcio foi determinado por titulação com EDTA 0,025 N (quelato métrico), e o de fósforo por colorimetria. A FDN e a FDA foram determinadas pelo método seqüencial de Robertson e Van Soest (1981). Nas análises de FDN e FDA dos concentrados, silagens e sobras, foi adicionada amilase termoestável para minimizar interferência do amido. Os carboidratos não-fibrosos foram obtidos pela relação $\text{CNF} = [100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{MM} + \% \text{FDN})]$, e os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos conforme recomendações de Sniffen et al. (1992).

No período de adaptação (14 dias) foi realizado o estudo da digestibilidade aparente dos nutrientes das silagens, sendo que os sete primeiros dias de adaptação e os sete dias subsequentes consistiram no período experimental (coleta das amostras de alimento, sobras e fezes). De forma semelhante, foi determinada a digestibilidade das dietas (silagem + concentrado), na sexta semana de avaliação do desempenho. As fezes foram coletadas em pás adaptadas, sendo pesadas, homogeneizadas e armazenadas, a -5°C , na proporção de 10% do total coletado em 48 horas, e, posteriormente, pré-

secas em estufa de ventilação forçada a 65°C e moídas em moinho com peneira de malha de 1mm, para posteriores análises laboratoriais.

A análise de regressão foi realizada por intermédio de polinômios ortogonais, pela decomposição da soma de quadrados de tratamento (níveis de bagaço de mandioca na silagem) em efeito linear e quadrático, com nível de significância de 5% (Ribeiro Junior, 2001). Também, como critério auxiliar na escolha do modelo, foi observado o coeficiente de determinação, calculado como a relação entre a soma de quadrado da regressão e a soma de quadrado de tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As composições químicas do bagaço de mandioca e das silagens, dos concentrados e das dietas encontram-se nas Tab. 2, 3 e 4, respectivamente.

Os tratamentos foram eficientes na redução da umidade do material a ser ensilado (Tab. 2), pois o teor de MS da silagem decresceu linearmente ($P < 0,05$) à medida que houve aumento do bagaço de mandioca. O teor de MS da forragem variou de 25,09 a 33,12, faixa considerada adequada para ocorrerem fermentações desejáveis, o que resulta em silagens de boa qualidade, conforme pode ser observado pela média de pH (3,96). McDonald (1991) observou que o teor de MS para a fermentação adequada está entre 30 e 35%. Segundo Breirem e Ulvesli (1960), o pH de silagem de milho de boa qualidade deve variar entre 3,8 a 4,2.

O teor de $\text{N-NH}_3\text{-NT}$ ficou abaixo de 7,9 (Tab. 2). Considerando-se que o N-NH_3 é produto de fermentações clostrídicas, e o teor de amônia normalmente não deve ultrapassar valores de 11 a 12% do nitrogênio total em silagens bem conservadas (Silveira, 1975), fica evidente que as silagens estudadas apresentaram fermentações desejáveis.

A inclusão do bagaço de mandioca na silagem de capim elefante reduziu linearmente ($P < 0,05$) os teores de PB, EE, FDN e FDA nas silagens aditivadas, haja vista que esse resíduo apresenta menores teores desses nutrientes do que o capim-elefante. Conseqüentemente, como o bagaço de mandioca possui maiores teores de CNF que o capim-elefante, a sua inclusão propiciou aumentos lineares desse nutriente nas silagens.

Bagaço de mandioca na ensilagem...

Tabela 2. Médias e equações de regressões dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não-fibrosos (CNF), cálcio (Ca), fósforo (P), potencial hidrogeniônico (pH) e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT) do bagaço de mandioca e das silagens de capim-elefante aditivadas com bagaço de mandioca e os respectivos coeficientes de determinação (R²) e de variação (CV)

