

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

VALOR NUTRICIONAL DE SILAGENS DE RESÍDUOS DA
AGROINDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR E DA
MANDIOCA AVALIADO EM OVINOS

Autor: Odnei Francisco Gargantini
Orientador: Prof. Dr. Júlio César Damasceno
Coorientador: Prof. Dr. Francisco de Assis F. de Macedo

MARINGÁ
Estado do Paraná
Fevereiro – 2013

VALOR NUTRICIONAL DE SILAGENS DE RESÍDUOS DA
AGROINDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR E DA
MANDIOCA AVALIADO EM OVINOS

Autor: Odnei Francisco Gargantini

Orientador: Prof. Dr. Júlio César Damasceno

Coorientador: Prof. Dr. Francisco de Assis F. de Macedo

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
Fevereiro – 2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

G231v Gargantini, Odnei Francisco
Valor nutricional de silagens de resíduos da agroindústria da cana-de-açúcar e da mandioca avaliado em ovinos / Odnei Francisco Gargantini. -- Maringá, 2013.
73 f. : il. tabs.

Orientador: Prof. Dr. Júlio César Damasceno.
Coorientador: Prof. Dr. Francisco de Assis F. de Macedo.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2013.

1. Silagem - Ponta de cana-de-açúcar - Qualidade. 2. Silagem - Ponta de cana-de-açúcar - Digestibilidade - Ovinos. 3. Silagem - Ponta de cana-de-açúcar - Consumo e digestibilidade - Ovinos. 4. Silagem - Ponta de cana-de-açúcar - Efluentes e perdas gasosas. 5. Ovinos - Silagem de Ponta de cana-de-açúcar - Balanço de nitrogênio. 6. Silagem - Resíduos agroindustriais (Cana-de-açúcar e mandioca). I. Damasceno, Júlio César, orient. II. Macedo, Francisco de Assis F. de, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. IV. Título.

CDD 22.ed. 636.308556

AMMA-00658



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**VALOR NUTRICIONAL DE SILAGENS DE RESÍDUOS
DA AGROINDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR E DA
MANDIOCA AVALIADO EM OVINOS**

Autor: Odnei Francisco Gargantini

Orientador: Prof. Dr. Júlio Cesar Damasceno

TITULAÇÃO: Doutor em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

APROVADA em 22 de fevereiro de 2013.

Prof. Dr. Ferenc Istvan Bánkuti

Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim

Prof.ª Dr.ª Marlice Zundt Astolphi

Prof. Dr. Cledson Augusto Garcia

Prof. Dr. Júlio Cesar Damasceno
(Orientador)

Aos meus queridos pais Narcizo Gargantini e Maria Gervazoni Gargantini pelo apoio, confiança e incentivos dedicados a mim desde a tenra infância para prosseguimento desta jornada de aprendizado.

A minha querida mulher Janete Conceição Ponce Gargantini pelo incentivo de retorno a minha carreira profissional, pela atenção, carinho e compreensão a mim dispensada.

Dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, simplesmente pelo fato da minha existência.

À Universidade Estadual de Maringá (UEM) e ao Programa de Pós- Graduação em Zootecnia (PPZ)M pela oportunidade a mim dispensada para a realização deste curso.

À Faculdade de Tecnologia de Presidente Prudente (Fatec), ligada ao Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, pela concessão do regime de jornada integral, o que permitiu a realização deste curso.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Júlio César Damasceno, pela amizade, apoio, consideração, pelos ensinamentos e paciência a mim dedicados durante este período de convivência.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Francisco de Assis Fonseca de Macedo, pela amizade, pelos ensinamentos na realização deste trabalho e principalmente pelo incentivo para a realização deste curso.

Aos Professores Doutores Geraldo Tadeu dos Santos, Antonio Ferriani Branco, Clóvis Cabreira Jobim, Elias Nunes Martins, Ferenc Istvan Bánkuti, pela dedicação e ensinamentos a mim dispensados.

À Universidade do Oeste Paulista (Unoeste) – Presidente Prudente/SP, na pessoa da Profa. Ana Cláudia Ambiel Corral Camargo, coordenadora do Curso de Zootecnia, pela concessão do empréstimo do Laboratório de Nutrição Animal para a realização das análises bromatológicas, e à Técnica de Laboratório Edna, pela ajuda na execução das análises.

Ao aluno do curso de graduação em Zootecnia da UEM André e aos do curso de Pós-Graduação em Zootecnia Maria Clara, Fabio e Carlos, pela ajuda na condução do experimento.

Agradeço ainda a todos que de modo direto e indireto colaboraram para que a execução deste trabalho fosse possível.

BIOGRAFIA

ODNEI FRANCISCO GARGANTINI, filho de Narcizo Gargantini e Maria Gervazoni Gargantini, nasceu em 19 de fevereiro de 1953, na cidade de Rancharia/SP.

Em 1974 iniciou e, em 1977, concluiu o curso de graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) – Viçosa/MG.

No período entre 1978 e 1980, realizou o curso de Mestrado pela mesma Universidade na Área de Concentração em Produção Animal, e em novembro de 1980, submeteu-se à banca de defesa da Dissertação intitulada *Efeitos da alimentação pré-parto sobre o desempenho de vacas leiteiras*.

Entre 1981 e 1982, foi professor da Fundação Faculdade de Agronomia Luiz Meneghel (FFALM) – Bandeirantes/PR, e de 1983 a 1990 trabalhou como Zootecnista junto ao Banco do Estado do Rio de Janeiro (Banerj), na elaboração e análise de projetos agropecuários.

De 2000 a 2009, foi professor da Universidade do Oeste Paulista (Unoeste) — Presidente Prudente/SP e, em 2007, foi aprovado em concurso para professor na Faculdade de Tecnologia de Presidente Prudente/SP (Fatec).

Em novembro de 2008, foi aprovado em exame de seleção e, em fevereiro de 2009, iniciou seus estudos no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPZ), nível Doutorado, na Universidade Estadual de Maringá (UEM), na Área de Concentração em Produção Animal.

Submeteu-se à defesa de Tese de Doutorado em 22 de fevereiro de 2013.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	VIII
RESUMO	X
ABSTRACT.....	XII
I. INTRODUÇÃO GERAL.....	14
1. A CANA-DE-AÇÚCAR E SEUS RESÍDUOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES.....	14
2. RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA DA MANDIOCA: CASCA DE MANDIOCA E FARELO DE VARREDURA DE MANDIOCA.....	17
3. PERDAS DECORRENTES DO PROCESSO DE ENSILAGEM E O USO DE ADITIVOS.....	19
4. CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E BALANÇO DE NITROGÊNIO	22
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
II. OBJETIVOS	33
GERAL	33
ESPECÍFICOS.....	33
III. VALOR NUTRICIONAL DE SILAGENS DE RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR E DA MANDIOCA.....	34
RESUMO	34
ABSTRACT	35
INTRODUÇÃO	36
MATERIAL E MÉTODOS	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
IV. SILAGEM DE RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR E DA MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS: CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E BALANÇO DE NITROGÊNIO	51
RESUMO	51
ABSTRACT	52
INTRODUÇÃO	53
MATERIAL E MÉTODOS	54

RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
CONCLUSÕES.....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
V. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71

LISTA DE TABELAS

III. VALOR NUTRICIONAL DE SILAGENS DE RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR E DA MANDIOCA

Tabela 1. Composição química da casca de mandioca *in natura* (CMN) e seca ao sol (CMS), do farelo de varredura de mandioca (FVM) e da ponta de cana-de-açúcar (PCA) usadas na ensilagem, com base na matéria seca..... 38

Tabela 2. Composição química antes da ensilagem, para os tratamentos ponta de cana-de-açúcar (PCA), ponta de cana-de-açúcar com casca de mandioca seca ao sol (PCA+CMS) ou ponta de cana-de-açúcar com farelo de varredura de mandioca (PCA+FVM) com base na matéria seca. 39

Tabela 3. Análise de variância da composição química das silagens de ponta de cana-de-açúcar com casca de mandioca seca ao sol (PCA+CMS) ou ponta de cana-de-açúcar com farelo de varredura de mandioca (PCA+FVM)..... 42

Tabela 4. Composição química das silagens de ponta de cana-de-açúcar pura (PCA), ponta de cana-de-açúcar com casca de mandioca seca ao sol (PCA+CMS) ou ponta de cana-de-açúcar com farelo de varredura de mandioca (PCA+FVM), comparada com a testemunha. 44

Tabela 5. Equações de regressão para interação níveis/resíduos e seus coeficientes de determinação. 45

Tabela 6 . Equações de regressão para o efeito dos aditivos e seus coeficientes de determinação. 45

IV. SILAGEM DE RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR E DA MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS: CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E BALANÇO DE NITROGÊNIO

Tabela 1. Composição química das silagens ponta de cana-de-açúcar com 20% casca de mandioca seca ao sol (SPC+CMS), de ponta de cana-de-açúcar com 18% de farelo de varredura de mandioca (SPC+FVM), e do concentrado, fornecidos no período experimental, corrigida para matéria seca. 55

Tabela 2. Médias, equações de regressão e coeficientes de determinação (r^2) do consumo dos nutrientes para ovinos, para as silagens de ponta de cana-de-açúcar + 18% de farelo de varredura de mandioca 100% (SPC+FVM), e/ou

silagem de ponta de cana-de-açúcar + 20% de casca de mandioca seca ao sol 100%(SPC+CMS)..... 60

Tabela 3. Médias para os coeficientes de digestibilidade aparente em %, das silagens de ponta de cana-de-açúcar + 18% de farelo de varredura de mandioca 100% (SPC+18%FVM), silagem de ponta de cana-de-açúcar + 20% de casca de mandioca seca ao sol 100% (SPC+20%CMS) e seus níveis de substituição..... 62

Tabela 4. Médias, equações de regressão e coeficientes de variação (cv) e determinação (r^2) para nitrogênio ingerido, excretado nas fezes, urina e balanço de nitrogênio diário em ovinos, quando do uso de 100% da silagem de ponta de cana-de-açúcar + 18% de farelo de varredura de mandioca 100% (SPC+FVM), ou 100% da silagem de ponta de cana-de-açúcar + 20% de casca de mandioca seca ao sol 100% (SPC+CMS), e seus níveis de substituição, em gramas por dia (g/dia) e em gramas por unidade de tamanho metabólico por dia (g/UTM/dia)..... 65

RESUMO

Neste trabalho, foram conduzidos dois experimentos para estudar os efeitos da adição da casca de mandioca seca ao sol e do farelo de varredura de mandioca às silagens de ponta de cana-de-açúcar sob os aspectos qualitativos, de consumo e digestibilidade. O primeiro experimento constituiu-se de 36 silos aos quais foi adicionada ponta de cana-de-açúcar triturada, misturada com casca de mandioca seca ao sol (CMS) ou farelo de varredura de mandioca (FVM), nos níveis de 0, 5, 10, 15 e 20% na matéria natural. Os silos foram pesados ao fechamento e após 60 dias de fermentação, quando foram abertos para obtenção das perdas gasosas e por efluentes, bem como feitas amostragens para determinação dos valores do potencial hidrogeniônico (pH) e da composição química. Determinou-se os valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e nutrientes digestíveis totais (NDT), tendo sido observadas diferenças entre tratamentos para todas as variáveis, com exceção da PB. Os valores de pH e perdas por efluentes não diferiram, já as perdas gasosas foram menores quando foi usada a casca de mandioca seca ao sol. No segundo experimento, foram usados 24 ovinos mestiços Santa Inês Dorper, com peso médio de 29,4 kg \pm 2,4 kg distribuídos em quatro tratamentos e deis repetições, alojados em gaiolas metabólicas com comedouro e bebedouro individuais. Após um período de adaptação de 10 dias às dietas, iniciou-se a fase de coleta de dados, de cinco dias. Neste período, todo o alimento fornecido e residual foi pesado, sendo coletadas e pesadas as fezes, o volume de urina diariamente, e obtidas amostras parciais para determinação da digestibilidade. Foram confeccionados dois tipos de silagens: ponta de cana-de-açúcar com 20% de casca de mandioca seca ao sol (SPC+20% CMS) e ponta de cana-de-açúcar com 18% de farelo de varredura de mandioca (SPC+18% FVM). Os tratamentos propostos foram: 100% (SPC+ 18% FVM); 67% (SPC+18% FVM): 33% (SPC+20% CMS); 33% (SPC+18% FVM); 67% (SPC+20% CMS); e 100% (SPC+20% CMS), como fonte volumosa. O concentrado, à base de farelo de milho, soja e mistura mineral para ovinos, possuía 23% de proteína bruta e 85% de nutrientes digestíveis totais, fornecido na proporção 80% volumoso, 20% de concentrado, visando à manutenção de peso. Foram calculados o consumo e

digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não estruturais (CNE), energia digestível (ED) em Mcal/dia e balanço de nitrogênio, sendo observadas diferenças significativas entre os tratamentos quanto ao consumo de FDA e FDN, EE e CNE. A digestibilidade das rações não diferiu em todas as variáveis analisadas. O balanço de nitrogênio foi negativo e significativo para os animais tratados com 100% de silagem de ponta de cana-de-açúcar com farelo de varredura de mandioca em relação aos demais tratamentos.

Palavras-chave: consumo, digestibilidade, efluentes, perdas gasosas, qualidade da silagem, balanço de nitrogênio.

ABSTRACT

In this work, two experiments were conducted, aiming at studying the effects of the addition of sundried cassava peel and cassava bran to the silage of sugarcane tip, in terms of qualitative aspects, intake and digestibility. The first experiment consisted of 36 silos, to which crushed sugarcane tip was added, mixed with sundried cassava peel or with cassava bran at the levels of 0, 5, 10, 15 and 20 % of natural matter. The silos were weighted at closure and after 60 days of fermentation, when they were opened for evaluation of the gaseous and effluents losses, as well as for taking samples to determine pH and chemical composition. The values of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), ethereal extract (EE), mineral matter (MM) and total digestible nutrients (TDN) were determined and differences were observed among treatments for all variables except for crude protein. The pH and effluent losses were not affected, although the gas losses were lower when the additive was sundried cassava peel. In the second experiment 24 Santa Inez/Dorper crossbred sheep were used, with an average weight of 29.4 ± 2.4 kg, divided into four treatments of six repetitions each, housed in metabolic cages with private feeders and drinkers. After an adaptation period of 10 days, the experimental phase of five days started, when all the food supplies and remains were weighted, faeces and urine collected and weighed daily, and partial samples were obtained for determining digestibility. Two kinds of silage were produced: sugarcane tip with 20% sundried cassava peel (SCT + 20% DCP) and sugarcane tip with 18% cassava bran (SCT + 18% CBS). The proposed treatments were: 100% (SCT + 18% CBS); 67% (SCT + 18% CBS): 33% (SCT + 20% DCP); 33% (SCT + 18% CBS): 67% (SCT + 20% DCP); and 100% (SPC+ 20% DCP) as forage. The concentrate, based on corn and soybean bran and mineral mixture for sheep had 23.0% crude protein and 85.0% total digestible nutrients, supplied at the ratio of 80% forage: 20% concentrate in order to maintain

weight. We calculated the intake and digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), total carbohydrates (TCHO), nonstructural carbohydrates (NSC), digestible energy (DE) in Mcal/day and nitrogen balance, with significant differences among treatments for intake of ADF and NDF, EE and NSC. The digestibility did not differ for any of the analyzed variables. Nitrogen balance was negative and significant for the animals treated with 100% tip sugarcane silage with cassava bran compared to the other treatments.

Keywords: intake, digestibility, effluent, gaseous losses, silage quality, nitrogen balance.

I. INTRODUÇÃO GERAL

1. A CANA-DE-AÇÚCAR E SEUS RESÍDUOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

A indústria canavieira tem se mostrado de suma importância para o agronegócio no Brasil. Nos dias atuais, a produção mundial de cana-de-açúcar é próxima a 1,5 bilhão de toneladas, sendo o Brasil o maior produtor e a região centro-sul com mais de 90% da produção total de 624 milhões de toneladas de cana na safra 2010/2011, ocupando uma área plantada de aproximadamente oito milhões de hectares, segundo a União dos Produtores de Bioenergia (UDOP, 2012).

Trabalhos de pesquisa mostram as qualidades nutricionais da cana-de-açúcar como forrageira para ensilagem, porém, as dificuldades para obtenção de bom produto a partir da mesma são conhecidas. Variadas alternativas de solução para estes problemas têm sido demonstradas com maior ou menor eficiência. Por outro lado, quanto à ensilagem das pontas de cana-de-açúcar como resíduo da produção de álcool e/ou açúcar, poucas e desatualizadas são as pesquisas existentes, as quais remontam aos anos de 1960 e 1980, entre eles os trabalhos de Tundisi *et al.* (1968), Estima (1967), Thiago *et al.* (1982).

O avanço do setor sucroalcooleiro sobre áreas que há muitos anos foram ou são ocupadas pela bovinocultura, tem despertado a visão do pecuarista no sentido da intensificação desta atividade, tendo em vista a manutenção da mesma, frente à concorrência, à elevação do preço de terras agricultáveis e à baixa produtividade da bovinocultura em relação a outras culturas.

O aparecimento de novas variedades de cana-de-açúcar usadas na produção de açúcar e álcool e também apropriadas à alimentação animal, bem como sua difusão entre os pecuaristas, tem contribuído para aumento do uso e da viabilização econômica da mesma e de seus coprodutos na alimentação de ruminantes.

Em função da baixa capacidade da sustentabilidade das monoculturas, principalmente da pecuária de corte, o arrendamento de áreas para plantio de cana tem crescido de modo vigoroso em todo o Brasil, principalmente na região oeste do Estado de São Paulo, onde sistemas de intensificação da atividade pecuária estão sendo implantados.

Nos sistemas intensificados de produção de ruminantes, o grande entrave é a produção de forragem em alta escala, com o intuito de manter altas taxas de lotação das pastagens, principalmente no período de baixa capacidade fotossintética das gramíneas, ou mesmo a manutenção dos animais em confinamento total durante longos períodos ou na fase de terminação.

Levando-se em conta que nos sistemas intensificados os animais devem ser alimentados diariamente, a estocagem de alimentos durante o período de safra é imprescindível para o bom termo da atividade. Assim, a cana-de-açúcar ou a ponta de cana-de-açúcar, abundante em época de safra, quando ensilados, podem ser usados por longos períodos de entressafra.