	Bagaço de mandioca	Nível de bagaço de mandioca na silagem (%)				Regressão	R ²	CV
		5	10	15	20			
MS (%)	87,50	25,09	28,14	31,11	32,13	²	0,96	3,39
MO ¹	98,38	91,83	93,01	94,51	94,26	³	0,85	0,90
PB ¹	1,91	4,66	4,49	4,09	4,00	⁴	0,97	4,72
EE ¹	0,60	3,51	3,19	2,88	2,65	⁵	0,95	19,22
FDN ¹	12,02	70,43	61,57	53,99	51,16	⁶	0,93	5,47
FDA ¹	6,73	41,83	36,02	31,25	30,16	⁷	0,91	5,80
CNF ¹	83,85	13,22	23,75	33,56	36,44	⁸	0,92	12,46
Ca ¹	0,14	0,33	0,32	0,32	0,33	$\hat{Y} = 0,33$	-	11,36
P ¹	1,80	0,13	0,16	0,11	0,13	$\hat{Y} = 0,13$	-	43,79
pH	-	4,07	3,98	3,85	3,95	$\hat{Y} = 3,96$	-	4,02
N-NH ₃ /NT	-	7,85	7,00	6,21	6,20	$\hat{Y} = 6,82$	-	6,77

¹Porcentagem da MS; ² $\hat{Y}=23,18+0,477*BM$; ³ $\hat{Y}=91,20+0,175*BM$; ⁴ $\hat{Y}=4,90-0,046*BM$; ⁵ $\hat{Y}=3,11-0,045*BM$; ⁶ $\hat{Y}=75,08-1,245*BM$; ⁷ $\hat{Y}=44,48-0,756*BM$; ⁸ $\hat{Y}=8,10+1,511*BM$.

As composições químicas dos concentrados (Tab. 3) foram padronizadas, para terem valores aproximados de maneira que não interferissem nas análises das silagens aditivadas. Os concentrados apresentaram médias semelhantes na maioria dos nutrientes, à exceção da PB que teve que aumentar linearmente para que a dieta

fosse isoprotéica, e os CNF diminuíram linearmente nos concentrados dos tratamentos que receberam mais bagaço de mandioca na silagem, pois esses concentrados receberam menos milho, ingrediente com mais CNF do que o farelo de soja.

Tabela 3. Médias e equações de regressão dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos (CNF), cálcio (Ca) e fósforo (P) dos concentrados e os respectivos coeficientes de determinação (R²) e de variação (CV)

	Nível de bagaço de mandioca na silagem (%)				Regressão	R ²	CV
	5	10	15	20			
MS (%)	87,54	87,65	87,76	87,72	$\hat{Y}=87,69$	-	0,67
MO ¹	93,12	92,89	92,76	92,82	$\hat{Y}=92,64$	-	0,80
PB ¹	27,38	28,09	28,10	28,65	²	0,87	3,07
EE ¹	3,04	2,95	3,39	3,14	$\hat{Y}=3,13$	-	13,90
FDN ¹	15,56	14,75	15,43	15,99	$\hat{Y}=15,43$	-	9,73
FDA ¹	5,17	4,78	5,05	5,07	$\hat{Y}=5,02$	-	14,08
CNF ¹	47,14	47,10	45,83	45,04	³	0,98	4,10
Ca ¹	1,26	1,37	1,25	1,24	$\hat{Y}=1,28$	-	11,36
P ¹	0,56	0,62	0,52	0,63	$\hat{Y}=0,58$	-	43,79

¹Porcentagem da MS; ² $\hat{Y}=27,06+0,086*BM$; ³ $\hat{Y}=49,25-0,177*BM$.

Pode-se observar que as dietas apresentaram teores semelhantes de PB, Ca e P (Tab. 4). O aumento da inclusão do bagaço de mandioca nas silagens propiciou nas dietas menores teores de FDN e FDA e maiores teores de CNF, em função de o bagaço de mandioca apresentar menor teor de fibra e maior teor de CNF que o capim elefante (Tab. 2).

Na Tab. 5 estão apresentados os consumos diários de MS, PB, FDN e FDA, expressos em quilogramas por dia (kg/dia), porcentagem do peso corporal (%PC) e em gramas por unidade de tamanho metabólico (g/kg^{0,75}), com as respectivas equações de regressão e coeficientes de variação e determinação.

Tabela 4. Médias de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não-fibrosos (CNF), cálcio (Ca) e fósforo (P), obtidos para as quatro dietas experimentais

Item	Nível de bagaço de mandioca na silagem (%)			
	5	10	15	20
MS (%)	34,92	38,55	41,82	43,36
MO ¹	92,33	92,96	93,82	93,67
PB ¹	13,55	13,88	13,61	14,07
EE ¹	3,33	3,09	3,08	2,85
FDN ¹	48,97	42,94	38,70	36,79
FDA ¹	27,49	23,59	20,86	19,91
CNF ¹	26,49	33,05	38,42	39,95
Ca ¹	0,694	0,738	0,689	0,678
P ¹	0,298	0,343	0,273	0,334

¹Porcentagem da MS.