A produção de cana-de-açúcar varia entre 80 e 120 t/ha/ano em matéria verde, e o uso integral da mesma é pouco mencionado para ovinos, em função do seu baixo valor nutritivo, mas a possibilidade de produção de 20 a 40 t de matéria seca/ha e a alta produção de nutrientes digestíveis totais/ha/ano permite a produção de 400 a 600 borregos ha/ano (NEIVA & VOTOLINI, 2006).

Segundo informações na Usina Atena, (Martinópolis/SP), as perdas estimadas de colmo que poderiam ser destinados à moagem, em colheita mecanizada, situam-se entre 7% e 10% do total de colmo produzido usado para produção de açúcar e álcool. Segundo Vitti *et al.* (2007), o total de colmos mais folhas perfazem entre 10 e 24 t/ha em matéria verde deixados no campo.

Tomando-se uma produção média de 15 toneladas de ponta de cana-de-açúcar/ha, sua quantidade descartada na lavoura, em função da área de plantio atual, que é de 8 milhões de ha, resultará em 120 milhões de toneladas de matéria verde de ponta de cana-de-açúcar descartada. Usando como dado médio de matéria seca da ponta de cana-

de-açúcar 31,5%, de acordo com Pereira *et al.* (2009), a produção estimada no Brasil é de 37,8 milhões de toneladas de matéria seca a partir dela durante o período de colheita.

Ultimamente, segundo Nussio *et al.* (2009), os pesquisadores têm avaliado o valor nutritivo da ponta de cana-de-açúcar, tendo como finalidade usá-la como forragem conservada para alimentação de ruminantes, devendo-se ainda considerar que a retirada do excesso desses subprodutos do campo leva à facilitação do manejo dos talhões, podendo ainda influenciar de modo benéfico no controle de pragas da lavoura da poluição ambiental.

Os dados de composição bromatológica da ponta de cana-de-açúcar são bastante distintos em função da época de corte, variedade de cana utilizada, bem como maior ou menor percentual de colmo cortado juntamente com a ponta da cana-de-açúcar.

Gesualdi *et al.* (2001) citam valores de proteína bruta de 8,35%, fibra em detergente neutro de 77,20% e fibra em detergente ácido de 44,75% para a ponta de cana-de-açúcar.

Pereira *et al.* (2009) trabalharam com ponta de cana-de-açúcar e encontraram valores bromatológicos de 31,5% de matéria seca, 5,2% de proteína bruta, 64,94% de fibra em detergente neutro, 36,34% de fibra em detergente ácido, 7,98% de lignina, 30,28% de celulose, 28,6% de hemicelulose e 3,84% de cinzas, respectivamente.

A cana-de-açúcar, bem como sua ponta, tem apresentado coeficientes de desempenho satisfatório em comparação com outras fontes volumosas.

Contudo, de acordo com Leng (1988), a cana-de-açúcar como alimento para ruminantes possui limitações nutricionais em função dos baixos teores de proteína, minerais, como o fósforo, e também de substâncias precursoras de glicogênio, altos teores de potássio e de fibra de baixa degradação no rúmen.

O uso de ponta de cana-de-açúcar queimada associada à palha de soja na engorda de bovinos em confinamento foi estudada por Pacola *et al.* (1983). Os animais foram confinados por 112 dias recebendo ponta de cana-de-açúcar queimada, palha de soja e farelo de algodão nas proporções de A=65:35:0, B=68:29:3, C=71:23:6 e D=74:18:8. Os ganhos médios diários foram de A=0,098 kg, B=0,320 kg, C=0,459 e D=0,611 kg e o consumo de matéria seca A=1,88, B=1,94, C=2,05 e D=2,17 kg, nos quais os ganhos de peso foram diferentes estatisticamente quando do aumento da ponta de cana-de-açúcar na ração.

Apesar das limitações acima descritas, a ponta da cana-de-açúcar em função de sua alta disponibilidade nas regiões sucroalcooleiras, associada à invasão da cana-de-açúcar

nas áreas tradicionais da pecuária e à elevação no preço do hectare da terra, criam uma tendência de intensificação do processo produtivo pecuário. Assim, o aproveitamento deste resíduo, quando associado a outros resíduos agroindustriais, como casca de mandioca e farelo de varredura de mandioca, no ato da ensilagem, podem vir a ser importantes fontes de alimento para promover este processo.

2. RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA DA MANDIOCA: CASCA DE MANDIOCA E FARELO DE VARREDURA DE MANDIOCA

Consumida diretamente como alimento pelos humanos, a raiz da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) pode ser usada no fabrico de farinha de mesa e fécula ou amido. O amido, segundo Takahashi e Gonçalo (2005), pode ser matéria-prima para vários setores industriais, tais como alimentos, papel, farmacêuticos, químicos e vestuário, após processamento.

Os resíduos industriais do processamento da raiz de mandioca, tais como casca, farinha de varredura e massa de fecularia podem ser usados na alimentação de ruminantes (MARQUES & CALDAS NETO, 2002).

O aproveitamento de resíduos da agroindústria vem se tornando comum e muitas vezes uma boa alternativa na alimentação animal. Entre os resíduos existentes, podem ser citados os oriundos da agroindústria de processamento da mandioca disponíveis em várias regiões do Brasil. Entre eles, a casca de mandioca, composta basicamente pela casca, entrecasca e pontas, com elevado teor de umidade (aproximadamente 80%), a qual necessita de uma pré-secagem para ser conservada ou ser adicionada à ensilagem, e o farelo de varredura de mandioca, com teor de matéria seca próximo a 91%, usados como fonte energética.

Resíduos agroindustriais podem ser considerados como fontes de alto valor energético, proteico ou de fibra em detergente neutro, a serem usados na produção animal (NRC, 1989).

Marques *et al.* (2000) classificam a farinha de varredura como um resíduo proveniente da indústria de mandioca, constituído pela farinha desclassificada para consumo humano, mais o material proveniente da limpeza das máquinas e do barracão da indústria, sendo seu teor de matéria seca situado próximo a 91,3%.

Os mesmos autores têm visto a mandioca e seus resíduos como fonte de energia em substituição aos grãos, principalmente ao milho, os quais são amplamente usados na alimentação humana e de animais monogástricos e por tal motivo tem seus preços quase sempre mais elevados em função da concorrência.

Atualmente, estes resíduos usados em ração animal possuem limitações face a sua baixa padronização quanto à composição bromatológica, em função da falta de tecnologia da agroindústria, além de sua baixa qualidade quanto aos aspectos de sanidade (CAVALCANTE, 2002) e também pela baixa qualidade da mão de obra, bem como do uso de diferentes metodologias de análise e variedades de mandioca.

Marques *et al.* (2000) e Abrahão *et al.* (2006), entre outros, apontam que os valores de composição química da raiz da mandioca e a dos resíduos de seu processamento são muito heterogêneos e não padronizados como alimentos de uso clássico para animais.

Segundo Caldas Neto *et al.* (2000), a casca de mandioca é constituída por casca, entrecasca e pontas e perfaz 10% do total de raízes processadas, sendo que a farinha de varredura de mandioca compõe de 3% a 5% do total.

O aumento nos níveis de farinha de varredura de mandioca nas dietas de bezerros da raça Holandesa, segundo Jorge *et al.* (2002), propiciou aumento linear nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, amido e energia bruta, não influenciando o coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro ou os valores de energia das rações.

Com o intuito de avaliar a substituição do farelo de milho pela farinha de varredura de mandioca a níveis de 0%, 25%, 50%, 75% e 100%, para bezerros da raça Holandesa, Jorge *et al.* (2002a) observaram que houve redução no consumo de matéria seca, proteína bruta e da fibra em detergente neutro, sendo porém mantido o consumo de amido. Houve também redução no ganho de peso por parte dos animais tratados com farelo de varredura de mandioca, entretanto foi mantida a mesma conversão alimentar.

Os autores acima mencionados concluíram que a farinha de varredura de mandioca pode substituir totalmente o milho para bezerros da raça Holandesa no período de desleitamento até 180 dias de idade, com ganho de peso satisfatório.

Mouro *et al.* (2002) substituíram o farelo de milho por 0%, 33%, 67% e 100% de farinha de varredura de mandioca por 100 dias para cabras Saanen em lactação. Foram analisadas a composição do leite, a digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e amido, bem como a concentração de nutrientes digestíveis totais. Os autores concluíram que o milho pode

ser substituído em 100% pelo farelo de varredura de mandioca sem alterar a digestão, a excreção e digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro e carboidratos não estruturais. A substituição não acarretou alterações nos teores de nutrientes digestíveis totais e nem mesmo na composição do leite.

A substituição do farelo de milho por 50% de farelo de varredura de mandioca ou 100% de raspa de mandioca, na base da matéria seca, foi testada usando 28 novilhas mestiças de peso médio de 365 kg com 24 meses de idade. Ambas as substituições, embora tenham reduzido o consumo de alimento, não alteraram o ganho de peso, a conversão alimentar e rendimento de carcaça. Apesar de sugerirem a substituição do milho por ambos os resíduos, os autores alertam sobre a possibilidade da ocorrência de acidose quando a mesma for feita em altos níveis (MARQUES *et al.*, 2000).

Peixoto e Warner (1993), trabalhando com níveis de 0%, 50% e 100% de substituição do farelo de milho por farelo de varredura de mandioca, verificaram redução no consumo de ração quando da substituição pelo maior nível. Os autores atribuem a redução ao aspecto pulverulento em função do baixo teor de extrato etéreo, e da baixa palatabilidade do farelo de varredura.

Ainda, segundo os mesmos autores, foi observado que o contato do farelo de varredura com a saliva formava na boca do animal uma substância pastosa dificultando o consumo, indicando que o fornecimento de rações de mistura completa poderiam solucionar o problema. Entretanto, os animais alimentados com farinha de varredura e raspa de mandioca apresentaram amolecimento das fezes em toda a fase experimental, provavelmente em função dos altos níveis dos produtos, 43% e 46,5%, respectivamente.

3. PERDAS DECORRENTES DO PROCESSO DE ENSILAGEM E O USO DE ADITIVOS

Desde o momento da colheita, picagem, transporte, armazenamento e compactação, a planta possui células vivas que em contato com o oxigênio do ambiente continuam seu processo catabólico através da respiração, com conseqüente produção de calor. Fato este indesejável do ponto de vista de conservação dos valores nutricionais da silagem, levando em conta que o processo leva à perda de parte dos nutrientes contidos na massa ensilada.

Vários autores apontam diferentes fatores que podem dar origem a perdas, de forma individual ou em associação. Velho *et al.* (2006a) falam sobre a influência do tempo de exposição ao ar antes do material ensilado. Ruiz *et al.* (2009) citam diferentes percentuais de perda em função de diferentes genótipos da planta utilizada e uso de inoculantes enzimáticos e/ou bacterianos. Rocha *et al.* (2006) afirmam que tais fatores podem afetar positiva ou negativamente a qualidade do produto final e Vilela *et al.* (2008) associam a composição química e idade da planta a maiores ou menores percentuais de perda nas silagens

Durante o processo fermentativo, a cana-de-açúcar em função dos altos teores de carboidratos solúveis em sua composição, propicia processos fermentativos não desejáveis. Estes processos são devidos principalmente às leveduras epífitas, as quais possuem grande capacidade em transformar estes açúcares, principalmente em etanol, gás carbônico e água, levando a grandes perdas de matéria seca (PEDROSO *et al.*, 2005).

McDonald *et al.* (1991) relatam que em aproximadamente metade das perdas de matéria seca do material ensilado é em função da transformação de moléculas de glicose em etanol, ocasionada principalmente por leveduras.

A transformação da sacarose em etanol durante o processo fermentativo causa um efeito negativo na concentração de carboidratos solúveis do material ensilado, ocasionando elevadas perdas de matéria seca, principalmente na forma de gases, os quais muitas vezes têm ultrapassado a 30% da matéria seca inicial (SCHIMIDT, 2006).

Freitas *et al.* (2006) observaram que a adição de resíduo da lavoura de soja à cana-de-açúcar no ato da ensilagem proporcionou melhoras na qualidade nutritiva, levando a menores perdas de matéria seca e de carboidratos solúveis, principalmente sob a forma de gases de fermentação.

O etanol contido nas silagens pode ser aproveitado pelas bactérias ruminais gerando acetato, entretanto somente pequena parte do total é aproveitada em função de sua alta volatilidade, ocorrendo também rejeição por parte dos animais, principalmente em silagens recém-retiradas dos silos (SCHIMIDT *et al.*, 2006).

Casali *et al.* (2004) usaram raspa de batata (*Solanum tuberosum L.*) e silagem de cana-de-açúcar com o intuito de promover aumento no teor de matéria seca da massa ensilada e obter uma possível melhora na qualidade final do produto. Entretanto, as perdas associadas à ensilagem da cana são oriundas principalmente da atividade de leveduras, produzindo álcool e aumentando as perdas de matéria seca da silagem, sendo

que o aumento no teor de matéria seca teve pequeno ou nenhum efeito sobre o crescimento das mesmas.

Zanine *et al.* (2006b) citaram que um aditivo a ser usado em silagem de gramíneas deve possuir alto teor de matéria seca, alta capacidade de reter água, boa aceitação pelos animais, além de fornecer carboidratos solúveis que possam ser disponibilizados para a fermentação láctica, devendo ainda ter baixo custo e facilidade de aquisição e que seja de produção local.

Zanine *et al.* (2006a) trabalharam com capim elefante ensilado com proporções de farelo de trigo variando entre 0%, 15% e 30% no ato da ensilagem e concluíram que houve melhora significativa na qualidade da silagem, devido à redução da fração fibrosa, além de aumento no teor proteico da mesma levando a um bom padrão de fermentação. Os autores concluíram ainda que a adição de 15% de farelo de trigo ao capim elefante durante o ato de ensilagem, além de promover melhoras à mesma, é economicamente viável, tendo em vista a redução de perdas fermentativas.

A adição dos níveis de 0%, 10%, 20%, 30% e 40% na matéria seca, de casca de café à silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum Schum*), foi estudada por Bernardino *et al.* (2005), para avaliar seus efeitos sobre a composição química e as perdas por efluentes destas silagens. Os autores observaram a eficiência do uso da casca na redução de umidade da silagem, tendo sido observada a ocorrência de efluentes somente nos níveis de 0% e 10% de adição de casca, e que níveis de adição de 20% de casca de café à silagem de capim napier garantem boa preservação da mesma e elimina a produção de efluentes.

A polpa cítrica desidratada, em função do seu alto teor de carboidratos solúveis e de matéria seca foi usada por Ferrari Junior *et al.* (2009) na ensilagem de capim (*Pennisetum hybridum cv. Paraíso*) com idade de 100 dias. Os autores obtiveram aumento nos teores de matéria seca, proteína bruta, ácido láctico e da digestibilidade *in vitro* da matéria seca, quando da adição de 10% de polpa cítrica no ato da ensilagem.

Usando níveis crescentes de raspa de batata desidratada (0%, 7%, 14%, 21% e 28%), Casali *et al.* (2004) observaram que, na ensilagem de cana-de-açúcar, houve reduções lineares nas perdas gasosas variando entre 9,6 e 0,9% na matéria seca, e nas perdas por efluentes de 88,3 para 1,2 kg/t de matéria verde, entre os níveis de 0% e 28% de adição da raspa de batata. Tais dados foram obtidos a partir do uso de cana-de-açúcar que apresentava teor de 20,1% de matéria seca no ato da ensilagem.

Loures *et al.* (2005), trabalhando com silagens de capim Tanzânia (*Panicum maximum Jacq*), não observaram redução nas perdas dentro do silo quando da redução do tamanho das partículas, entretanto este fato garantiu maior estabilidade aeróbica da silagem.

Lopes *et al.* (2007) testaram os efeitos da adição dos níveis de 1,5% ureia; 0,5% ureia + 4% de fubá; 0,5% de ureia + 4% de mandioca desidratada; 1,5% de amireia com base na matéria verde, adicionados à cana ensilada, comparados com a silagem de cana-de-açúcar pura. Os autores observaram a ocorrência de aumentos no valor nutritivo das silagens, bem como no consumo e digestibilidade quando do uso de aditivos, em ovelhas da raça Santa Inês com peso vivo médio de 36,5kg.

Teles *et al.* (2010), em pesquisa com ovinos, concluíram que a adição de pedúnculo de caju desidratado até o nível de 16% da matéria natural melhora o valor nutritivo das silagens de capim Elefante.

Ribeiro *et al.* (2009) observaram melhoras nas características da silagem de capim Marandu quando da adição de 30% de polpa cítrica, com base na matéria seca. Os mesmos autores observaram também que a adição de casca de soja aumentou o valor nutritivo destas silagens.

Fica claro que o uso de aditivos para ensilagem depende diretamente das características do material a ser ensilado, além de fatores outros, como preço e disponibilidade regional dos mesmos.

No entanto, quando aditivos absorventes são usados de modo adequado, como regra geral proporcionam aumentos nos teores de matéria seca do material ensilado, além de criarem um ambiente desfavorável ao crescimento de leveduras e conseqüentemente diminuindo as perdas de matéria seca na forma de gases e efluentes.

4. CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E BALANÇO DE NITROGÊNIO

O consumo de nutrientes pelos animais é altamente dependente das pastagens ou de volumosos conservados, e sem dúvida é um dos mais importantes fatores do sistema alimentar dos ruminantes, sendo que o mesmo deve atender às exigências quanto à manutenção e produção. Na alimentação de ruminantes, seja em pastejo direto ou em confinamento, o consumo de alimento é de suma importância, pois é o mesmo quem

determina o aporte de nutrientes para atender às diferentes exigências do animal (DETMANN *et al.*, 2003).

Segundo Reis *et al.* (2008), a qualidade da forragem que foi mantida em conservação tem relação direta com o seu valor nutritivo, ou seja, da composição química, da digestibilidade e dos produtos oriundos de sua digestão, bem como ao consumo da mesma pelos animais, sendo que a qualidade destas é determinada por fatores como: idade da planta ao corte, processos fermentativos que ocorrem dentro do silo, além da deteriorização quando da exposição da mesma ao ar.

Ainda, segundo os mesmos autores, a fermentação dentro do silo pode promover redução nos teores de carboidratos solúveis, da proteína verdadeira, além de elevar a concentração de ácidos orgânicos e do nitrogênio não proteico, o que pode ocasionar perda de valor nutritivo e decréscimo na utilização dos nutrientes.

O consumo das silagens tem relação com suas características químicas, tais como a concentração de um ou de vários produtos oriundos da fermentação. Entre eles, destacam-se o pH, o percentual de umidade, bem como a presença de ácidos orgânicos, compostos originados da degradação de proteínas ou mesmo etanol em alguns tipos de forragens (WEISS *et al.*, 2003).

Segundo Reis *et al.* (2006), a qualidade das silagens pode ser determinada pelo consumo da mesma, sendo esta qualidade definida pelo produto do valor nutricional e consumo voluntário potencial, e que o valor alimentício das silagens é definido pela digestibilidade, ao passo que este pode sofrer influências direta do padrão de fermentação e dos processos deteriorativos da fase aeróbica.

Para Cardoso *et al.* (2006), a fibra em detergente neutro, fração de carboidratos de estrutura que compõe os alimentos, está altamente relacionada ao consumo de matéria seca, à velocidade de passagem da digesta e à maior ou menor atividade mastigatória dos animais. Alimentos com altos teores de FDN são limitantes de consumo de matéria seca (DANTAS FILHO *et al.*, 2007).

Moreno *et al.* (2010) trabalharam com cordeiros alimentados com dietas contendo dois volumosas, silagem de milho e cana-de-açúcar *in natura*, com diferentes relações volumoso/concentrado. Os autores observaram que o uso da cana-de-açúcar, independentemente da relação usada, proporciona um menor consumo da fração fibrosa digestível em relação ao uso da silagem de milho, e que o tipo de volumoso influencia mais na digestibilidade dos nutrientes que a sua proporção na dieta.

Gavioli *et al.* (2011) alimentaram cordeiros da raça Morada Nova com 75 dias de idade e peso médio de 16,98 kg, com três diferentes dietas compostas por : T1 - 20% de silagem de ponta de cana-de-açúcar + 80% de concentrado; T 2 - 20% de silagem de ponta de cana-de-açúcar + 30% de silagem de soja + 50% de concentrado; T3 – 20% de silagem de ponta de cana-de-açúcar + 60% de silagem de soja + 20% de concentrado. Os autores observaram que as dietas compostas por silagens de ponta de cana-de-açúcar e de silagem de soja e concentrado proporcionaram maior consumo de constituintes energéticos, e que as frações energéticas das dietas avaliadas mostraram características desejáveis para utilização na alimentação destes animais.

Segundo Molina *et al.* (2002), ensaios de digestibilidade *in vivo*, em produção animal, são métodos bastante precisos para a determinação do valor nutricional dos alimentos e que a avaliação de uma determinada forragem se faz muito importante tendo em vista o fato de se poder compará-las a outras, e levando em consideração que as de melhor digestibilidade apresentarão melhor relação custo/benefício por parte dos animais que a consomem.

A qualidade do alimento é um fator determinante do consumo e digestibilidade do mesmo. Alimentos com teor de FDN abaixo de 25% e digestibilidade acima de 66% levam a um menor consumo quanto mais digestível for o alimento, sendo que para rações com teor de FDN acima de 75%, o consumo é maior quanto melhor for a digestibilidade do alimento (CARDOSO *et al.*, 2000).

Moreno *et al.* (2010) forneceram silagem de milho ou cana-de-açúcar com duas relações volumoso:concentrado 60:40 ou 40:60 para cordeiros da raça Ile de France, não castrados. Os autores verificaram que a digestibilidade da matéria seca, da proteína bruta e da energia bruta eram maiores para animais alimentados com cana-de-açúcar. Eles atribuem estes resultados à qualidade da dieta, à qual provoca maior tempo de retenção da digesta no rúmen, melhorando assim sua digestibilidade, em função do maior tempo de exposição da mesma aos microrganismos ruminais, sendo que a digestibilidade dos carboidratos não fibrosos foi de 93,5%, indicando assim alta digestibilidade destes componentes em dietas compostas por cana-de-açúcar e silagem de milho.

A avaliação do nitrogênio aproveitado pelo organismo é feito através do uso do balanço de nitrogênio. Este permite dimensionar as retenções ou as perdas de compostos nitrogenados, sejam eles de origem fecal ou urinária, em função da dieta fornecida ao animal.

A diferença entre o nitrogênio consumido pelo animal e o excretado nas fezes e urina é usada para quantificar a retenção do mesmo por parte do animal, o que é conhecido como balanço de nitrogênio, podendo ser afetado pelos teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro e nitrogênio insolúvel em detergente ácido contidos na fração fibrosa dos alimentos.

Segundo Guimarães Júnior *et al.* (2007), o balanço de nitrogênio permite conhecer o metabolismo da proteína, sendo assim um importante parâmetro do qual pode-se dispor para avaliar se existe ou não equilíbrio por parte do animal, em relação aos compostos nitrogenados, e dá indicações dos possíveis ganhos ou perdas de proteínas pelo animal, quando da variação das dietas fornecidas, permitindo assim a avaliação nutricional das mesmas.

A determinação do balanço de nitrogênio permite quantificar retenções ou perdas proteicas pelo organismo animal referente ao consumo de determinada dieta, estado fisiológico, entre outros fatores (MACEDO JÚNIOR *et al.*, 2006).

A avaliação do balanço de nitrogênio e da concentração de ureia no soro e na urina indica como está sendo conduzida a nutrição proteica dos animais. Tais informações podem ser usadas para evitar vários tipos de prejuízos, tais como: produtivos, reprodutivos e ambientais, advindos da excessiva quantidade de proteína fornecida ou mesmo da inadequação na sincronia entre energia e proteína no rúmen (PESSOA *et al.*, 2009).

A quantidade de nitrogênio de excreção fecal pode aumentar em função das variações na composição da dieta, ocorrendo principalmente quando as mesmas são ricas em grãos de cereais. Tal fato ocorre devido ao aumento da atividade fermentativa no intestino grosso, tendo como fator predisponente uma maior quantidade de nitrogênio de origem microbiana nas fezes (KOZLOSKI, 2002).

Moreno *et al.* (2010) alimentaram cordeiros da raça Ile de France, com 15 kg de peso médio, com silagem de milho ou cana-de-açúcar, e dois níveis de concentrado. Foi observado que o aumento nos níveis de concentrados na dieta leva a uma maior absorção e retenção de nitrogênio por parte dos animais, independentemente do tipo de volumoso fornecido, mostrando assim que o balanço de nitrogênio é altamente influenciado pelas variações na quantidade de concentrado fornecido. Neste trabalho, os autores constataram que o balanço de nitrogênio foi positivo para todas as dietas, sendo tal resultado esperado, pois os cordeiros usados estavam em plena fase de crescimento corporal.

Avaliando balanço de nitrogênio em ovinos submetidos a dietas isoproteicas e isoenergéticas (11% de PB e 2,0 Mcal de energia metabolizável/kg), com diferentes níveis de substituição do milho pela farinha de varredura (25%, 50%, 75% e 100%), Zeoula *et al.* (2003) observaram que os níveis de substituição não influenciaram o consumo ou o balanço de nitrogênio, sendo o seu valor médio de 8,5 g/dia e, em relação ao nitrogênio consumido, de 34,7%.

Trabalhos de pesquisa têm questionado a premissa de que níveis de nitrogênio abaixo de 7% na dieta completa levam a balanço de nitrogênio negativo, sugerindo assim haver uma maior eficiência na reciclagem deste elemento, quando rações de baixos teores proteicos são fornecidas aos animais.

Mizubuti *et al.* (2002), em experimento com ovinos, obtiveram balanço de nitrogênio positivo mesmo quando os valores proteicos das rações contendo silagem de sorgo eram de 5,1%. Tal fato também é relatado por Teixeira (2009), que observou balanço de nitrogênio positivo, de 2,38 g/dia, ocorrendo quando alimentou ovinos com capim Elefante contendo 5% de proteína bruta, e com 120 dias de idade na época de corte.

Balanço de nitrogênio positivo para todos os tratamentos também foi encontrado quando ovinos receberam silagens de três diferentes variedades de sorgo, com três diferentes idades de corte, com teor proteico variando entre 6,1% a 6,9% (MACHADO *et al.*, 2011).

O consumo bem como a digestibilidade e o balanço de nitrogênio de diferentes rações fornecidas a ruminantes estão intimamente interligados a sua composição, principalmente quanto aos teores de FDN e da relação energia:proteína contida nas mesmas.

Limitações de consumo podem ocorrer pelo enchimento ruminal, bem como pelo crescimento não satisfatório da microbiota ruminal em função dos baixos teores de proteína bruta contidos nestas, levando a balanço negativo de nitrogênio por parte do animal.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, J. J.; PRADO, I. N.; MARQUES, J. A.; PERROTO, D.; LUGÃO, S. M. B. Avaliação da substituição do milho pelo resíduo seco da extração da fécula de mandioca sobre o desempenho de novilhas mestiças em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p.512-518, 2006.

BERNARDINO, F. S.; ROCHA, F. C.; SOUZA, A. L.; PEREIRA, O. G. Produção e características dos efluentes e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 34 (supl.), p. 2.185-2.191, 2005.

CALDAS NETO, S. F.; ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F.; PRADO, I. N.; SANTOS, G. T.; FREGADOLI, F. L.; KASSIEZ, M. P.; DA PONTE, A. O. Mandioca e resíduos das farinheiras na alimentação parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6 (supl. 1), p. 2.099-2.108, 2000.

CARDOSO, R. C.; VALADARES FILHO, S. C.; COELHO DA SILVA, J. F.; PAULINO, M. F.; VALDAREZ, R. F. D.; CECON, P. R.; COSTA, M. A. L.; OLIVEIRA, R. V. L. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1.832-1.843, 2000.

CARDOSO, A. R.; PIRES, C. C.; CARVALHO, S.; GALVAN, D. B.; JOCHIMS, F.; HASTENPFLUG, M.; WOMMER, T. P. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros alimentados com dietas que contêm diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 215-221, 2006.

CASALI, A. O.; RESENDE, A. V.; BARCELOS, A. F. Avaliação da silagem de cana-de-açúcar (*Sacharum spp*) aditivada com raspa de batata (*Solanum tuberosum L.*) In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande: **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. (CD-ROM).

CAVALCANTI, J. **Perspectivas da mandioca na região semi-árida do Nordeste**. EMBRAPA: Rumos e Debates. 2p., 2002.

DANTAS FILHO, L. A.; LOPES, J. B.; VASCONCELOS, V. R.; OLIVEIRA, M. E.; ALVES, A. A.; ARAÚJO, D. L. C.; CONCEIÇÃO, W. L. F. Inclusão de polpa de caju desidratada na alimentação de ovinos: desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 147-154, 2007.

DETMANN, E.; QUEIRÓZ, A. C.; CECON, P. R.; ZERVOUDAKIS, J. T.; PAILINO, M. F.; VALADARES FILHOS, S. C.; CABRAL, L. S.; LANA, R. P. Consumo de fibra em detergente neutro por bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1.763-1.777, 2003.

ESTIMA, A. L. Melaço de mandioca e farelo de algodão como suplementos para olho de cana fresco ou ensilado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 2, p. 411-420, 1967.

FERRARI JUNIOR, E.; PAULINO, V. T.; POSSENTI, R. A.; LUCENAS, T. L. Aditivos em silagem de capim elefante paraíso (*Pennisetum hybridum cv Paraíso*) **Archivos de Zootecnia**, v. 58, p. 185-194, 2009.

FREITAS, A. W. P.; PEREIRA, J. C.; ROCHA, F. C.; COSTA, M. G.; LEONEL, F. P.; RIBEIRO, M. D. Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com inoculante

bacteriano e hidróxido de sódio e acrescida de resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 48-59, 2006.

GAVIOLI, I. L. C. **Silagens de soja e de ponta de cana-de-açúcar no desempenho de cordeiros**. 2006. 79p. Nova Odessa, SP, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Instituto de Zootecnia da Universidade de São Paulo, 2006.

GESUALDI, A. C. L. S.; COELHO DA SILVA, J. F.; VASQUEZ, H. M. Efeito da amonização sobre a composição, a retenção de nitrogênio e a conservação do bagaço e da ponta de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 508-517, 2001.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; GONÇALVES, L. C.; PEREIRA, L. G. R.; PIRES, D. A. A.; RODRIGUES, J. A. S.; MIRANDA, K. L.; ARAÚJO, V. L. Balanço de nitrogênio em ovinos alimentados com silagens de três genótipos de milho [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. (CD-ROM).

JORGE, J. R. V.; ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; GERON, L. J. V. Substituição do Milho pela Farinha de Varredura (*Manihot esculenta*, Crantz) na Ração de Bezerros Holandeses. 2. Desempenho e parâmetros sanguíneos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 192-204, 2002a.

JORGE, J. R. V.; ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; GERON, L. J. V. Substituição do milho pela farinha de varredura (*Manihot esculenta*, Crantz) na ração de bezerros holandeses. 2. Digestibilidade e valor energético. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 205-212, 2002.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2002.140p.

LENG, R. A. Limitaciones metabólicas em la utilización de la cana de azúcar y sus derivados para el crecimiento y producción de leche em ruminantes. In: PRESTON, T. R.; ROSALRS, M. (Ed.) **Sistemas intensivos para La producción animal y de enrgia renovable com recursos tropicales**. Cali; CIPAV, 1988, p. 1-24.

LOPES, J.; EVANGELISTA, A. R.; ROCHA, G. P. Valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar acrescida de uréia e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36 (supl.), p. 1.155-1.161, 2007.

LOURES, D. R. S.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F.; PEDREOSO, A. F.; MARI, J. L.; RIBEIRO, J. L.; ZOPOLLATO, M.; SCHIKMIDT, P.; JUNQUEIRA, M. C.; PACKER, I. U.; CAMPOS, F. P. Composição bromatológica e produção de efluente de silagens de capim Tanzânia sob efeitos do emurhecimento, do tamanho de partícula e do uso de aditivos biológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 726-735, 2005.

MACEDO JÚNIOR, G. L.; PÉREZ, J. R. O.; ALMEIDA, T. R. V.; PAULA, O. J.; FRANÇA, P. M.; ASSIS, R. M. Influência de diferentes níveis de fdn dietético no

consumo e digestibilidade aparente em ovelhas Santa Inês. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 547-553, 2006.

MACHADO, F. S.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1.470-1.478, 2011.

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**, v. 29, n. 5, p. 1.528-1.536, 2000.

MARQUES, J. A.; CALDAS NETO, S. F. **Mandioca na alimentação animal: Parte Aérea e Raiz**. Campo Mourão: CIES, 2002, 28p.

Mc DONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2nd Ed. Marlow. Chalcombe Publications, 1991. 340 p.

MOLINA, L. R.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C. Degradabilidade *in situ* da matéria seca e da proteína bruta das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), com e sem tanino no grão, ensilados no estágio de grão farináceo. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, v. 39, p. 233-237, 2002.

MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA, M. A.; SILVA, L. D. F.; PINTO, A. P.; FERNANDES, W. C.; ROLIM, M. A. Consumo e digestibilidade aparente das silagens de milho, sorgo e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 267-272, 2002.

MORENO, G. M. B.; SOBRINHO, A. G. S.; LEÃO, A. G.; LOUREIRO, C. M. B.; PEREZ, H. L. Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 4, p. 853-860, 2010.

MOURO, G. F.; BRANCO, A. F.; MACEDO, F. A. F.; RIGOLON, L. P.; MAIS, F. J.; GUIMARÃES, K. F.; DAMASCENO, J. C.; SANTOS, G.T. Substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura em dietas de cabras em lactação: produção e composição do leite e digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1(Suplemento), p. 475-483, 2002.

NEIVA, J. N. M.; VOLTOLINI, T. V. Produção e conservação de volumosos para reserva estratégica. In: NEIVA, A. C. G. R.; NEIVA, J. M. N. (org.) **Do campus para o campo – tecnologia para produção de leite**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda., 2006.

NRC - **National Research Council**. Nutrient requirements of dairy cattle. National Academy Press. Washington D.C., 1989.

NUSSIO, L. G.; SUSIN, I.; MENDES, C. Q.; AMARAL, R. C. Estratégias para garantir eficiência na utilização de cana-de-açúcar para ruminantes. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 3, n. 4, p. 27-33, 2009.

PACOLA, L. J.; CAIELLI, E. L.; MATTOS, J. C. A. Ponta de cana-de-açúcar queimada mais palha de soja na engorda de bovinos confinados. **Boletim da Indústria Animal**, v. 40, n. 2, p. 195-199, 1983.

PEDROSO, A. F.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F.; LOURES, D. R. S.; IGARASI, M. S.; COELHO, R. M.; PACKER, I. H.; HORII, J.; GOMES, L. H. Fermentation na epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Science Agriculture**, v. 62, n. 5, p. 427-432, 2005.

PEIXOTO, R. R.; WARNER, R. G. Avaliação da farinha de mandioca como componente de rações para terneiros leiteiros e desaleitamento precoce. **Revista Brasileira da Mandioca**, v. 12, p. 39-47, 1993.

PEREIRA, R. C.; EVANGELISTA, A. R.; MUNIZ, J. A. Evaluation of sugar cane bagasse subjected to haying and ensiling. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 6, p. 1.649-1.654, 2009.

PESSOA, R. A. S.; LEÃO, M. I.; FERREIRA, M. A. Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e uréia associadas a diferentes suplementos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 3, n. 5, p. 941-947, 2009.

REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; ROTH, M. T. P.; ROTH, A. P. T. P. Fatores que afetam o consumo de forragens conservadas. In: **III SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS**. UEM – MARINGÁ – 241p. 2008.

REIS, R. A., TEIXEIRA, I. A. M. de A.; SIQUEIRA, G. R. Impacto da qualidade da forragem na produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 580-620, 2006.

RIBEIRO, L. J.; NUSSIO, L. G.; MOURÃO, G. B.; QUEIROZ, O. C. M.; SANTOS, M. C.; SCUIMIDT, P. Efeitos de absorventes de umidade e de aditivos químicos e microbianos sobre o valor nutritivo, o perfil fermentativo e as perdas em silagens de capim-marandú. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, p. 230-239, 2009.

ROCHA, K. D.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, A. P.; PACHECO, L. B. B.; CHIZZOTTI, F. H. M. Valor nutritivo de silagens de milho (*Zea mays* L.) produzidas com inoculantes enzimbacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 389-395, 2006.

RUIZ, B. O.; CASTILLO, Y.; ANCHONDO, A.; RODRÍGUEZ, C.; BELTRÁN, R.; LA O, O. Y.; PAYÁN, J. Efectos de enzimas e inoculantes sobre la composición del ensilaje de maíz. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, p. 163-172, 2009.

SCHIMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos, e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo cana-de-açúcar.** 2006. 228p. Piracicaba/SP: ESALQ, Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz da Universidade de São Paulo.