Tabela 5. Médias e equações de regressões ajustadas dos consumos diários de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) e os respectivos coeficientes de determinação (R²) e de variação (CV)

		Nível de bagaço de mandioca na silagem (%)				Regressão	R ²	CV
		5	10	15	20			
Consumo de MS								
kg/dia		5,52	5,21	6,38	5,10	$\hat{Y}=5,56$	-	13,95
%	peso	3,27	3,00	3,45	3,00	$\hat{Y}=3,18$	-	6,62
corporal								
g/kg ^{0,75}		118,00	108,89	127,15	107,89	$\hat{Y}=115,42$	-	7,37
Consumo de PB								
kg/dia		0,670	0,652	0,808	0,660	$\hat{Y}=0,700$	-	14,36
%	peso	0,395	0,373	0,440	0,385	$\hat{Y}=0,400$	-	8,02
corporal								
g/kg ^{0,75}		14,212	13,544	16,175	13,923	$\hat{Y}=14,464$	-	7,77
Consumo de FDN								
kg/dia		2,60	2,14	2,37	1,79	$\hat{Y}=2,77143-0,0438X$	0,67	14,72
%	peso	1,54	1,23	1,28	1,05	$\hat{Y}=1,63488-0,0288X$	0,82	7,04
corporal								
Consumo de FDA								
kg/dia		1,46	1,17	1,26	0,970	$\hat{Y}=1,56727-0,0436X$	0,77	15,08
%	peso	0,867	0,674	0,680	0,558	$\hat{Y}=0,92480-0,0184X$	0,86	7,40
corporal								

O consumo de MS dos animais nos tratamentos foi semelhante ($P>0,05$). Os valores médios de consumo de MS, expressos em kg/dia, %PC e g/kg^{0,75}, foram 5,56; 3,18 e 115,42, respectivamente. Não ocorreu aumento no consumo de MS com o aumento da inclusão do bagaço na silagem, talvez pelo fato de o valor energético do bagaço ser semelhante ao da silagem de capim-elefante. Ramos et al. (2000a), ao trabalharem com o bagaço de mandioca em substituição ao milho no concentrado de novilhos, verificaram que, em níveis acima de 48,7%, o consumo de MS foi reduzido.

Os valores do consumo de PB, expressos em kg/dia, %PC e g/kg^{0,75}, foram 0,70; 0,40 e 14,46, respectivamente. O consumo de PB não diferiu entre os tratamentos ($P>0,05$), já que as dietas foram padronizadas para conterem valores protéicos próximos e não houve diferença no consumo de MS entre as dietas.

O consumo de FDN, expresso em kg/dia e %PC, apresentou comportamento linear decrescente com o aumento do nível de bagaço (Tab. 5), em razão da redução de FDN na dieta, que apresentou valores médios de 48,97; 42,94;

Bagaço de mandioca na ensilagem...

38,70 e 36,79%, para os tratamentos com 5, 10, 15 e 20% de inclusão de bagaço de mandioca à silagem. Os teores de FDN não influenciaram o consumo de MS (Tab. 4).

O consumo de FDA, expresso em kg/dia e %PC, apresentou comportamento linear decrescente com o aumento do nível de bagaço (Tab. 5), em razão de redução da FDA na dieta, que apresentou valores médios de 27,49; 23,59; 20,86 e 19,91%, para os tratamentos com 5, 10, 15 e 20% de bagaço de mandioca (Tab. 4). Neste trabalho, os teores de FDA na dieta não restringiram o consumo de MS, sendo que a equação de regressão encontrada para consumo de FDA como %PC foi: consumo de FDA=0,92480 - 0,0184066X (P<0,05 e R²=0,86). O consumo de FDA variou de 0,867 a 0,558%PC. Ramos et al. (2000) observaram que o consumo de FDA digestível elevou-se linearmente com o aumento da substituição do milho por bagaço de mandioca, o que é esperado, pois o conteúdo de FDA do bagaço de mandioca é bem maior que o do milho (29,4 vs 3%). O consumo de FDA decresceu linearmente com o aumento do bagaço de mandioca na silagem de capim-elefante, o qual apresenta mais FDA.

Na Tab. 6 estão apresentados os coeficientes de digestibilidade da MS, da PB, da FDN, da FDA, do EE e dos CNF e o valor de NDT obtidos para as quatro silagens experimentais.

Não houve efeito (P>0,05) dos níveis de bagaço de mandioca na silagem sobre a digestibilidade da MS. A participação do bagaço de mandioca na silagem na base da MS foi de 17,4; 34,8; 52,2 e 69,6% para os níveis de 5; 10; 15; e 20% de bagaço de mandioca na silagem. Isso evidencia que o valor energético do bagaço não é tão elevado quanto se esperava. O valor médio do coeficiente de digestibilidade da MS encontrado neste experimento, para a silagem do capim-elefante com aditivo de bagaço de mandioca (56,77%) está próximo dos valores encontrados por Freitas (2001), para o consumo e a digestibilidade dos nutrientes das silagens de cana-de-açúcar e da raspa e casca de mandioca ensiladas com polpa cítrica peletizada, utilizando como dieta basal silagem de milho e farelo de soja para novilhos. Os valores médios encontrados, por esse autor, para os coeficientes de digestibilidade da MS foram de 56,40; 65,08; 46,53 e 53,49% para as silagens de milho; raspa de mandioca com polpa cítrica; silagem da casca com polpa cítrica e silagem de cana-de-açúcar com polpa cítrica, respectivamente.

Tabela 6. Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (DMS), da proteína bruta (DPB), da fibra em detergente neutro (DFDN), da fibra em detergente ácido (DFDA), do extrato etéreo (DEE), dos carboidratos não-fibrosos (DCNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das silagens aditivadas com bagaço de mandioca, equações de regressão e coeficientes de determinação (R²) e variação (CV)

	Nível de bagaço de mandioca na silagem (%)				Regressão	R ²	CV
	5	10	15	20			
DMS	53,42	58,84	56,05	58,79	$\hat{Y} = 56,77$	-	9,37
DPB	38,06	35,60	27,47	22,03	$\hat{Y} = 44,8466 - 0,0112X$	0,97	24,75
DFDN	50,10	51,00	39,36	42,60	$\hat{Y} = 45,77$	-	16,06
DFDA	43,33	35,39	35,30	39,08	$\hat{Y} = 38,28$	-	26,53
DEE	76,53	67,34	53,67	67,90	$\hat{Y} = 76,2480 - 0,07908X$	0,80	11,22
DCNF	91,92	81,35	87,14	86,08	$\hat{Y} = 89,5630 - 0,02349X$	0,52	3,42
NDT	53,61	57,52	53,58	56,98	$\hat{Y} = 55,42$	-	9,59

O coeficiente de digestibilidade da PB decresceu linearmente (P<0,05) com o aumento do nível do bagaço de mandioca na silagem em razão do baixo teor de PB das silagens (4,66; 4,49; 4,09 e 4,00%PB para os tratamentos de 5; 10; 15 e 20% de adição de bagaço de mandioca, Tab. 2). As médias dos coeficientes de digestibilidade da PB para os níveis de 5; 10; 15 e 20% de adição do bagaço de mandioca foram de 38,06; 35,6; 27,47 e 22,03%, respectivamente. A digestibilidade da

proteína foi baixa em razão de a dieta ser exclusivamente composta de silagem aditivada e o teor de PB das silagens ser inferior ao recomendado para se ter uma boa digestibilidade. Milford e Milson (1966) sugerem o mínimo de 7% de PB na dieta para boa digestibilidade; abaixo desse valor, ocorre redução na digestibilidade da proteína.

O coeficiente de digestibilidade da FDN não

diferiu significativamente ($P>0,05$) entre os tratamentos. A média do coeficiente de digestibilidade da FDN foi 45,76%. Caldas Neto et al. (2000), ao avaliarem a digestibilidade dos nutrientes de rações que continham diferentes fontes energéticas: milho; milho + casca de mandioca desidratada; raspa de mandioca; e farinha de varredura; em novilhos da raça Holandesa, observaram que não houve diferença, entre as dietas experimentais, para digestibilidade da FDN, com valor médio de 45,20%, semelhante ao valor encontrado neste trabalho (45,75%). Freitas (2001), ao utilizar dieta à base de silagem de milho e farelo de soja, encontrou valores médios dos coeficientes de digestibilidade da FDN de 35,07; 39,34; 15,90 e 36,28% para as silagens de milho; raspa de mandioca com polpa cítrica; casca com polpa cítrica e cana-de-açúcar com polpa cítrica, respectivamente.