TAKAHASHI, M.; GONÇALO, S. **A Cultura da Mandioca.** Ed. Olímpica: Paranavaí. 2005. 116p.

TEIXEIRA, A. M. **Consumo voluntário e digestibilidade aparente do capim-elfante verde em diferentes idades de corte em ovinos.** 2009. 30f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

TELES, M. M.; NEIVA, J. N. M.; CLEMENTINO, R. H.; RÊGO, A. C.; CÂNDIDO, M. J. D.; RESTLE, J. Consumo, digestibilidade de nutrientes e balanço de nitrogênio da silagem de capim-elfante com adição de pedúnculo de caju desidratado. **Ciência Rural**, v. 40, n. 2, p. 427-433, 2010.

THIAGO, L. R. L. S.; SILVA, J. M.; COSTA, F. P.; CORRÊA, E. S. O uso da ponta de cana na engorda de novilhos em confinamento. **Comunicado Técnico.** Campo Grande: EMBRAPA/CNPGC, n. 9, 1982.

TUNDISI, A. G. A.; LIMA, F. P.; ROVERSO, E. Ensaio do emprego da ponta de cana como volumoso na engorda de bovinos em confinamento. **Boletim da Indústria Animal**, v. 25, n. único, p. 33-37, 1968.

UDOP – União dos Produtores de Bioenergia. Disponível em: < www.udop.com.br>. Acesso em 21 nov. 2011.

VELHO, J. P.; MÜHLBACH, P. R. F.; GENRO, T. C. M.; SANCHEZ, L. M. B.; NÖRNBERG, J. L.; ORQIS, M. C.; FALKENBERG, J. R. Alterações bromatológicas nas silagens de milho submetidas a crescentes tempos de exposição ao ar após "desensilagem". **Ciência Rural**, v. 36, p. 916-923, 2006.

VILELA, H. H.; REZENDE, A. V.; VIEIRA, P. F.; ANDRADE, G. A.; EVANGELISTA, A. R.; ALMEIDA, G. B. S. Valor nutritivo de silagens de milho colhido em diversos estádios de maturação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 1.192-1.199, 2008.

VITTI, A. C., FRANCO, H. C. J.; FARONI, C. E.; CANTARELA, H.; TRIVELIN, P. C. O. Balanço de massa e de nutrientes da palhada e da rebrota de cana-de-açúcar dessecada com glifosato. **Stab – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 25, n. 3, p. 30-33, 2007.

WEISS, W. P.; CHAMBERLAIN, D. G.; HUNT, D. C. Feeding silages. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (ed.) In: **Silage Science and Thecnology.** American Society of Agronomy, Crop Science Society of América, Soil Science of América. Madison, Wisconsin. 460-504, 2003.

WOLFORD, M. K. 1984. **The silage fermentation.** Marcel Dekker. New York. 322p.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. J.; OLIVEIRA, J. S.; ALMEIDA, J. C. C.; PEREIRA, O. G. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Archivos de Zootecnia**, v. 55, p. 75-84, 2006a.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. J. ; OLIVEIRA, J. S.; ALMEIDA, J. C. C.; PEREIRA, O. G. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim-mombaça. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 54, n. 208, p. 1-10, 2006b.

ZEOULA, L. M; CALDAS NETO, S. F; GERON, L. J. V; MAEDA, E. M.; PRADO, I. N.; DIAN, P. H. M.; JORGE, J. R.V.; MARQUES, 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**, v. 32, n. 2, p. 491-502, 2003.

II. OBJETIVOS

GERAL

Testar o uso da utilização de resíduos de cana-de-açúcar e da mandioca na alimentação de ovinos.

ESPECÍFICOS

Objetivou-se com o presente trabalho, em sua primeira fase, avaliar a ponta de cana-de-açúcar em associação à casca de mandioca seca ao sol ou ao farelo de varredura de mandioca ensilados, na composição química e parâmetros como produção de gases, efluentes e pH.

Na segunda fase, estes resíduos ensilados foram fornecidos a ovinos tendo como finalidade determinar dados de consumo e digestibilidade dos nutrientes, bem como determinar o balanço de nitrogênio.

III. VALOR NUTRICIONAL DE SILAGENS DE RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR E DA MANDIOCA¹

RESUMO

O experimento foi realizado com 36 silos experimentais, aos quais adicionou-se ponta de cana-de-açúcar triturada, com casca de mandioca seca ao sol, ou farelo de varredura de mandioca nos níveis de 0, 5, 10, 15 e 20% na matéria natural, objetivando-se determinar os efeitos dos resíduos sobre o valor nutricional das silagens. Os silos foram pesados ao fechamento e após 60 dias de fermentação foram abertos para obtenção das perdas gasosas e por efluentes. Foram feitas amostragens para determinação dos valores de pH e composição química. Valores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, matéria mineral e nutrientes digestíveis totais foram determinados e observadas diferenças entre as silagens para todas as variáveis, com excessão da proteína bruta, quando do uso dos resíduos casca ou farelo de varredura de mandioca. Os valores de pH e produção de efluentes não foram influenciados pelo uso dos resíduos, já as perdas gasosas foram menores quando foi adicionada a casca de mandioca. Para melhorar a qualidade das silagens de ponta de cana-de-açúcar recomenda-se o uso de 20% de casca de mandioca seca ao sol ou 18% de farelo de varredura de mandioca, na matéria natural, no ato da ensilagem.

Palavras-chave: casca de mandioca, efluentes, farelo de varredura de mandioca, perdas gasosas.

¹ Artigo editado de acordo com as normas de publicação do *Boletim de Indústria Animal*.

III. NUTRITIONAL VALUE OF WASTE SILAGE FROM SUGARCANE AND CASSAVA AGROINDUSTRY

ABSTRACT

The experiment consisted of 36 experimental silos, to which crushed sugarcane tip was added, mixed with sundried cassava peel or cassava bran at the levels of 0, 5, 10, 15 and 20 % of natural matter, with the purpose of determining the effects of the residues on the nutritional value of the silages. The silos were weighted at closure and after 60 days of fermentation, when they were opened to evaluate the gaseous and effluents losses. Samples were taken to determine pH values and chemical composition. The values of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), mineral matter (MM) and total digestible nutrients (TDN) were determined and differences were observed among treatments for all variables, except for crude protein, when cassava peel or cassava bran were used. The pH and effluent losses were not affected by the use of additives, although the gas losses were lower when cassava peel was added. The sugarcane tip silage can be enhanced through the addition to the natural matter of 20 % sundried cassava peel or 18% cassava bran, at the time of ensiling.

Keywords: cassava peel, effluents, cassava bran, gaseous losses.

INTRODUÇÃO

A utilização de resíduos agroindustriais vem se tornando comum na alimentação de ruminantes visando a estocar alimento para épocas críticas do ano, intensificar a produção em pequenas propriedades e principalmente visando à redução nos custos de produção, os quais estão altamente correlacionados com o preço dos alimentos fornecidos aos animais.

Dentre outras culturas geradoras de resíduos agroindustriais em grande escala, em todo o Brasil, com 8,0 milhões de hectares de área plantada, destaca-se hoje a cana-de-açúcar, que somente no Estado de São Paulo perfaz uma área de plantio de aproximadamente 5,18 milhões de hectares em 2012 (UDOP, 2012).

A ponta da cana-de-açúcar, resíduo da produção de açúcar e etanol, é hoje totalmente descartada na lavoura e merece destaque em função do grande volume de produção. Segundo Vitti *et al.* (2007), equivale a valores variando entre 10 e 25 t/ha em matéria verde ou 6,5 a 9,4 t de matéria seca/ha. Franco *et al.* (2007) obtiveram dados de 9,4 t de matéria seca/ha em canaviais colhidos com colheitadeira automotriz e sem queima prévia, mostrando assim o potencial deste resíduo na alimentação animal.

Nússio *et al.* (2009) destacam que a pesquisa tem avaliado o valor nutritivo da ponta de cana-de-açúcar tendo como finalidade usá-la como forragem conservada na alimentação de ruminantes. Deve-se ainda considerar que a retirada do excesso desses resíduos facilita o manejo dos talhões, controle de pragas e menor poluição ambiental.

Outros resíduos que vêm se destacando no cenário nacional são aqueles gerados pela agroindústria da mandioca, entre eles a casca de mandioca e o farelo de varredura de mandioca.

O Brasil produziu em 2010, segundo a CONAB (2011), 24,3 milhões de toneladas de mandioca destinadas ao consumo, produção de fécula e farinha de mandioca, sendo que deste total, somente o Estado do Paraná produziu 4,33 milhões de toneladas.

Segundo Caldas Neto *et al.* (2000), a casca de mandioca é constituída por casca, entrecasca e pontas, perfazendo 10% do total de raízes processadas pela indústria. Já o farelo de varredura de mandioca, composto de farinha imprópria para o consumo e também da limpeza do maquinário e barracão, compõe de 3% a 5% do total produzido, ambos ricos em amido.

Segundo o NRC (1989), os resíduos agroindustriais podem ser considerados, dependendo de sua origem, como fontes de alto valor energético, proteico ou de fibra em detergente neutro, a serem usados na produção animal.

Zanine *et al.* (2006a) afirmam que um resíduo a ser usado em silagem de gramíneas deve possuir alto teor de matéria seca, alta capacidade de reter água, boa aceitação pelos animais, além de fornecer carboidratos solúveis que possam ser disponibilizados para a fermentação láctica, devendo ainda ter baixo custo e facilidade de aquisição e que seja de produção local.

Zanine *et al.* (2010) adicionaram níveis de 0%, 7%, 15% e 30% de raspa de mandioca ao capim Elefante, obtendo melhoras no perfil fermentativo e nutricional das silagens.

Os dados de composição bromatológica da ponta de cana-de-açúcar são bastante controversos em função de época de corte, variedade de cana-de-açúcar utilizada, bem como maior ou menor percentual de colmo cortado juntamente com a ponta. Gesualdi *et al.* (2001) citam valores de proteína bruta de 8,35%, fibra em detergente neutro de 77,20% e fibra em detergente ácido de 44,75%.

Tais resíduos podem possuir limitações sob os aspectos de conservação, quando ensilados, bem como do ponto de vista nutricional quando fornecidos exclusivamente, principalmente em função dos baixos teores de proteína bruta e altos teores de fibra em detergente neutro, levando assim a restrições de consumo (MERTENS, 1992).

A associação da ponta da cana-de-açúcar no ato da ensilagem, com resíduos da indústria de farinha de mandioca, entre eles a casca de mandioca e o farelo de varredura de mandioca, podem evitar perdas gasosas e por efluentes, como também melhorar o valor nutricional destas silagens.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a composição química e as perdas gasosas e por efluentes nas silagens de ponta de cana-de-açúcar, com e sem adição da casca de mandioca ou farelo de varredura de mandioca, em diferentes níveis.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Santo Antonio, situada no município de Rancharia/SP. Foram utilizados 36 silos experimentais, feitos com baldes de PVC com capacidade para 10 litros, e na tampa havia uma válvula de Bunsen para escape dos gases de fermentação. No fundo de cada silo, foi colocado 1,2 kg de areia seca, a qual foi separada da silagem por uma tela de tecido de náilon porosa para quantificação do efluente produzido.

A ponta de cana verde foi colhida manualmente, em julho de 2009, e a variedade usada foi a RB 86-7515, de um talhão de segundo corte. Após picada com o uso de forrageira acoplada à carreta e à tomada de força do trator, foram adicionados os resíduos e ensilada.

Os resíduos, casca de mandioca e farelo de varredura de mandioca foram fornecidos pela Farinheira Carimã, situada às margens da rodovia SP-284, km 542, no município de Martinópolis/SP, sendo que a casca de mandioca foi seca ao sol sobre lona plástica preta por três dias.

Os tratamentos constituíram-se de ponta de cana-de-açúcar associada à casca de mandioca seca ao sol ou ao farelo de varredura de mandioca nos níveis abaixo propostos:

PCA – Ponta de cana-de-açúcar pura

PCA+5%CMS – Ponta de cana-de-açúcar + 5% de casca de mandioca seca ao sol

PCA+10% CMS – Ponta de cana-de-açúcar + 10% de casca de mandioca seca ao sol

PCA+15% CMS – Ponta de cana-de-açúcar + 15% de casca de mandioca seca ao sol

PCA+20% CMS - Ponta de cana-de-açúcar + 20% de casca de mandioca seca ao sol

PCA+5% FVM – Ponta de cana-de-açúcar + 5% de farelo de varredura de mandioca

PCA+10% FVM – Ponta de cana-de-açúcar +10% de farelo de varredura de mandioca

PCA+15% FVM – Ponta de cana-de-açúcar +15 % de farelo de varredura de mandioca

PCA+20% FVM – Ponta de cana-de-açúcar + 20% de farelo de varredura de mandioca

Na Tabela 1, são apresentados os dados de composição da ponta de cana-de-açúcar como também dos resíduos, casca de mandioca *in natura* e seca ao sol, além do farelo de varredura de mandioca.

Tabela 1. Composição química da casca de mandioca *in natura* (CMN) e seca ao sol (CMS), do farelo de varredura de mandioca (FVM) e da ponta de cana-de-açúcar (PCA) usadas na ensilagem, com base na matéria seca.

Composição química	CMN	CMS	FVM	PCA
Matéria seca (%)	25,68	85,96	90,20	29,73
Matéria orgânica (%MS)	96,38	96,55	98,83	26,51
Proteína bruta (%MS)	4,51	4,52	4,06	5,46
Extrato etéreo (%MS)	0,70	1,01	0,46	1,23
Fibra em detergente neutro (%MS)	28,86	30,06	11,57	71,57
Fibra em detergente ácido (%MS)	15,49	14,63	2,66	37,71
Matéria mineral (%MS)	3,62	3,45	1,17	3,22
Nutrientes digestíveis totais (%MS)*	76,99	77,0	85,98	61,44

*Undersander (1993)

Depois de misturado, o material foi distribuído em silos, sendo os mesmos juntamente com areia, tampa e tela de náilon pesados em balança digital, antes de serem cheios.

A compactação foi realizada com bastões de ferro, objetivando-se atingir a densidade de aproximadamente 550 kg de forragem/m³. Para isto, foi determinado o volume de cada silo, descontado o espaço ocupado pela areia e tela, pesada a quantidade de forragem necessária para obtenção da densidade desejada e adicionada ao silo experimental. O fechamento das tampas foi feito por pressão e reforçado com fita adesiva para evitar entrada de ar.

Dois meses após o fechamento, em setembro de 2009, os silos foram novamente pesados em balança digital, antes da abertura para determinação de perdas gasosas. Foram então abertos, esvaziados e novamente pesados, os silos, com areia, tampa e tela de náilon para obtenção do peso dos efluentes, como toda silagem dele retirada.

A determinação das perdas gasosas e por efluentes durante o processo de ensilagem foram calculadas segundo descrito em Jobim *et al.* (2007), onde:

$$G = (PSI - PSF) / MSI \times 100, \text{ onde}$$

G = perda por gases (%MS);

PSI = peso do silo no momento do fechamento (kg);

PSF = peso do silo no momento da abertura (kg); e

MSI = matéria seca ensilada (quantidade de forragem em kg x %MS).

$$E = [100(Pab - Pen)] / (MVfe)$$

E = produção de efluentes (kg de efluente/t de matéria verde ensilada);

Pab = peso do conjunto silo, areia, tela e náilon após a abertura (kg);

Pen = peso do conjunto silo, areia, tela e náilon antes da ensilagem (kg) e

MVfe = quantidade de massa verde de forragem ensilada (kg).

Na Tabela 2, são apresentados os dados de composição da ponta de cana-de-açúcar com os resíduos, casca de mandioca ou com farelo de varredura de mandioca antes da ensilagem.

Tabela 2. Composição química antes da ensilagem, para os tratamentos ponta de cana-de-açúcar (PCA), ponta de cana-de-açúcar com casca de mandioca seca ao sol (PCA+CMS) ou ponta de cana-de-açúcar com farelo de varredura de mandioca (PCA+FVM) com base na matéria seca.

Composição química	Níveis de inclusão dos resíduos								
	PCA 100%	PCA+CMS				PCA+FVM			
	100	5%	10%	15%	20%	5%	10%	15%	20%
Matéria seca (%)	29,73	33,89	37,61	38,33	41,77	31,47	34,01	36,99	39,89
Matéria orgânica (%MS)	96,78	96,82	96,62	96,17	96,05	97,04	97,29	97,54	97,68
Proteína bruta (%MS)	5,46	4,38	5,07	6,65	8,76	4,98	5,47	5,82	6,17
Extrato etéreo (%MS)	1,23	1,15	1,07	0,92	1,22	1,42	1,0	1,5	0,95
Fibra em detergente neutro (%MS)	71,57	66,78	63,63	54,62	58,03	66,4	57,69	51,74	50,15
Fibra em detergente ácido (%MS)	37,71	32,67	32,38	31,03	28,14	36,26	27,46	23,46	21,14
Matéria mineral (%MS)	3,22	3,18	3,38	3,83	3,95	2,96	2,71	2,46	2,32
Nutrientes digestíveis totais (%MS)*	61,44	64,97	65,17	66,12	68,74	62,46	68,62	71,42	73,04

* Undersander (1993)

Amostras de todos os tratamentos antes da ensilagem, como também do material retirado dos silos, após abertura e homogeneização, foram coletadas para cada repetição. Estas foram pesadas e mantidas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, trituradas em moinho tipo Willey em peneira de 1 mm e armazenadas em potes plásticos para determinação da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM), conforme

descrito em Silva e Queiroz (2002). Os componentes da parede celular (fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido) foram determinados segundo Van Soest *et al.* (1991). As estimativas de carboidratos totais foram feitas por Weiss (1996), as de carboidratos não estruturais pelo NRC 2001 e para NDT, Undersander (1993). O pH foi determinado em potenciômetro DIGIMED - DMPH 1, conforme descrito em Silva e Queiroz (2002). Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Análises Bromatológicas da Universidade do Oeste Paulista (Unoeste), localizada em Presidente Prudente/SP.