O coeficiente de digestibilidade da FDA não diferiu ($P>0,05$) entre os tratamentos. Marques et al. (2000), ao estudarem novilhas para avaliar o efeito da substituição do milho pela casca de mandioca, farinha de varredura e raspa de mandioca sobre a digestibilidade da FDA, encontraram valor médio de 33% de coeficiente de digestibilidade para a substituição do milho pela farinha de varredura, valor inferior aos observados neste trabalho para a digestibilidade de FDA das silagens aditivadas.

Tabela 7. Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (DMS), da proteína bruta (DPB), da fibra em detergente neutro (DFDN), da fibra em detergente ácido (DFDA), do extrato etéreo (DEE), dos carboidratos não-fibrosos (DCNF) e dos nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas contendo diferentes níveis de bagaço de mandioca na silagem e coeficientes de variação (CV).

	Nível de bagaço de mandioca na silagem (%)				ER	CV
	5	10	15	20		
DMS	60,93	65,00	67,68	66,34	$\hat{Y}=64,99$	8,62
DPB	70,46	65,70	69,28	68,06	$\hat{Y}=68,38$	7,07
DFDN	40,94	49,88	44,58	42,51	$\hat{Y}=44,48$	19,46
DFDA	44,00	51,59	45,2	44,26	$\hat{Y}=46,26$	18,43
DEE	70,00	61,56	66,32	67,46	$\hat{Y}=66,36$	10,20
DCNF	95,94	88,31	91,20	91,40	$\hat{Y}=91,71$	3,97
NDT	60,26	64,01	66,32	66,05	$\hat{Y}=64,16$	7,95

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) na digestibilidade da MS, da PB, da FDN, da FDA, do EE, dos CNF e nos NDT entre as dietas experimentais, o que evidencia que o valor energético do bagaço de mandioca é semelhante ao da silagem do capim-elefante.

O coeficiente de digestibilidade do EE decresceu linearmente ($P<0,05$) com o aumento do nível do bagaço de mandioca na silagem, semelhante ao que foi observado para porcentagens de EE (Tab. 2). Esses resultados podem ser explicados pelo baixo teor de EE no bagaço de mandioca.

Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade dos CNF decresceram linearmente ($P<0,05$), apesar de o teor de carboidrato aumentar (Tab. 2). Uma provável explicação para esse fato seria a menor digestibilidade dos CNF do bagaço de mandioca (amido) em relação aos CNF do capim-elefante (carboidratos solúveis).

Os valores de NDT não diferiram entre os tratamentos ($P>0,05$). O valor médio encontrado (55,42%) pode ser considerado bom, e a não diferenciação entre os valores energéticos das silagens com mais bagaço de mandioca sugere que o valor energético do bagaço de mandioca é semelhante ao do capim utilizado neste experimento.

Na Tab. 7 são mostradas as médias dos coeficientes de digestibilidade (%) da MS, PB, FDN, FDA, EE, CNF e NDT das dietas experimentais.

Mesmo com maior participação do bagaço de mandioca na dieta, na base da MS, de 10,46; 20,92; 31,38 e 41,84% nas dietas com 5; 10; 15 e 20% de bagaço de mandioca na silagem, não houve alteração da digestibilidade da MS, provavelmente em razão do médio valor energético do bagaço de mandioca. Valor

semelhante foi encontrado por Ramos et al. (2000), que trabalharam com novilhos mestiços e com dietas nas quais o milho era substituído por bagaço de mandioca nas proporções de 0, 33, 66 e 99%. Esses autores não observaram diferença significativa entre os tratamentos e obtiveram média de 62,90%. Caldas Neto et al. (2000), também ao pesquisarem diferentes fontes energéticas: milho, milho + casca de mandioca, raspa de mandioca e farinha de varredura para novilhos da raça holandesa, não observaram diferenças entre os coeficientes de digestibilidade dos tratamentos, com o valor médio de 64,30%. Os valores médios encontrados por esses dois últimos autores são semelhantes ao observado no presente trabalho para a digestibilidade da MS da dieta (64,99%).

Marques et al. (2000), ao estudarem novilhas para avaliar o efeito da substituição do milho pela casca de mandioca, farinha de varredura e raspa de mandioca sobre a digestibilidade da MS, encontraram maior coeficiente de digestibilidade da MS para a ração com raspa de mandioca (73,2%) em relação à dieta com milho (53,7%). Porém, os valores de digestibilidade da MS para a dieta com casca de mandioca (63,1%) e farinha de varredura (63,1%) foram intermediários, não diferiram estatisticamente entre si e foram similares ao do presente trabalho (64,99%).

Os autores citaram que a maior digestibilidade para a raspa de mandioca deve-se, provavelmente, ao maior nível de amido e à maior degradabilidade ruminal do amido da mandioca. Caldas Neto et al. (2000) verificaram valores de 70,2; 62,8; 64,6 e 65,5%, respectivamente, para o coeficiente de digestibilidade aparente da MS, ao utilizarem dietas à base de silagem de milho mais farelo de soja com raspa de mandioca, milho com casca de mandioca, milho e farinha de varredura, fornecidas a novilhos.

Também Andrade et al. (1994) verificaram o coeficiente de digestibilidade da MS de 65,20% para dieta contendo 30% de raspa de mandioca ensilada, fornecida a bovinos, juntamente com feno de Coastcross, levedura e uréia. Da mesma forma, Marques et al. (2000) encontraram coeficientes de digestibilidade da MS de 53,70; 63,10 e 73,20, respectivamente, para as dietas contendo milho, casca e raspa de mandioca como fonte energética e silagem de milho como

volúmoso. O coeficiente de digestibilidade da MS encontrado por Freitas (2001), ao trabalhar com silagem da raspa de mandioca (o mesmo bagaço de mandioca utilizado no presente experimento) mais polpa cítrica para novilhos, foi de 65,08%. Os resultados encontrados por todos esses autores são semelhantes ao valor obtido no presente trabalho (64,99%) e, de acordo com o último autor, os resíduos industriais apresentam grande variação na sua composição, o que, aliado à sua forma de apresentação (desidratado ou ensilado), pode levar a diferenças no coeficiente de digestibilidade, o que dificulta a comparação dos dados.

O coeficiente de digestibilidade da PB da dieta encontrado neste trabalho (68,38%) indica que o bagaço de mandioca não influencia a digestibilidade da PB, pois, não houve diferença estatística entre os tratamentos. Caldas Neto et al. (2000) verificaram os valores de coeficiente de digestibilidade da PB de 63,40 e 69,70% para dietas contendo casca e raspa de mandioca, fornecidas a novilhos com consumo restrito a 2%PC, valores estes semelhantes ao encontrado no presente trabalho (68,38%). Freitas (2001), ao trabalhar com silagem de raspa de mandioca e milho + farelo de soja na alimentação de novilhos, encontrou digestibilidade da PB de 63,26%.

Os valores de digestibilidade da FDN não diferiram estatisticamente ($P>0,05$) entre os tratamentos, mesmo com decréscimo da quantidade de FDN com o aumento do bagaço de mandioca na dieta (48,97; 42,94; 38,70 e 36,79%, respectivamente, para os tratamentos de 5; 10; 15 e 20% de adição). O teor de bagaço de mandioca na dieta não interferiu na digestibilidade da FDN. Caldas Neto et al. (2000), pesquisando dietas contendo casca e raspa de mandioca na alimentação de novilhos, não encontraram diferença estatística entre as rações experimentais na digestibilidade da FDN, obtendo o valor médio de 45,20%, valor bastante próximo ao do presente trabalho (44,48%). Ramos et al. (2000) encontraram valor médio maior (59,39%) do que o observado no presente experimento, ao pesquisarem a substituição do milho pelo bagaço de mandioca no concentrado nos níveis de 0; 33; 66 e 99% na alimentação de novilhos mestiços, e não encontraram diferença

significativa entre os tratamentos para o coeficiente de digestibilidade da FDN das dietas.