A análise estatística foi dividida em duas etapas, sendo que a inicial trata de um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 4, dois resíduos (casca de mandioca seca ao sol, ou farelo de varredura de mandioca) e quatro níveis de adição, (5%, 10%, 15% e 20%).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o sistema de análises estatísticas e genéticas (SAEG) versão 8.0 (Universidade Federal de Viçosa, 1998), de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + PC_i + AD_{ij} + (PC \times AD) + e_{ijk}$$

onde:

Y_{ijk} = valor observado da variável estudada na ponta de cana-de-açúcar_i, recebendo o nível do resíduo_j;

μ = Constante geral;

PC_i = Ponta de cana-de-açúcar_i onde_i = pontade cana-de-açúcar verde;

AD_{ij} = Nível dos resíduos _j onde _j = 0,0%; 5,0%; 10,0% ; 15,0% e 20,0%;

$PC \times AD$ = Interação entre ponta de cana-de-açúcar e níveis dos resíduos;

E_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação y_{ijk} .

A segunda etapa trata de uma análise de variância onde foi usado o teste de Dunnett para comparar a ponta de cana-de açúcar pura (testemunha) com oito tratamentos distintos, sendo usados os resíduos casca de mandioca seca ao sol ou farelo de varredura de mandioca nos níveis de 5%, 10%, 15% e 20%, adicionados à ponta de cana-de-açúcar, de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + PC + R_{ij} + e_{ij}$$

onde:

Y_{ij} = valor observado da variável estudada na ponta de cana-de-açúcar_i recebendo o nível do resíduo_j;

μ = Constante geral;

PC = Ponta de cana-de-açúcar verde;

R_{ij} = Nível dos resíduos sendo:

_i = casca de mandioca seca ao sol (5%, 10%, 15% e 20%)

j = farelo de varredura de mandioca (5% ; 10%; 15% e 20%);

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação y_{ij}

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de composição química e análise das silagens de ponta de cana-de-açúcar após abertura dos silos com diferentes níveis de inclusão de casca de mandioca ou de farelo de varredura de mandioca encontram-se nas Tabelas (3 e 4).

Ambos os resíduos quando usados nos níveis de 5%, 10%, 15% e 20%, desconsiderando-se a testemunha (ponta de cana-de-açúcar pura), elevaram quadraticamente os teores de matéria seca das silagens. Não houve interação entre nenhum dos resíduos com seus respectivos níveis. Tal ocorrência é em função da alta concentração de matéria seca de ambos os aditivos, farelo de varredura de mandioca (90,2%) e casca de mandioca (85,96%), o que pode ter beneficiado a fermentação dentro do silo, já que o teor de matéria seca da ponta de cana-de-açúcar *in natura* era de 29%.

Barcelos e Resende (2002) encontraram na ponta da cana-de-açúcar matéria seca de 26%. Já Pires *et al.* (2009) preconizam que o uso de farelo de mandioca, casca de café ou de cacau, quando utilizados na ensilagem de gramíneas com teores de matéria seca abaixo do ideal, podem aumentar o teor de matéria seca do produto final, bem como melhorar as características nutritivas do mesmo.

A aplicação do teste de média para cada aditivo em comparação à testemunha (ponta de cana-de-açúcar pura) (Tabela 4) mostra que o farelo de varredura de mandioca, apesar de possuir teor de matéria seca (90,2%) maior que o da casca de mandioca (85,96%) somente apresenta efeito significativo no aumento do teor da matéria seca na silagem a partir do nível de 15% de adição. No entanto, a casca de mandioca apresenta efeito significativo sobre o teor de matéria seca a partir do nível de adição de 10%, mostrando ser mais eficiente que o farelo de varredura de mandioca. Tal ocorrência pode ter origem em uma fermentação mais acentuada quando foi usado o farelo de varredura de mandioca, provocando uma queda no teor de matéria seca desta silagem. As perdas de carboidratos solúveis durante a fermentação resultam em produção de CO₂, água e etanol, o que implica em perdas de matéria seca da silagem nas formas gasosa e por efluente.

Pedroso *et al.* (2005) e Freitas *et al.* (2006) observaram perdas de carboidratos solúveis de 29,2% e 31,1%, respectivamente, em silagem de cana-de-açúcar, como consequência do metabolismo pelas bactérias.

Tabela 3. Análise de variância da composição química das silagens de ponta de cana-de-açúcar com casca de mandioca seca ao sol (PCA+CMS) ou ponta de cana-de-açúcar com farelo de varredura de mandioca (PCA+FVM).

	MS	PB	FDN	FDA	EE	MM	NDT	pH	Produção efluentes	Perdas gasosas
Aditivo	*	Ns	*	*	*	*	*	ns	*	*
Nível	Q	Ns	L	L	L	L	L	ns	L	L
Interação (resíduo x nível)	ns	Ns	*	*	ns	*	ns	ns	ns	ns
casca de mandioca seca ao sol - nível	-	-	L	L	-	Ns	-	-	-	-
farelo de varredura de mandioca - nível	-	-	L	L	-	L	-	-	-	-

Adição dos resíduos = 5%; 10%; 15% e 20,0%. Efeitos = * significativo, ns - não significativo, L - linear, Q - quadrático.

Os teores de proteína bruta das silagens não foram alterados, como também não ocorreu interação entre os resíduos, casca de mandioca ou farelo de varredura de mandioca (Tabela 3). Provavelmente o fator responsável por estes baixos índices proteicos sejam os baixos níveis deste nutriente nos resíduos, casca de mandioca 4,52% PB e no farelo de varredura de mandioca 5,02% PB.

A aplicação do teste de média para cada resíduo, em comparação à testemunha (ponta de cana-de-açúcar pura), não apresentou diferenças na variação do teor de proteína para qualquer nível de adição. Estes variaram de 6,10%, ao nível de 5%, para 6,84% ao nível de 10%, para os tratamentos com casca de mandioca. Variações de 6,5% ao nível de 5%, para 7,04% ao nível de 20% de farelo de varredura de mandioca foram observadas, sendo indiferente o uso de casca de mandioca ou farelo de varredura (Tabela 4).

Observa-se que os teores de proteína bruta para quase todos os tratamentos estão abaixo do mínimo recomendado por Van Soest (1994), o qual preconiza que as dietas fornecidas a ruminantes devem conter em sua composição um teor de proteína mínimo de 7%.

Ambos os resíduos quando usados nos níveis de 5%, 10%, 15% e 20%, desconsiderando-se a testemunha (ponta de cana-de-açúcar pura), diminuíram linearmente os teores de FDN das silagens, tendo ainda ocorrido interação entre os mesmos (Tabela 3).

A comparação entre as médias dos tratamentos com a testemunha (ponta de cana-de-açúcar pura) indicou diferença apenas para o nível de adição de 20% de casca de mandioca ou farelo de varredura, uma redução no teor da FDN (Tabela 4), mostrando que ambos possuem a mesma eficiência em reduzir os teores de FDN das silagens.

Tal queda nos valores de FDN nas silagens pode ser atribuída ao menor teor de FDN dos resíduos, 30,06% para a casca de mandioca e 11,57% para o farelo de varredura de mandioca, em relação ao teor de FDN da silagem ponta de cana-de-açúcar pura, 74,69%. Gesualdi *et al.* (2001) encontraram valor de FDN de 77,2% para a ponta de cana-de-açúcar.

A queda no teor de FDN das silagens de ponta de cana-de-açúcar pode influir positivamente no produto final, melhorando sua qualidade e aumentando o consumo de matéria seca pelos animais, pois os teores de FDN têm relação inversa com o consumo.

Segundo Van Soest (1994), para valores maiores que 60% na dieta, a FDN é o fator mais limitante do consumo.

Mertens (1992) afirma que o teor de FDN permite relacionar mecanismos físicos (capacidade ruminal e taxa de passagem) e fisiológicos (balanço nutricional) de regulação de consumo, em função deste componente apresentar fermentação e passagem pelo rúmen-retículo mais lenta que outros componentes da dieta.

O uso dos resíduos, casca de mandioca seca ao sol ou farelo de varredura de mandioca, ocasionou uma queda linear nos teores de FDA das silagens de ponta de cana-de-açúcar, ocorrendo também interação entre nível e resíduos para ambos os resíduos (Tabela 3).

Quando comparadas as médias dos tratamentos com a testemunha (ponta de cana-de-açúcar pura), observa-se que a partir do nível de adição de 10% para os dois resíduos houve efeito decrescente nos valores da FDA (Tabela 4). Tais reduções ocorreram provavelmente em função dos baixos níveis deste componente nos resíduos casca de mandioca 14,63% e farelo de varredura de mandioca 2,66%, respectivamente.

As reduções encontradas nos teores de FDA das silagens de ponta de cana-de-açúcar com os resíduos, casca de mandioca seca ao sol ou farelo de varredura de mandioca, demonstram melhoras na qualidade das silagens, já que a composição desta fibra é basicamente celulose e lignina.

Valores de FDA de 46,2%, maiores que os do presente trabalho, foram encontrados por Schimidt *et al.* (2011) em silagens de cana, e de 44,6% em silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri*.

O conteúdo de extrato etéreo das silagens variou significativamente quando do uso de aditivos (Tabela 3), sendo que a análise de regressão demonstra efeito linear (Tabela 6), não ocorrendo interação entre nível/resíduo.

A comparação das médias de cada um dos tratamentos em relação ao nível zero de adição (testemunha) mostrou não haver efeito dos resíduos para qualquer percentual de inclusão (Tabela 4). Tal fato pode ser justificado pelos baixos teores de extrato etéreo, 1,01% na casca de mandioca e 0,4% no farelo de varredura de mandioca.

Para a matéria mineral (Tabelas 3 e 5), houve efeito significativo para a inclusão de aditivos ocorrendo também interação com efeito linear entre níveis/aditivo para o farelo de varredura de mandioca e não significativa para o aditivo casca de mandioca seca ao sol.

Tabela 4. Composição química das silagens de ponta de cana-de-açúcar pura (PCA), ponta de cana-de-açúcar com casca de mandioca seca ao sol (PCA+CMS) ou ponta de cana-de-açúcar com farelo de varredura de mandioca (PCA+FVM), comparada com a testemunha.

Composição Química	Níveis de inclusão dos resíduos									CV%
	PCA	PCA+CMS				PCA+FVM				
	100%	5%	10%	15%	20%	5%	10%	15%	20%	
MS%	29,15	29,84	32,27 *	34,78 *	38,53 *	29,28	30,3	33,09 *	38,55 *	3,4
PB (% MS)	5,94	6,10	6,84	6,65	6,69	6,50	6,61	6,59	7,04	13
FDN (% MS)	74,69	71,65	67,09	61,48	59,82 *	69,59	63,33	59,04	50,54 *	4,3
FDA (% MS)	39,88	37,09	36,51 *	33,87 *	35,58 *	37,52	32,43 *	28,19 *	25,40 *	4,6
EE (% MS)	1,06	0,74	0,88	0,88	0,95	0,96	1,02	1,10	1,27	17
MM (% MS)	3,50	3,50	4,19	3,76	3,77	3,49	3,13	2,97	2,53	9,5
NDT (% MS)	59,92	61,88	62,28 *	64,16 *	62,93 *	61,58	65,14 *	68,11 *	70,05 *	1,7
Ph	3,78	3,63	3,68	3,70	3,75	3,73	3,75	3,75	3,78	2,4
Efluentes (kg/tMV)	3,31	3,08	2,05	2,56	2,05	6,47 *	5,62	3,33	2,81	41,8
P.gasosas (%MS)	5,65	3,56*	3,61*	3,54 *	2,39*	5,54	6,31	5,40	5,69	15,2

NDT = $87,84 - (0,7 \times \%FDA)$ Undersander (1993).

($p < 0,01$) Teste de Dunnet - *significativo

CV = coeficiente de variação

Tabela 5. Equações de regressão para interação níveis/resíduos e seus coeficientes de determinação.

Variáveis	Nível x Resíduo 1	Nível x Resíduo 2	r ² -Resíduo 1	r ² - Resíduo 2
FDN	$\hat{Y} = - 0,965 x + 63,29688$	$\hat{Y} = - 0,108465 x + 63,29688$	0,94	0,95
FDA	$\hat{Y} = - 0,1439501 x + 33,31719$	$\hat{Y} = - 0,4779251 x + 33,31719$	0,98	0,94
MM	---	$\hat{Y} = - 0,2849989 x + 3,426563$	---	0,97

Resíduo 1 = casca de mandioca seca ao sol

Resíduo 2 = farelo de varredura de mandioca

Tabela 6 . Equações de regressão para o efeito dos aditivos e seus coeficientes de determinação.

Variáveis	Resíduos	r ²
MS	$\hat{Y} = 0,02874999x^2 + 0,591850x + 32,43094$	0,96
MM	$\hat{Y} = - 0,2907500 x + 3,426563$	0,72
EE	$\hat{Y} = 0,013725x + 0,987812$	0,98
NDT	$\hat{Y} = 0,3345475x + 64,51797$	0,94
Produção de efluentes (kg/tMV)	$\hat{Y} = - 0,1566616 x + 0,3486400$	0,99
Perdas gasosas (%)	$\hat{Y} = - 0,04019509x + 4,504586$	0,48

As variações decrescentes e significativas nos teores de matéria mineral nas silagens aditivadas com o resíduo farelo de varredura podem ser explicadas em função dos baixos teores de matéria mineral no farelo de varredura de mandioca (1,17%). Os efeitos não significativos, quando do uso da casca de mandioca, são explicados pelos valores de matéria mineral muito próximos aos da ponta de cana-de-açúcar, 3,45% e 3,22%, respectivamente. É importante ressaltar que a casca de mandioca pode conter contaminação de solo, incorporando assim pequenas quantidades de material mineral às silagens que tiveram a adição deste resíduo.

As médias dos tratamentos, quando testadas separadamente para cada aditivo em relação ao nível zero de inclusão (testemunha), não apresentaram efeito significativo para ambos os resíduos, sob quaisquer níveis de inclusão, em alterar o percentual de material mineral das silagens (Tabela 4).

A análise de variância (Tabela 3) detectou efeito significativo do uso dos resíduos no teor de nutrientes digestíveis totais das silagens de ponta de cana-de-açúcar, sendo que a regressão mostra um efeito linear (Tabela 6), não ocorrendo interação para nível/resíduo.

A comparação das médias de cada um dos tratamentos em relação ao nível zero de adição (testemunha) mostrou que a inclusão acima de 10% de casca de mandioca ou de farelo de varredura de mandioca, promoveu aumentos significativos nos teores de energia das silagens (Tabela 4).

A eficiência dos resíduos no enriquecimento energético das silagens de ponta de cana-de-açúcar pode ser explicada pelo alto teor de NDT neles contido, 77% para a casca de mandioca e 85,98% para o farelo de varredura de mandioca. Pires *et al.* (2009) observaram na silagem de capim Elefante NDT de 49,9%, sendo que a adição de 15% de farelo de mandioca à mesma elevou este valor para 58,8%.

A análise de variância para perdas gasosas da silagem de ponta de cana-de-açúcar, com diferentes níveis de casca de mandioca ou farelo de varredura de mandioca, indicou efeito significativo para os aditivos. Por outro lado, não ocorreram interações entre nível/aditivo para quaisquer dos resíduos usados (Tabelas 3 e 6).

A casca de mandioca seca ao sol, quando adicionada à ensilagem de ponta de cana-de-açúcar, a partir do nível de 5%, reduz as perdas gasosas das silagens, quando comparada à ponta de cana-de-açúcar pura (testemunha). Por outro lado, para o farelo de varredura de mandioca não ocorrem diferenças em nenhum nível de adição.

Perdas gasosas de 5,65% na matéria seca foram encontradas para ponta de cana-de-açúcar pura, ao passo que a adição de 20% de casca de mandioca seca ao sol no ato da ensilagem reduziu estas perdas para 2,39% (Tabela 4).

Rezende *et al.* (2009) encontraram para cana-de-açúcar pura valores de perdas gasosas de 9,63% na matéria seca. Contudo, a adição dos níveis 7%, 14%, 21% ou 28% de raspa de batata desidratada causou uma redução linear na produção de gases para até 3%, quando 28% de raspa de batata foram adicionadas.

Andrade *et al.* (2001) adicionaram níveis entre 0%, 40%, 80% e 120 kg de rolão de milho/t de cana-de-açúcar no ato da ensilagem, o que causou uma redução de até 99,46% na produção de etanol, mostrando assim o efeito do aumento na matéria seca sobre a redução na produção do mesmo.

Por outro lado, Pereira e Santos (2006) afirmam que reduções das perdas gasosas podem ocorrer em função da redução de microrganismos produtores de gás, os quais se desenvolvem em silagens mal conservadas.

No presente trabalho, pode ter havido uma redução na produção de etanol e consequentemente menor produção de CO₂ diminuindo assim a perdas gasosas em função do aumento no percentual de matéria seca através da inclusão da casca de mandioca seca ao sol.

Os resíduos casca de mandioca e farelo de varredura de mandioca, quando usados nos níveis de 5%, 10%, 15% e 20%, desconsiderando-se a testemunha (ponta de cana-de-açúcar pura), reduzem linearmente a produção de efluentes em silagens de ponta de cana-de-açúcar, não sendo observado efeito de interação entre nível/resíduos (Tabela 3).

Já médias de produção de efluentes, quando testadas separadamente para cada aditivo em relação à testemunha (ponta de cana-de-açúcar pura), não apresentaram diferenças entre si, quando o aditivo usado foi a casca de mandioca, apesar deste ter aumentado o teor de matéria seca das silagens aos quais foi adicionado.

No entanto, o farelo de varredura de mandioca, quando usado ao nível de 5%, provocou um aumento significativo na produção de efluentes, em relação aos demais níveis (Tabela 4).

Andrade *et al.* (2010), usando farelo de mandioca, farelo de cacau ou casca de café em silagens de capim Elefante, observaram que o farelo de cacau usado no nível de 14,23% foi o

resíduo mais eficiente em reduzir a produção de efluentes. Entretanto, para o farelo de mandioca só foram observados resultados positivos quando o nível foi de 25,63%.

Deve-se ressaltar que a produção de efluentes é um dos fatores determinantes de perda de nutrientes das silagens, a qual ocorre por percolação junto ao efluente produzido.

Os resíduos casca de mandioca e farelo de varredura de mandioca, apesar de não evitarem totalmente as perdas por efluentes, em silagens de ponta de cana-de-açúcar, mostraram perdas muito reduzidas (Tabela 4) em comparação aos dados de Pedroso *et al.* (2007) de 22,8 e Siqueira *et al.* (2007), com 84,9 kg/t de matéria fresca, quando do uso de aditivos microbianos em silagens de cana-de-açúcar.

O pH da silagem de ponta de cana-de-açúcar foi de 3,78, não sendo afetado com a inclusão dos resíduos casca de mandioca, quando variou entre 3,63 a 3,75 ou farelo de varredura mandioca, variando entre 3,73 e 3,78, para os diferentes níveis de adição dos resíduos. Não foi observada interação entre nível/aditivo.

Valores de pH de 3,9 obtidos por Schimidt *et al.* (2006) são considerados normais para silagem de cana-de-açúcar em função do baixo poder tampão da mesma.

Entretanto, em silagens de cana-de-açúcar, a rápida queda de pH a níveis considerados ideais não garante por si só boa qualidade fermentativa para conservação das mesmas, segundo Schimidt *et al.* (2007) e Evangelista *et al.* (2004).

CONCLUSÕES

A adição casca de mandioca ou farelo de varredura de mandioca aumentou os níveis energéticos e diminuiu os teores de fibra em detergente neutro das silagens de ponta de cana-de-açúcar. Nenhum dos resíduos alterou as perdas por efluentes ou pH das silagens. Contudo, a casca de mandioca reduziu as perdas gasosas em comparação ao farelo de varredura mandioca. As silagens de ponta de cana-de-açúcar podem ser enriquecidas com casca de mandioca ou farelo de varredura de mandioca seca ao sol, ao nível de 20% da matéria natural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. B.; FERRARI JUNIOR, E.; BRAUN, G. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia e acrescida de rolão de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 9, p. 1.169-1.174, 2001.

ANDRADE, I. V. O.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. V.; VELOSO, C. M.; BONOMO, P.; Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim-elefante contendo sub-produtos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, 2010.

BARCELOS, A. F.; RESENDE, A.V. Aproveitamento de resíduos de destilaria de cachaça de alambique. **Informe Agropecuário**, v. 10, n. 119, p. 22-27, 2002.

CALDAS NETO, S. F.; ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F.; PRADO, I. N.; SANTOS, G. T.; FREGADOLI, F. L.; KASSIEZ, M. P.; DA PONTE, A. O. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6 (supl. 1), p. 2.099-2.108, 2000.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Câmara setorial da cadeia produtiva da mandioca e derivados: conjuntura sobre raiz, farinha e fécula de mandioca**. 2011. Disponível em: <www.conab.gov.br/OlalaCMS/. Uploads/arquivos/ 11_09_16_08_51_17 mandioca e seus derivados. pdf.>. Acesso em 15 jan. 2013.

EVANGELISTA, A. R.; PERON, A. J.; AMARAL, P. N. C. Forrageiras não convencionais para silagem – mitos e realidades. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa, MG. **Anais ... Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa**, 2004, p. 463-507.

FRANCO, H. C. Estoque de nutrientes em resíduos culturais incorporados ao solo na reforma de área com cana-de-açúcar. **Stab – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 25, n. 6, p. 32-36, 2007.

FREITAS, A. W. P.; PEREIRA, J. C.; ROCHA, F. C.; COSTA, M. G.; LEONEL, F. P.; RIBEIRO, M. D. Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 48-59, 2006.

GESUALDI, A. C. L. S.; COELHO DA SILVA, J. F.; VASQUEZ, H. M. Efeito da amonização sobre a composição, a retenção de nitrogênio e a conservação do bagaço e da ponta de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 508-517, 2001.

JOBIM, C. C.; L. G.; REIS, R. A.; SCHIMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 101-119, 2007.

MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais... Lavras: Universidade Federal de Lavras**, 1992, p. 188.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. National Academy Press. Washington D.C., 1989.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D. C.: National Academy of Science, 2001. 381p.

NUSSIO, L. G.; SUSIN, I.; MENDES, C. Q.; AMARAL, R. C. Estratégias para garantir eficiência na utilização de cana-de-açúcar para ruminantes. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 3, n. 4, p. 27-33, 2009.

PEDROSO, A. F.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F.; LOURES, D. R. S.; IGARAS, I. M. M.; COEKHO, R. M.; PACKER, I. H.; HORI, J.; GOMES, L. H. Dinâmica da fermentação e da microflora epífita em silagem de cana-de-açúcar. **Scientia Agrícola**, v. 62, n. 5, p. 427-432, 2005.

PEDROSO, A. F.; NUSSIO, L. G.; LOURES, D. R. S. Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas na qualidade de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 3, p. 558-564, 2007.

PEREIRA, O. G.; SANTOS, E. M. Microbiologia e o processo de fermentação em silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3, 2006, Viçosa, MG. **Anais... Viçosa, MG: UFV**, 2006. p. 392-430.

PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R. Capim-elefante ensilado com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 34-39, 2009.

REZENDE, A. L.; RODRIGUES, R.; BARCELOS, A. F.; CASALI, A. O.; VALERIANO, A. R.; MEDEIROS, L. T. Qualidade bromatológica das silagens de cana-de-açúcar (*Sacharum officinarum*) aditivadas com raspa de batata. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 1, 2009.

SCHIMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo cana-de-açúcar**. 2006. 228p. Piracicaba, SP: ESALQ, Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz/Universidade de São Paulo.

SCHIMIDT, P.; ROSSI JUNIOR, P.; JUNGES, D.; DIAS, L. T.; ALMEIDA, R.; MARI, L. J. Novos aditivos microbianos na ensilagem da cana-de-açúcar: composição bromatológica, perdas fermentativas, componentes voláteis e estabilidade aeróbica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 3, p. 543-549, 2011.

SCHIMIDT, P.; MARI, L. J.; NUSSIO, L. G.; PEDROSO, A. F.; PAZIANI, S. F.; WECHSLER, S. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 1. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1.666-1.675, 2007.

SILVA, D. J.; QUEIRÓZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SIQUEIRA, G. R.; SCHOKEN-ITURRINO, R. P.; PIRES, A. J. V.; BERNARDES, T. F.; AMARAL, R. C. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 2.000-2.009, 2007.

UNDERSANDER, D. J.; HOWARD, W. T.; SHAVER, R. D. Milk per acre spreadsheet for combining yield and quality into a single term. **Journal of Production Agriculture**, v. 6, n. 2, p. 231-235, 1993.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. 1998. SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 8.0. Viçosa, MG, 150p. (Manual do usuário).

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA. Disponível em: < www.udop.com.br >. Acesso em 19 mar. 2012.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. New York, 1994. 476p.

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**, v. 74, n. 10, p. 3.583-3.597, 1991.

VITTI, A. C.; FRANCO, H. C. J.; FARONI, C. E.; CANTARELA, H.; TRIVELIN, P. C. O. Balanço de massa e de nutrientes da palhada e da rebrota de cana-de-açúcar dessecada com glifosato. **Stab - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 25, n. 3, p. 30-33, 2007.

WEISS, W. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61. Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1996, p. 176-185.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. J.; PEREIRA, O. G.; ALMEIDA, J. C. C. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim-mombaça. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. 6, p. 803-809, 2006.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; DÓREA, J. R. R.; DANTAS, P. A. S.; SILVA, T. C.; PEREIRA, O. G. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de raspa de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2.611-2.616, 2010.

IV. SILAGEM DE RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR E DA MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS: CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E BALANÇO DE NITROGÊNIO²

RESUMO

Ovinos Santa Inês/Dorper pesando 29,4 kg \pm 2,4 kg foram distribuídos em quatro tratamentos e seis repetições, em gaiolas metabólicas com coletores de fezes, urina, comedouro e bebedouro individuais e submetidos a 10 dias de adaptação e cinco de coleta. Todo alimento fornecido, residual, fezes e urina foram pesados e amostrados para determinar consumo, digestibilidade e nitrogênio retido. Os tratamentos foram: 100%(SPC+18%FVM)+C; 67%(SPC+18%FVM): 33%(SPC+20%CMS)+C; 33%(SPC+18%FVM): 67%(SPC+20%CMS)+C; 100%(SPC+20%CMS)+C. Eles contiam silagens de ponta de cana-de-açúcar, com casca de mandioca seca ao sol (CMS) (SPC+20%CMS), ou farelo de varredura de mandioca (SPC+18%FVM). O concentrado continha ainda farelo de milho e soja, mistura mineral, com 23% de proteína bruta e 85% de nutrientes digestíveis totais, fornecido na proporção 80% volumoso:20% concentrado. Determinou-se consumo e digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não estruturais (CNE), energia digestível (ED) e nitrogênio retido. Observou-se diferenças somente quanto ao consumo de FDA, FDN, EE e CNE. Animais recebendo como volumoso 100%(SPC+18%FVM) tiveram balanço de N negativo. As demais dietas não diferiram e a escolha de uma dependerá da disponibilidade e custo.

Palavras-chave: casca de mandioca, farelo de varredura de mandioca, ponta de cana-de-açúcar, avaliação nutricional.

² Artigo editado de acordo com as normas de publicação do *Boletim de Indústria Animal*.

IV. SILAGE OF SUGARCANE AND CASSAVA INDUSTRY WASTE IN SHEEP FEEDING: INTAKE, DIGESTIBILITY AND NITROGEN BALANCE

ABSTRACT

Some Santa Inez/Dorper crossbred sheep weighing 29.4 ± 2.4 kg were assorted to four treatments of six repetitions each, housed in metabolic cages with faeces and urine collectors and private feeders and drinkers. The animals were adapted for 10 days and data collection was made during five days. All food supplies and remains were weighted, and samples of faeces and urine were collected to determine intake, digestibility and nitrogen retention. The treatments were: 100%(SCT+CBS); 67%(SCT+CBS); 33%(SCT+DCP); 33%(SCT+CBS); 67%(SCT+DCP); 100%(SCT+DCP) of sugarcane tip silage (SCT), with sundried cassava peel (DCP) or with cassava bran (CBS). The concentrate was made of corn and soybean bran and mineral mixture with 23.0% crude protein (CP) and 85.0% total digestible nutrients (TDN), supplied at the ratio of 80% forage: 20% concentrate. The intake and digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), ethereal extract (EE), total carbohydrate (TCH), nonstructural carbohydrate (NSC), digestible energy (DE) and retained nitrogen were determined. Differences among treatments were observed in relation to the intake of ADF, NDF, TCH, NSC and DE. The animals getting forage 100% (SCT+18%CBS) had a negative nitrogen balance. The other diets did not differ and the choice for one of them will only depend on availability and cost.

Keywords: Cassava peel, cassava bran, sugarcane tip, nutritional assessment

INTRODUÇÃO

A estacionalidade da produção forrageira é uma das principais causas dos baixos índices produtivos da pecuária brasileira. A busca por alimentos conservados em quantidade poderá contribuir de forma decisiva na resolução desse impasse.

Segundo Santos *et al.* (2008), a cana-de-açúcar tem sido preconizada em sistemas de produção animal em função de suas características, como alta produção de massa seca por hectare, variedades adaptadas ao ambiente, além de resistência a pragas. Outros aspectos destacados são a alta produção de nutrientes digestíveis totais por hectare e o baixo custo por tonelada de matéria seca.

Como resíduo produzido pela agroindústria do açúcar e etanol, a ponta de cana-de-açúcar, segundo Nússio (2009), vem sendo avaliada por vários pesquisadores como fonte volumosa a ser usada na nutrição animal.

Resíduos agroindustriais, como casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca foram usados por Pires *et al.* (2009), que observaram aumento no consumo de matéria seca quando a ensilagem de capim elefante foi acrescida de 15% de farelo de mandioca.

Oliveira *et al.* (2010) testaram o uso dos mesmos resíduos, todos ao nível de 15% em silagens de capim elefante, fornecidos a cabras da raça Saanem. Os autores observaram que o uso de 15% de farelo de mandioca na ensilagem de capim elefante aumentou o consumo de matéria seca e produção de leite dos animais. Observou-se também uma melhora na digestibilidade da silagem quando foi usado farelo de mandioca, em relação aos resíduos casca de café ou farelo de cacau.

A escolha de um novo alimento na nutrição animal deve ser amparada por três importantes fatores: o nutricional, o técnico e o econômico, tendo em vista serem estes os mais limitantes na produção animal (ZEOULA *et al.*, 2003).

Segundo Reis *et al.* (2006), a qualidade das silagens de modo geral pode ser determinada pelo consumo da mesma, sendo esta definida pelo valor nutricional e consumo voluntário potencial. Por outro lado, o valor alimentício das silagens é definido pela digestibilidade das mesmas, sendo que este pode sofrer influência direta do padrão de fermentação e dos processos deteriorativos da fase aeróbica.

Avaliar a digestibilidade de uma forrageira nos permite compará-la a outras forrageiras ou mesmo a outros cultivares, podendo-se antever que as mais digestíveis vão apresentar melhor retorno dos pontos de vista econômico e produtivo quando fornecida aos animais (Molina *et al.*, 2002).

De acordo com Cardoso *et al.* (2000), a qualidade do alimento é fator determinante do seu consumo e digestibilidade por parte do animal, principalmente quanto aos teores de fibra em

detergente neutro, sendo seu nível ideal variável em função da produção animal e do tipo de forragem fornecida.

Alves *et al.* (2003) afirmaram que o coeficiente de digestibilidade das rações podem sofrer influência da composição e do preparo da dieta, de fatores ligados ao animal e ainda do nível nutricional das mesmas, mais precisamente da densidade energética.

O sincronismo entre as fontes de carboidratos, às quais são responsáveis pelo fornecimento de cadeias de carbono e de energia aos microrganismos ruminais, bem como as fontes de proteína, leva a uma maximização da eficiência dos microrganismos e também a uma redução nas perdas de nitrogênio por parte do animal (RIBEIRO *et al.*, 2001).

Segundo Guimarães Júnior *et al.* (2007), o balanço de nitrogênio nos permite conhecer o metabolismo da proteína, sendo assim um importante parâmetro do qual pode-se dispor para avaliar se existe ou não equilíbrio por parte do animal, em relação aos compostos nitrogenados e dá indicações dos possíveis ganhos ou perdas de proteínas pelo animal, quando da variação das dietas fornecidas, permitindo assim a avaliação nutricional das mesmas.

Avaliar o balanço de nitrogênio e a concentração de ureia no soro e urina fornece indicações de como está sendo conduzida a nutrição proteica dos animais. Tais informações podem ser utilizadas para evitar vários tipos de prejuízos, tais como, produtivos, reprodutivos e ambientais, advindos da excessiva quantidade de proteína fornecida ou mesmo da inadequação na sincronia entre energia e proteína no rúmen (PESSOA *et al.*, 2009).

O trabalho objetivou avaliar o consumo, digestibilidade e o balanço de nitrogênio, da ponta de cana-de-açúcar ensilada com os resíduos, casca de mandioca ou com farelo de varredura de mandioca, fornecidos em diferentes níveis, para ovinos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas instalações da Bovinocultura de corte da Fazenda Experimental de Iguatemi, pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM), situada em Iguatemi/PR, no período compreendido entre 17/3/2011 e 14/4/2011. Foram utilizados 24 cordeiros castrados, ½ Dorper + ½ Santa Inês, com aproximadamente 150 dias de idade e peso médio 29,4 kg ± 2,4 kg.

As silagens de ponta de cana-de-açúcar usadas no período experimental foram produzidas na Fazenda Santo Antonio, no município de Rancharia/SP, sendo a variedade de cana usada a RB 86-7515, no terceiro corte, colhida com a cana-de-açúcar em fase final de vegetação, no início do mês de janeiro de 2011. Após picagem da ponta de cana-de-açúcar com auxílio de uma forrageira Nogueira, acoplada à carreta do trator, foram adicionadas a esta a casca de mandioca (20%) ou o farelo de varredura (18%), na base da matéria natural.

As misturas foram acondicionadas em tambores metálicos de 200 litros, revestidos internamente por sacos plásticos e compactadas por pisoteio humano até aproximadamente 550 kg/m³. Após enchimento, os sacos foram amarrados pela boca e os tambores fechados hermeticamente com tampas metálicas, às quais foram vedadas externamente com fita adesiva, sem válvula para escape de gases, tendo-se deixado um pequeno espaço interno para acúmulo dos mesmos.

Além do volumoso, foi fornecida durante todo o período experimental uma mistura concentrada na razão de 80:20 (volumoso:concentrado), constituída por farelo de milho 59,86%, farelo de soja 39,14% e 1,0% de mistura mineral para ovinos (Tabela 1).

Os animais foram previamente identificados, pesados e distribuídos nos tratamentos, segundo o peso corporal por sorteio para os quatro tratamentos propostos, com seis animais por tratamento, sendo:

100% (SPC+18%FVM) + C = 100% de silagem de ponta de cana-de-açúcar com 18% de farelo de varredura de mandioca + concentrado.

67% (SPC+18%FVM) + 33% (SPC+20%CMS) + C = 67% de silagem de ponta de cana-de-açúcar com 18% de farelo de varredura de mandioca + 33% de silagem de ponta de cana-de-açúcar com 20% de casca de mandioca + concentrado.

33% (SPC+18%FVM) + 67% (SPC+20%CMS) + C = 33% de silagem de ponta de cana-de-açúcar com 18% de farelo de varredura de mandioca + 67% de silagem de ponta de cana-de-açúcar com 20% de casca de mandioca + concentrado.

100% (SPC+20%CMS) + C = 100% de silagem de ponta de cana-de-açúcar com 20% de casca de mandioca + concentrado.

Tabela 1. Composição química das silagens ponta de cana-de-açúcar com 20% casca de mandioca seca ao sol (SPC+CMS), de ponta de cana-de-açúcar com 18% de farelo de varredura de mandioca (SPC+FVM), e do concentrado, fornecidos no período experimental, corrigida para matéria seca.

Composição química	SPC+20%CMS	SPC+18%FVM	Concentrado
Matéria seca	43,65	38,08	88,77
Matéria orgânica	95,71	97,63	94,94
Proteína bruta	3,89	3,03	23,00
Extrato etéreo	1,33	0,96	4,35
Fibra em detergente neutro	51,06	38,06	9,45
Fibra em detergente ácido	26,91	17,98	4,07
Matéria mineral	4,29	2,37	5,06
Carboidratos totais	90,47	93,63	67,57
Carboidratos não estruturais	39,41	55,57	58,14
Energia Digestível Mcal/kg	3,04	3,32	3,75

Os animais foram alojados individualmente em baias com piso ripado suspenso, contendo comedouros e bebedouro. Durante este período, eles passaram por uma fase de pré-adaptação

gradativa de seis dias, onde ocorreu a troca da silagem de milho que estava sendo fornecida antes do início do experimento pelas dietas experimentais, seguida por mais 10 dias de adaptação às dietas experimentais.

A dieta experimental foi fornecida duas vezes ao dia, pesando-se o fornecido e as sobras para determinação do consumo diário, além de água à vontade, sendo o sal mineral fornecido no concentrado.