A digestibilidade da FDA não diferiu estatisticamente entre os tratamentos ($P>0,05$). O teor de FDA na dieta decresceu de 27,49 a 19,91 (Tab. 4), porém não houve influência da adição de bagaço de mandioca na digestibilidade da FDA da dieta. Ramos et al. (2000) encontraram maiores valores do que os do presente experimento, pesquisando a substituição do milho pelo bagaço de mandioca no concentrado, nos níveis de 0; 33; 66 e 99% na alimentação de novilhos mestiços. O coeficiente de digestibilidade da FDA não apresentou diferença entre os tratamentos, com o valor médio de 50,49%. Marques (1999), ao avaliar a substituição do milho pela casca de mandioca, farinha de varredura ou raspa de mandioca sobre a digestibilidade, na alimentação de novilhas, encontrou coeficientes de digestibilidade para a FDA das dietas com milho (50,5%), casca de mandioca (49,6%) e raspa de mandioca (54,9%) semelhantes entre si e maiores do que o da dieta com farinha de varredura (33%).

O coeficiente de digestibilidade do EE na dieta não diferiu entre os tratamentos ($P>0,05$), mesmo havendo redução do coeficiente de digestibilidade do EE na silagem com o aumento da adição de bagaço de mandioca na dieta. Roston e Andrade (1992) relataram coeficiente de digestibilidade aparente do EE de 66,42 e 67,86%, respectivamente, para as silagens de milho e sorgo. Esses valores foram semelhantes ao do presente experimento (66,36%).

A digestibilidade dos CNF na dieta não diferiu entre os tratamentos ($P>0,05$), mesmo com o aumento do teor de carboidratos na dieta (Tab. 4).

O NDT não diferiu entre as dietas estudadas ($P>0,05$). O valor médio encontrado (64,16%) foi semelhante ao estimado (61%) por dados das tabelas do NRC (Nutrient..., 2001). O bagaço de mandioca não influenciou a digestibilidade dos nutrientes das dietas. Resultado semelhante foi encontrado por Caldas Neto et al. (2000) ao pesquisarem diferentes fontes energéticas: milho; milho + casca de mandioca desidratada; raspa de mandioca e farinha de varredura e como volumoso silagem de milho na alimentação de novilhos. Esses autores encontraram valores

médios de NDT de 66,30; 63,40; 68,20 e 64,30%, respectivamente.

Dos animais experimentais, somente dois alimentados com dieta com nível de 20% de adição de bagaço de mandioca à silagem apresentaram quadro de acidose clínica. Os subprodutos da mandioca, por terem baixos teores de fibra (com exceção da casca), serem ricos em amido e apresentarem alta degradabilidade ruminal (Martins et al., 1999), podem ter provocado redução do pH ruminal, o que altera a população microbiana, desvia a rota degradativa do amido para lactato, provocando acidose. Este tratamento apresentou 41,84% de bagaço de mandioca na dieta na base da MS, e 39,95% de CNF na dieta total.

O ganho de peso diário não diferiu estatisticamente ($P>0,05$) entre os tratamentos, com média de 1,07kg/d. O elevado ganho de peso diário observado nos quatro tratamentos (média de 1,07kg/d) pode ser atribuído à baixa condição corporal dos animais antes do experimento, ao elevado consumo de MS (3,18%PC), e ao potencial genético dos animais. No início do experimento, os animais apresentaram maior velocidade de ganho de peso. As dietas foram balanceadas para ganho diário de 0,7. Como o consumo de MS foi alto, houve reflexo no ganho de peso diário.

CONCLUSÃO

O nível de adição de 5% de bagaço de mandioca à silagem de capim-elefante é satisfatório para preservar e propiciar boa digestibilidade dos nutrientes das silagens e das dietas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALA, H.O.; FOX, D.G.; VAN SOEST, P.J. Evaluation of methods for preserving fresh forage samples before protein fraction determination. *J. Anim. Sci.*, v.66, p.2646-2649, 1998.
- ABRAHÃO, J.J.S. *Diferentes subprodutos da mandioca na alimentação de bovinos visando a produção de carne e leite*. 2000. 56f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- ANDRADE, P.; AZEVEDO, A.L.G.; ALCÁDE, C.R. Digestibilidade da raspa de mandioca (*Manihot esculenta*) ensilada para ruminantes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. *Anais...* Maringá: SBZ 1994. p.536. (Resumo).

Bagaço de mandioca na ensilagem...

- BREIREM, K.; ULVESLI, O. Ensiling methods. *Herb Abst.*, v.30, p.1-8, 1960.
- BUTRIAGO, J.A.A. *La yuca en la alimentación animal*. Cali: [s.n.] 1990. 446p.
- CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: digestibilidade total e parcial. *Rev. Bras. de Zootec.*, v.29, p.2099-2108, 2000.
- CAPELLE, E.R. *Tabelas de composição dos alimentos, estimativa do valor energético e predição do consumo e do ganho de peso de bovinos*. 2000. 369f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CAPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, p.1837-1856, 2001.
- CEREDA, M.P. Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca. In: Cereda, M.P. (Ed). *Resíduos da industrialização da mandioca*. Botucatu: [s.n.], 1994. p.11-50.
- CORRAL, A.J.; NEAL, H.D.; WILKINSON, J.M. The influence of forage management and conservation strategies on economic margin in a dairy enterprise. *Technol. Rep. Grass. Res. Inst.*, n.29, p.1-48, 1981.
- CUNNIFF, P. (Ed). *Official methods of analysis of AOAC International*. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995. v.1.
- FARIA, V.P. Técnicas de produção de silagens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 1., 1986, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1986. p.119-144.
- FERRARI JR., E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) emurhecido ou acrescido de farelo da mandioca. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, p.1424-1431, 2001.
- FREITAS, D. de. *Digestibilidade total e parcial de rações contendo silagens de cana-de-açúcar, da casca e da raspa de mandioca aditivadas com polpa cítrica*. 2001. 65f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- LAVEZZO, W. Silagem de capim-elefante. *Inf. Agropec.*, v.11, p.50-57, 1985.
- MARTINS, A.S. *Desempenho de novilhas alimentadas com rações contendo milho ou casca de mandioca e farelo de algodão ou levedura*. 1999. 84f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- MARQUES, J.A. *Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição do milho na terminação de novilhas: desempenho e digestibilidade aparente in vivo*. 1999. 42f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- MARQUES, J.A.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M. et al. Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.1528-1536, 2000.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S. *The biochemistry of silage*. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- MELLOTTI, L. Contribuição para o estudo da composição química e do valor nutritivo dos resíduos da industrialização da mandioca. (*Manihot utilissima*, POHL), no estado de São Paulo. *Bol. Ind. Anim.*, v.29, p. 339-374, 1972.
- MILFORD, D.; MINSON, D.J. Intake of tropical pasture species: In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., 1966, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Secretaria de Agricultura, Departamento de Produção Animal, 1966. v.1, p.15-22.
- NUTRIENT requirement of dairy cattle. 7.ed. Washington, D.C.: NRC, 2001. 381p.
- RAMOS, P.R.; PRATES, E.R.; FONTANELLI, R.S. et al. Uso do bagaço de mandioca em substituição ao milho em concentrado para bovinos em crescimento: 2. Digestibilidade aparente, consumo de nutrientes digestíveis, ganho de peso e conversão alimentar. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.300-305, 2000b.
- RAMOS, P.R.; PRATES, E.R. FONTANELLI, R.S. et al. Uso do bagaço de mandioca em substituição ao milho em concentrado para bovinos em crescimento: 1. Consumo de matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.295-299, 2000a.
- RIBEIRO JÚNIOR, J.I. *Análises Estatísticas no SAEG*. Viçosa: UFV, 2001. 301p.
- ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: JAMES, W.P.T.; THEANDERM, O. (Eds). *The analysis of dietary fiber in food*. New York: Marcel Dekker, 1981. p.123-158.
- ROSTON, A.J.; ANDRADE, P. Digestibilidade de forrageiras com ruminantes: *Rev. Bras. Zootec.*, v.21, p.647-666, 1992.
- SILVEIRA, A.C. Técnicas para produção de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DAS PASTAGENS, 2., 1975, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: ESALQ, 1975, p.156-186.
- SILVEIRA, J.A. Tem resíduos virando carne. *A granja*, v.51, p.41-42, 1995.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. 2. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, v.70, p.3562-3577, 1992.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. Oregon: O & B Books, 1982. 373p.
- VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO-RUMINANTES, 1., REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. p.73-108.