Após o período total de adaptação, os animais foram novamente pesados e colocados em gaiolas de metabolismo, equipadas com comedouro, bebedouro, baldes plásticos para coleta de urina com boca telada, contendo 20 mL de uma solução de ácido clorídrico a 50% para evitar a formação de cristais de nitrogênio e/ou sua perda, e coletor de fezes, todos individuais.

O período de permanência nas gaiolas foi de cinco dias, os quais constituíram a fase de coleta de dados, sendo que a quantidade de ração a ser fornecida durante a fase de coleta foi calculada usando-se os valores médios de consumo individual dos últimos seis dias da fase de adaptação, acrescidos de 10%.

Durante este período, foram ainda coletadas amostras do alimento fornecido, pesado o alimento residual e coletadas, do mesmo, amostras de 10% do total, compondo amostra única por animal, acondicionadas em sacos plásticos e congeladas. As fezes foram coletadas em sua totalidade e pesadas. A urina foi medida em volume, e ambas as amostradas em 10% do total, diariamente. As amostras de fezes e urina foram acondicionadas em sacos plásticos e garrafas pet, respectivamente, compondo amostras únicas por animal durante o período, sendo então congeladas a -20°C para posteriores análises.

Os alimentos fornecidos, as sobras de alimento, bem como as fezes, foram então descongelados, pré-secos em estufa a $55^{\circ}\text{C}/72$ horas, moídos em moinho tipo Willey com peneira de 0,5 mm, sendo armazenados em potes plásticos hermeticamente fechados e submetidos a análises laboratoriais, segundo metodologia descrita em Silva e Queiroz (2002), para determinação de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e estimativa da matéria orgânica (MO).

Os carboidratos totais (CHOT) dos alimentos fornecidos, consumidos das sobras e das fezes foram estimados segundo metodologia da Universidade de Cornell, descritas por Sniffen *et al.* (1992), e os de nutrientes digestíveis totais (NDT), por Undersander (1993), considerando-se que:

$$\text{CHOT} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{CINZAS})$$

$$\text{NDT ing.} = (\text{PB ing.} - \text{PB fecal}) + (\text{CHOT ing.} - \text{CHOT fecal}) + 2,25 \times (\text{EE ing.} - \text{EE fecal})$$

Sendo que:

$$\text{PB ing} = \text{proteína bruta ingerida}$$

$$\text{CHOT ing} = \text{carboidratos totais ingeridos}$$

EE ing = extrato etéreo ingerido

Sendo que:

PB ing = PB fornecido - PB sobras

CHOT ing = CHOT fornecido - CHOT sobras

EE ing = EE fornecido - EE sobras

Os carboidratos não estruturais ou não fibrosos foram estimados pela diferença:

%CNE = %CHOT - %FDN, segundo NRC (2001), onde:

CNE = carboidratos não estruturais

CHOT = carboidratos totais

FDN = fibra em detergente neutro

Foram avaliados o consumo e a digestibilidade, expressos em relação à porcentagem do peso vivo (%PV) e em gramas por unidade de tamanho metabólico por dia (g/UTM/dia) da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não estruturais (CNE), extrato etéreo (EE), como também o consumo de energia digestível em Mcal/dia.

O consumo dos nutrientes para cada animal foi obtido pela diferença entre a quantidade de nutriente na dieta oferecida e a quantidade do mesmo nas sobras, diariamente.

A digestibilidade aparente dos nutrientes contidos nas dietas foi obtida através do método de colheita total das fezes, com os animais alojados em gaiolas de metabolismo durante cinco dias. Os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB, FDN, FDA, EE, CHOT E CNE foram calculados pela diferença entre o ingerido e o excretado nas fezes, com base na matéria seca, tendo sido utilizada a seguinte fórmula:

$$[\text{Ingerido (g)} - \text{excretado (g)}]$$

$$\text{Digestibilidade aparente \%} \text{-----} \times 100$$

$$[\text{Ingerido (g)}]$$

Nas amostras de urina, foi determinado o nitrogênio total e posteriormente calculado o balanço de nitrogênio em gramas/dia (g/dia) e em gramas por unidade de tamanho metabólico (g/UTM/dia) por dia, utilizando-se as seguintes equações:

$$\text{BN ou N retido} = \text{N ingerido} - (\text{N fezes} + \text{N urina})$$

$$\text{N ingerido} = \text{N ofertado} - \text{N sobras}$$

$$\text{N absorvido} = \text{N ingerido} - \text{N fezes}$$

As análises das variáveis de consumo, digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio foram realizadas adotando-se o delineamento inteiramente casualizado, de acordo com o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + R_j + e_{ij}$$

onde:

Y_{ij} = observação relativa ao animal que recebeu o tratamento i

μ = média geral

T_i = efeito do tratamento i ($i = 1$ a 4)

R_j = efeito de repetições j ($j = 1$ a 6)

E_{ij} = erro aleatório associado a cada observação y_{ij}

Os resultados foram interpretados, estatisticamente, por meio de análise de variância usando-se o sistema de Análise Estatística - ASSISTAT 7.6 β , 2012, da Universidade Federal de Campina Grande/PB. Quando necessário, foi aplicada análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os consumos de matéria seca em % do peso vivo e em g/UTM/dia não diferiram entre os níveis de adição das silagens de ponta de cana-de-açúcar com farelo de varredura de mandioca ou casca de mandioca, variando de 3,16% a 3,47% do peso vivo e 74,96 a 81,84 g/UTM (Tabela 2). Segundo Yamamoto *et al.* (2007), o consumo de alimento é a medida mais associada ao desempenho animal, sendo um dos principais parâmetros a se avaliar durante a formulação de uma dieta.

Um dos fatores determinantes do consumo de matéria seca é a quantidade de FDN existente na ração, que neste caso variou entre 38,06% e 51,06% para os tratamentos propostos.

Segundo Mertens *et al.* (1994) e Cardoso *et al.* (2000), os percentuais de FDN abaixo de 25% ou acima de 55% a 60% podem influir negativamente no consumo de matéria seca. Fisiologicamente esperava-se que nos tratamentos com menores teores de FDN o consumo de matéria seca fosse estimulado, fato que não ocorreu.

Oliveira *et al.* (2010) apontaram a possibilidade de que, dietas com menores concentrações de FDN possam contribuir para aumento no consumo de matéria seca e, ao mesmo tempo, elevar a densidade energética da ração, afirmando que tais condições podem favorecer os microrganismos ruminais, aumentando a eficiência de ataque à fibra e levando à melhor digestibilidade, fato este não observado no presente trabalho.

Destaca-se que os níveis de consumo observados em % do peso vivo variaram entre 3,16% a 3,47%, sendo menores que aqueles estimados pelo NRC (2006), os quais estão entre 3,54% e 3,99% do peso vivo, para cordeiros com idade de quatro meses, e 30 kg de peso vivo, para ganhos diários variando entre 200 e 250g/dia. No entanto, nos animais do presente experimento, apesar de possuírem peso e idade próximas às acima descritas, suas dietas foram balanceadas para manutenção.

Dados de consumo de matéria seca para animais de diferentes raças e faixa etária dos usados neste trabalho foram encontrados por Moreno *et al.* (2010), trabalhando com cordeiros Ille de France de peso médio de 15 kg, alimentados com silagens de milho ou cana, na relação 40 ou 60, mais concentrado, os quais consumiram em matéria seca 3,61% do peso vivo.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e orgânica (Tabela 3) não foram diferentes entre tratamentos, variando de 74,7% a 72,53%, para a matéria seca, e de 77,57% a 75,23% para a matéria orgânica, apesar da elevação do teor de CNE nas silagens de ponta de cana-de-açúcar com adição de farelo de varredura de mandioca (Tabela 2).

As digestibilidades das matérias seca e orgânica foram mais elevadas nas silagens de ponta de cana-de-açúcar contendo casca de mandioca ou farelo de varredura de mandioca quando comparadas às obtidas por Mizubuti *et al.* (2002) para silagens de milho e sorgo com 55,87% e 48,50%, respectivamente, e também por Neiva *et al.* (2006) em silagem de capim elefante adicionadas de 14% de resíduos do processamento agroindustrial de maracujá, 50,1%.

O consumo de proteína bruta não diferiu entre tratamentos ($p>0,05$) variando entre 0,2% e 0,23% do peso vivo, ou entre 63 e 74g/animal, com digestibilidade entre 57,2% e 61,42%. Oliveira *et al.* (2010) alimentaram cabras Saanem em lactação com silagens de capim elefante contendo 15% de farelo de mandioca ou 15% de casca de café ou 15% de farelo de cacau e encontraram digestibilidade da proteína bruta de 69,5%, para todos os tratamentos.

Segundo o NRC (2006), as necessidades proteicas para cordeiros entre 20kg e 30 kg de peso vivo, para ganhos de 0,25 kg/dia são de 130 g, o que mostra assim o baixo nível de consumo de proteína pelos animais no presente trabalho.

O consumo de fibra em detergente neutro em % peso vivo e em g/UTM/dia pelos animais teve aumento significativo quando do aumento dos percentuais de adição da silagem contendo casca de mandioca, sendo que os níveis de adição de 33, 67% e 100% foram diferentes ($p<0,05$) do nível 0% de silagem de ponta de cana-de-açúcar + farelo de varredura de mandioca. O aumento nos teores de FDN foi devido ao maior teor deste componente na silagem com casca de mandioca, em relação à silagem com farelo de varredura de mandioca, entretanto esta elevação não alterou significativamente o consumo de matéria seca em qualquer dos tratamentos, sendo que este consumo teve um crescimento linear (Tabela 2).

A digestibilidade da FDN não diferiu (Tabela 3), variando entre 66,20% e 68,84% para as silagens de ponta de cana-de-açúcar com casca de mandioca ou farelo de varredura de mandioca. Tais valores foram altos quando comparados aos encontrados por Lopes e Evangelista (2007), alimentando ovelhas com silagens de cana-de-açúcar adicionada de 0,5% de ureia e 4% de mandioca desidratada, os quais obtiveram coeficiente de digestibilidade da FDN de 38,83%.

Tabela 2. Médias, equações de regressão e coeficientes de determinação (r^2) do consumo dos nutrientes para ovinos, para as silagens de ponta de cana-de-açúcar + 18% de farelo de varredura de mandioca 100% (SPC+FVM), e/ou silagem de ponta de cana-de-açúcar + 20% de casca de mandioca seca ao sol 100% (SPC+CMS).

Consumo	Níveis de substituição%				CV%	Equações de regressão	r^2
	100(SPC+18%FVM)	67(SPC+18%FVM)	33 (SPC+18%FVM)	0 (SPC+18%FVM)			
	0 (SPC+20%CMS)	33 (SPC+20%CMS)	67(SPC+20%CMS)	100(SPC+20%CMS)			
Matéria seca %PV	3,16a	3,38a	3,46a	3,47 ^a	8,65	$\hat{Y} = 3,37$	ns
g/UTM/dia	74,96a	80,20a	82,41a	81,47 ^a	8,45	$\hat{Y} = 79,76$	ns
Matéria orgânica %PV	3,07a	3,26a	3,32a	3,31 ^a	8,67	$\hat{Y} = 3,24$	ns
g/UTM/dia	72,85a	77,49a	79,16a	78,20 ^a	8,46	$\hat{Y} = 76,92$	ns
Proteína bruta %PV	0,20 a	0,22a	0,23a	0,23 ^a	10,74	$\hat{Y} = 0,22$	ns
g/UTM/dia	4,84a	5,2a	5,57a	5,52 ^a	10,78	$\hat{Y} = 5,28$	ns
Fibra detergente neutro %PV	1,91b*	2,11ab*	2,21a*	2,26a*	8,49	$\hat{Y} = 0,00346056x + 1,95066125$	0,92
g/UTM/dia	45,29b*	50,09ab*	52,57a**	53,47a*	8,24	$\hat{Y} = 0,08084257x + 46,31707171$	0,90
Fibra detergente ácido %PV	0,71c**	0,86b**	0,97ab**	1,06a**	7,51	$\hat{Y} = 0,00348354x + 0,72636112$	0,98
g/UTM/dia	16,79c**	20,53b**	22,98a**	25,10a**	7,1	$\hat{Y} = 0,08199198x + 17,25182707$	0,98
Extrato etéreo %PV	0,047b**	0,055ab**	0,061a**	0,064a**	10,26	$\hat{Y} = 0,0028227x + 0,0439399$	0,98
g/UTM/dia	1,12b**	1,31ab**	1,45a**	1,5a**	10,21	$\hat{Y} = 0,0383122x + 1,15556840$	0,95
Carboidratos totais %PV	2,83a	3,03a	3,09a	3,11a	8,64	$\hat{Y} = 3,01$	
g/UTM/dia	67,01a	71,81a	73,68a	73,36 ^a	8,22	$\hat{Y} = 71,47$	ns
Carboidratos não estruturais %PV	1,89a**	1,79ab**	1,67 bc**	1,52c**	7,62	$\hat{Y} = - 0,00368754x + 1,90597498$	0,99
g/UTM/dia	44,98a**	42,45ab**	39,88bc**	36,00c**	7,39	$\hat{Y} = - 0,08831930x + 5,24629687$	0,99
Energia Digestível***	0,10a	0,11a	0,11a	0,12 ^a	8,44	$\hat{Y} = 0,11$	ns

CV - coeficiente de variação *(P<0,05) **(P<0,01) ***(Mcal/UTM/dia)

Os teores de FDN para as silagens de ponta de cana-de-açúcar aditivadas com 20% de casca de mandioca ou com 18% de farelo de varredura de mandioca foram de 51,06% e 38,06%, respectivamente.

Tais valores são menores quando comparados aos encontrados por Ferrari Júnior e Lavezzo (2001), que obtiveram com capim napier aditivado com 12% de farelo de mandioca, FDN de 60,73%, ao passo que ao adicionar 14% de raspa de batata à silagem de capim elefante, Resende *et.al.* (2008) observaram valores de FDN de 57,65%.

Mertens *et al.* (1994) afirmam que o nível máximo de FDN de uma ração não deve ultrapassar 55% a 60%. Cardoso *et al.* (2006) afirmam que a atividade mastigatória, bem como a taxa de passagem dos alimentos pelo trato digestório dos ruminantes, tem alta correlação com os teores de FDN, podendo ser afetada quando estes valores são muito elevados ou reduzidos.

O consumo de fibra em detergente ácido, em % peso vivo e em g/UTM, pelos animais, aumentou de forma linear (Tabela 2), variando entre 0,71% e 1,06% do peso vivo, quando maiores percentuais da silagem contendo casca de mandioca foram adicionados à dieta, sendo que os maiores incrementos ocorreram nos níveis de adição 67% e 100% desta silagem. Tal fato ocorreu em função dos teores deste componente nos resíduos, casca de mandioca e farelo de varredura de mandioca, terem sido 29,61% e 17,98%, respectivamente, porém os níveis de FDA de todos os tratamentos não influenciaram o consumo de matéria seca por parte dos animais.

Os coeficientes de digestibilidade da FDA, para os níveis de 0% a 100% de adição de silagem de ponta de cana-de-açúcar adicionada de farelo de varredura de mandioca, ou de casca de mandioca, não foram diferentes entre tratamentos (Tabela 3). Apesar do aumento significativo no consumo de FDA em função dos tratamentos propostos, a digestibilidade do mesmo foi alta quando comparada a outros volumosos.

Valores de digestibilidade inferiores da FDA foram encontrados por vários autores, 48,1%, por Schimidt *et al.* (2007), em trabalho com cana integral; 41,26% e 30,60% em silagens de milho ou cana-de-açúcar para cordeiros, por Moreno *et al.* (2010), e 26,5% para a fração fibrosa da casca de café, por Souza *et al.* (2001).

O consumo de extrato etéreo em % peso vivo e em g/UTM variou linearmente quando do aumento do percentual da silagem de ponta de cana-de-açúcar contendo casca de mandioca na dieta dos animais (Tabela 2).

Tabela 3. Médias para os coeficientes de digestibilidade aparente em %, das silagens de ponta de cana-de-açúcar + 18% de farelo de varredura de mandioca 100% (SPC+18%FVM), silagem de ponta de cana-de-açúcar + 20% de casca de mandioca seca ao sol 100% (SPC+20%CMS) e seus níveis de substituição.

Digestibilidade	Níveis de substituição %				CV%
	100 (SPC+18%FVM) 0 (SPC+20%CMS)	67 (SPC+18%FVM) 33 (SPC+20% CMS)	33 (SPC+18%FVM) 67 (SPC+20%CMS)	0 (SPC+20%CMS) 100 (SPC+20%CMS)	
Matéria seca	73,87a	74,7 ^a	72,53 ^a	73,54 ^a	3,48
Matéria orgânica	77,57a	77,22 ^a	75,23 ^a	76,35 ^a	3,65
Proteína bruta	57,20a	61,20 ^a	59,34 ^a	61,42 ^a	6,64
Fibra detergente neutro	66,51a	68,84 ^a	66,20 ^a	68,55 ^a	4,62
Fibra detergente ácido	55,27a	58,94 ^a	56,81 ^a	61,39 ^a	7,76
Extrato etéreo	74,01a	81,39 ^a	83,13 ^a	81,48 ^a	8,53
Carboidratos totais	77,57a	77,22 ^a	75,23 ^a	76,35 ^a	3,65
Carboidratos não estruturais	97,67a	97,58 ^a	98,34 ^a	98,37 ^a	1,03

CV = coeficiente de variação

*(p<0,05) Tukey

Em função dos níveis de extrato etéreo contidos nas silagens de ponta de cana-de-açúcar com casca de mandioca ou com farelo de varredura de mandioca de 1,33% e 0,96%, respectivamente, o consumo deste nutriente pelos animais variou entre 14,8g para animais consumindo como volumoso 100% de silagem de ponta de cana-de-açúcar com farelo de varredura de mandioca, a 20g para animais recebendo como dieta volumosa 100% de silagem de ponta de cana-de-açúcar com casca de mandioca. Moreno *et al.* (2010), usando silagem de milho ou de cana-de-açúcar mais concentrado, obteve consumo de 7,0 g/dia. Os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo não diferiram entre os tratamentos (Tabela 3).

O consumo de carboidratos totais pelos animais nos tratamentos propostos não variou em relação a % do peso vivo como em g/UTM/dia, (Tabela 2). Isto ocorreu, principalmente, em função dos níveis muito próximos de carboidratos totais para as duas silagens, sendo estes valores 90,47% para casca de mandioca seca ao sol e 93,63% para o farelo de varredura de mandioca.

A digestibilidade aparente dos carboidratos totais também não variou ($p>0,05$), entre tratamentos, oscilando entre 77,22% e 76,35%.

O consumo de carboidratos não estruturais diferiu para os níveis de adição de 100% de silagem de ponta de cana-de-açúcar com casca de varredura de mandioca em relação aos tratamentos contendo 33% e 0% desta silagem. Esta variação teve um comportamento linear decrescente quando do aumento da participação da silagem de ponta de cana-de-açúcar mais casca de mandioca na ração (Tabela 2). Tal ocorrência mostra claramente que, apesar de possuírem um percentual de carboidratos totais muito próximos, as duas silagens têm diferenças significativas na composição. A silagem de ponta de cana-de-açúcar com farelo de varredura de mandioca apresenta um maior teor de carboidratos não estruturais, pelo fato deste resíduo conter alto teor de amido, 86,06%, conforme Zeoula *et al.* (2003), quando comparada com a casca de mandioca, a qual contém 58,10% de amido, de acordo com Prado *et al.* (2000). Já a digestibilidade dos CNEs, apesar de alta, não apresentou diferença entre os tratamentos (Tabela 3).

Valor médio de digestibilidade de 93,79% foi encontrado por Mouro *et al.* (2002) para os carboidratos não estruturais, quando o farelo de milho foi substituído por níveis de 0%, 33%, 67% e 100% por casca de soja para cabras em lactação, não tendo sido observada diferença significativa ($p>0,05$) na digestibilidade.

A ingestão de energia digestível em Mcal/UTM/dia não diferiu quando a silagem de ponta de cana-de-açúcar com casca de mandioca foi adicionada em maiores níveis à ração dos animais em substituição à silagem de ponta de cana-de-açúcar com farelo de varredura de mandioca (Tabela 2). O consumo oscilou entre 0,10 e 0,12 Mcal ED/UTM/dia, apesar da silagem de ponta de cana-de-açúcar com casca de mandioca possuir 3,04Mcal de energia

digestível/kg, inferior à silagem de ponta de cana-de-açúcar com farelo de varredura de mandioca, com 3,32 Mcal de energia digestível/kg.

As ingestões de nitrogênio em g/dia ou em g/UTM/dia não apresentaram diferenças e oscilaram entre 10,33 e 12,06 g/dia e entre 0,77 e 0,89 g/UTM/dia (Tabela 4).

Segundo o NRC (2006), a ingestão recomendada de proteína bruta deve ser de 11,63 g/UTM ou 130 g para animais de 25 kg, para ganho de peso de 250 g/dia. No presente trabalho, a ingestão média de proteína bruta para animais com peso médio de $29,4 \pm 2,4$ kg foi de 5,2 g/UTM.

O baixo consumo de nitrogênio observado em todos os tratamentos deve-se principalmente ao fato das silagens usadas possuírem baixos teores proteicos, 3,89% e 3,03% para a de ponta de cana-de-açúcar com casca de mandioca ou com farelo de varredura de mandioca, respectivamente, sendo fornecidas na razão volumoso:concentrado 80:20.

Apesar de ter sido fornecida dieta na razão acima descrita, a média de proteína das rações foi de 7,3%, variando entre 7,02% e 7,7%. Por tal motivo, não era esperado um aumento na ingestão de nitrogênio, entretanto havia energia disponível para ser usada na produção de proteína microbiana.

Aumentos na ingestão de nitrogênio foram relatados por Rennó *et al.* (2008) e Cavalcante *et al.* (2006) com bovinos, quando ocorreu aumento do teor de proteína bruta da dieta.

Os níveis de excreção fecal variaram entre 4,33 e 4,89 g/dia ou 0,33 e 0,34 g/UTM/dia, já as urinárias entre 5,03 e 6,25 g/dia ou 0,37 e 0,47 g/UTM/dia, sendo que ambas não diferiram entre si (Tabela 4).

As perdas de nitrogênio via fezes e urina podem variar em função de fatores como teor de proteína bruta contido nos alimentos fornecidos, bem como da fonte de nitrogênio utilizada, além da razão energia/proteína contida na ração. A excreção urinária de nitrogênio, (VAN SOEST, 1994) é maior quando a concentração de proteína bruta na dieta e a ingestão de nitrogênio pelo animal são aumentadas.

Variações positivas nas excreções fecais de nitrogênio foram relatadas por Kozloski (2002) quando ocorreu aumento na atividade fermentativa no intestino grosso em função do aumento na quantidade de nitrogênio microbiano em que grãos foram adicionados à dieta. No presente experimento, tanto a ingestão de proteína como suas excreções foram baixas em função do baixo nível deste nutriente em todas as dietas fornecidas.

O nitrogênio absorvido em g/dia não variou entre tratamentos ($p>0,05$), ficando entre 5,89g para o tratamento contendo 100% de silagem de ponta de cana-de-açúcar com farelo de varredura até 7,16g para o tratamento contendo 100% de silagem de ponta de cana com casca de mandioca.

Tabela 4. Médias, equações de regressão e coeficientes de variação (cv) e determinação (r^2) para nitrogênio ingerido, excretado nas fezes, urina e balanço de nitrogênio diário em ovinos, quando do uso de 100% da silagem de ponta de cana-de-açúcar + 18% de farelo de varredura de mandioca 100% (SPC+FVM), ou 100% da silagem de ponta de cana-de-açúcar + 20% de casca de mandioca seca ao sol 100% (SPC+CMS), e seus níveis de substituição, em gramas por dia (g/dia) e em gramas por unidade de tamanho metabólico por dia (g/UTM/dia).

Nitrogênio (N)	Níveis de substituição%				CV%	Equações de regressão*	r^2
	100 (SPC+18%FVM)	67 (SPC+18%FVM)	33 (SPC+18%FVM)	0 (SPC+18%FVM)			
	0 (SPC+20%CMS)	33 (SPC+20%CMS)	67 (SPC+20%CMS)	100 (SPC+20%CMS)			
N ingerido g/dia	10,33a	11,74 a	12,06a	11,68a	13,14	$\hat{Y} = 11,33$	ns
N ingerido g/UTM/dia	0,77 a	0,83a	0,89a	0,88a	10,78	$\hat{Y} = 0,85$	ns
N fecal g/dia	4,44a	4,33a	4,89a	4,52a	16,40	$\hat{Y} = 4,54$	ns
N fecal g/UTM/dia	0,33a	0,32a	0,36a	0,34a	14,90	$\hat{Y} = 14,90$	ns
N urinário g/dia	6,25a	5,54a	5,03a	5,69a	26,01	$\hat{Y} = 5,63$	ns
N urinário g/UTM/dia	0,47a	0,41a	0,37a	0,43a	25,23	$\hat{Y} = 0,42$	ns
N absorvido g/dia	5,89a	6,84a	7,17a	7,16a	14,30	$\hat{Y} = 6,77$	ns
N absorvido g/UTM/dia	0,44 b	0,51ab	0,53ab	0,54a	11,74	$\hat{Y} = 0,00096571x + 0,45759925$	0,86
Balanço de N g/dia	- 0,36b	1,3 ab	2,14a	1,47ab	43,64	$\hat{Y} = - 2,23582517x + 0,18734118$	0,59
Balanço de N g/UTM/dia	- 0,025b	0,096ab	0,16a	0,11ab	45,71	$\hat{Y} = - 0,15838926x + 0,014916904$	0,60

($P < 0,05$) Tukey - As médias nas linhas acompanhadas das mesmas letras não diferem entre si

UTM = unidade de tamanho metabólico = $(PV)^{0,75}$

A absorção de N em g/UTM/dia variou de modo crescente quando a silagem de ponta de cana-de-açúcar com farelo de varredura foi substituída em 100% pela silagem de ponta de cana-de-açúcar com casca de mandioca, sendo esta variação linear (Tabela 4). Este fato pode ter ocorrido em função da possível melhora na razão energia:proteína contida neste tratamento.

Segundo o NRC (2006), a relação ideal entre proteína bruta (kg):energia digestível (Mcal) é de 1:15,2 para animais com peso vivo entre 20 kg e 30 kg e ganhos de 0,25kg/dia. No presente experimento, esta relação foi de 1:20, o que mostra o baixo teor proteico das rações.

A razão entre N retido/N absorvido fornece uma ideia da qualidade da proteína fornecida na dieta, pois ela expressa a fração percentual digerida que é utilizada pelo animal. No presente experimento, em todos os tratamentos, esta razão foi baixa ou mesmo negativa, indicando, assim, baixa qualidade da proteína fornecida, ou falha na relação energia:proteína, o que pode ter ocasionado baixa síntese de proteína microbiana de alta qualidade no rúmen.

O balanço de N em g/dia teve incrementos quando da inclusão de silagem de ponta de cana-de-açúcar com casca de mandioca em substituição à silagem de ponta de cana-de-açúcar com farelo de varredura de mandioca. O nível de adição de 67% de silagem contendo casca de mandioca teve balanço positivo (2,14 g/dia) e significativamente maior ($p < 0,05$), quando comparado ao nível de adição de 100% de silagem contendo farelo de varredura, levando à perda de nitrogênio por parte dos animais da ordem de 0,36 g/dia. O aumento nos níveis de inclusão de silagem contendo casca de mandioca teve um efeito significativo e linear sobre o balanço de nitrogênio (Tabela 4).

Variações no balanço de N em g/UTM/dia foram observadas quando a silagem contendo farelo de varredura de mandioca foi substituída por silagem contendo casca de mandioca. O nível de adição de 67% da silagem contendo casca de mandioca proporcionou retenção de 0,16 g/UTM/dia. Por outro lado, a adição de 100% da silagem contendo farelo de varredura ocasionou um balanço de N negativo de 0,025 g/UTM/dia (Tabela 4).

Segundo Menezes *et al.* (2006), o balanço de nitrogênio demonstra se existe ou não um equilíbrio entre os níveis proteicos e energéticos de uma determinada dieta.

Machado *et al.* (2011) alimentaram ovinos com silagens de diferentes variedades de sorgo, todas com níveis proteicos variando entre 6,18% e 6,89% obtendo balanço de N positivo. O mesmo fato foi relatado por Mizubuti *et al.* (2002), quando alimentaram ovinos com silagem de sorgo com teor proteico de 5,1%, fatos estes que colocam em questão a tradicional recomendação de que dietas fornecidas a ruminantes devem possuir teor mínimo de proteína de 7%.

Lopes *et al.* (2007) observaram que, em silagem de cana-de-açúcar, a deficiência de N dietético leva o animal a utilizar N endógeno para suprir demanda dos microrganismos, acarretando diminuição na produção.

No presente experimento, baixo nível proteico foi fornecido para os animais, em todos os tratamentos, porém, somente no tratamento com 100% de silagem de ponta de cana-de-açúcar associada ao farelo de varredura de mandioca houve balanço negativo de nitrogênio. Tal fato pode ser atribuído ao maior desequilíbrio na razão energia/proteína verificada no mesmo.

CONCLUSÕES

Dieta contendo como volumoso 100% silagem de ponta de cana-de-açúcar com 18% de farelo de varredura de mandioca na relação 80:20, volumoso:concentrado, apesar de mais rica energeticamente, leva a balanço de nitrogênio negativo. Seu uso exclusivo só deve ser feito quando corrigida a relação energia/proteína. As demais dietas não diferem entre si, sendo que a escolha de qualquer uma delas dependerá da disponibilidade e custo da mesma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, K. S.; CARVALHO, F. F. R.; VÉRAS, A. S. C.; FERREIRA, M. A.; COSTA, R. G.; SANTOS, E. P.; FREITAS, C. R. G.; SANTOS JÚNIOR, C. M.; ANDRADE, D. K. B. Níveis de energia em dietas de ovinos Santa Inês: digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1.962-1.968, 2003. (supl. 2).
- CARDOSO, R. C.; VALADARES FILHO, S. C.; COELHO DA SILVA, J. F.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; COSTA, A. L.; OLIVEIRA, R. V. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1.832-1.843, 2000.
- CARDOSO, A. R.; PIRES, C. C.; CARVALHO, S.; GALVANI, D. B.; JOCHIMS, F.; HASTENPLFUG, M.; WOMMER, T. P. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros alimentados com dietas que contêm diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 215-221, 2006.
- CAVALCANTE, M. A. B.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; RIBEIRO, K. G.; PSCHECO, L. B. B.; ARAÚJO, D.; LEMOS, V. M. C. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 203-210, 2006.
- FERRARI JUNIOR.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum.*) emurchecido ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1.424-1.431, 2001.
- GUIMARÃES JÚNIOR, R.; GONÇALVES, L. C.; PEREIRA, L. G. R.; PIRES, D. A. A.; RODRIGUES, J. A. S.; MIRANDA, K. L.; ARAÚJO, V. L. Balanço de nitrogênio em ovinos alimentados com silagens de três genótipos de milho [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. (CD-ROM).

- KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2002. 140p.
- LOPES, J.; EVANGELISTA, A. R.; ROCHA, G. P. Valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar acrescida de uréia e aditivos absorventes de umidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, n. 36 (supl.), p. 1.155-1.161, 2007.
- MACHADO, F. S.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; RIBAS, M. N.; PÔSSAS, F. P.; GUIMARÃES JUNIOR, R.; JAYME, D. G.; PEREIRA, L. G. R. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 6, p. 1.470-1.478, 2011.
- MENEZES, D. R.; ARAÚJO, G. G. L.; BAGALDO, A. R.; SILVA, T. M.; SANTOS, A. P. Balanço de nitrogênio e medida do teor de uréia no soro como monitores metabólicos de dietas contendo resíduo de uva de vitivinícolas para ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 7, n. 2, p. 169-175, 2006.
- MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JUNIOR., G. C. (ed.) Forage quality, evaluation, and utilization. Madison: **American Society of Agronomy**, p. 450-493, 1994.
- MIZUBUTY, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA, M. A.; SILVA, L. D. F.; PINTO, A. P.; FERNANDES, W. C.; ROLIM, M. A. Consumo e digestibilidade aparente das silagens de milho, sorgo e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 267-272, 2002.
- MOURO, G. F.; BRANCO, A. F.; HARMON, D. L.; RIGOLON, P. L.; CONEGLIAN, S. M.; Fontes de carboidratos e porcentagem de volumosos em dietas para ovinos: balanço de nitrogênio, digestibilidade e fluxo portal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 489-498, 2007.
- MOLINA, L. R.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C.; Borges, I.; SOUSA, B. M.; RODRIGUES, J. A. S.; LARA, A. C. Degradabilidade *in situ* da matéria seca e da proteína bruta das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), com e sem tanino no grão, ensilados no estádio de grão farináceo. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, v. 39, n. 5, p. 233-237, 2002.
- MORENO, G. C. B.; SOBRINHO, A. M.; LEÃO, A. G.; LOUREIRO, C. M. B.; PEREZ, H. L.; C. ROSSI, R. S. Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 4, p. 853-860, 2010.
- MOURO, G. F.; BRANCO, A. F.; MACEDO, F. A. F.; FIGOLON, L. P.; MAIS, F. J.; GUIMARÃES, K. C.; DAMASCENO, J. C.; SANTOS, G. T. Substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura em dietas de cabras em lactação: produção, composição do leite e digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia** (supl. 1), v. 31, n. 1, p. 475-483, 2002
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements for small ruminants**. Washington: The National Academies Press, 2006. 384p.
- NEIVA, J. N. M.; NUNES, F. C. S.; CANDIDO, M. J. D.; RODRIGUEZ, N. M. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante enriquecidas com subproduto do processamento do maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1.845-1.851, 2006. (supl.)
- NUSSIO, L. G.; SUSIN, I.; MENDES, C. Q.; AMARAL, R. C. Estratégias para garantir eficiência na utilização de cana-de-açúcar para ruminantes. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 3, n. 4, p. 27-33, 2009.

OLIVEIRA, J. B.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; RIBEIRO, L. S. O. Subprodutos industriais na ensilagem de capim-elefante para cabras leiteiras: consumo, digestibilidade de nutrientes e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 2, p. 411-418, 2010.

PESSOA, R. A. S.; LEÃO, M. I.; FERREIRA, M. A. Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e uréia associadas a diferentes suplementos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 3, n. 5, p. 941-947, 2009.

PRADO, I. N.; MARTINS, A. S.; ALCALDE, C. R.; ZEOULA, M. L.; MARQUES, J. A. Desempenho de novilhas alimentadas com rações contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão e levedura como fonte protéica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 278-287, 2000.

PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R.; CARVALHO JÚNIOR, J. N.; RIBEIRO, L. S. O.; CHAGAS, D. M. T. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com silagens de capim-elefante contendo casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 8, p. 1.620-1.626, 2009.

RENNÓ, L. N.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; LEÃO, M. I.; VALADARES, R. F. D.; RENNÓ, F. P.; PAIXÃO, M. L. Níveis de uréia na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: parâmetros ruminais, uréia plasmática, e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 3, p. 556-562, 2008.

REZENDE, A. V.; RODRIGUES, R.; BARCELOS, A. F.; CASALI, A. O.; VALERIANO, A. R.; MEDEIROS, R. T. Qualidade bromatológica das silagens de capim-elefante aditivadas com raspa de batata. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 604-610, 2008.

REIS, R. A.; TEIXEIRA, I. A. M. de A.; SIQUEIRA, G. R. Impacto da qualidade da forragem na produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 580-620, 2006.

RIBEIRO, K. G., GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R. Eficiência microbiana, fluxo de compostos nitrogenados no abomaso, amônia e pH ruminais, em bovinos recebendo dietas contendo feno de capim-tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 581-588, 2001.

SANTOS, C. M.; NUSSIO, L. G.; MOURÃO, G. B.; SCHMIDT, P.; MARI, L. J.; RIBEIRO, J. L. Influência da utilização de aditivos químicos no perfil de fermentação, no valor nutritivo e nas perdas de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1.555-1.563, 2008.

SCHMIDT, P.; MARI, L. J.; NUSSIO, L. G.; PEDROSO, A. F.; PAZIANI, S. F.; WCHSLER, S. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 1. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1.666-1.675, 2007.

SILVA, D. J.; QUEIRÓZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 3.562-3.577, 1992.

SOUZA, A. L.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F. Composição químico-bromatológica da casca de café tratada com amônia anidra e sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 983-992, 2001 (supl. 1).

UNDERSANDER, D. J.; HOWARD, W. T.; SHAVER, R. D. Milk per acre spreadsheet for combining yield and quality into a single term. **Journal of Production Agriculture**, v. 6, n. 2, p. 231-235, 1993.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - ASSISTAT 7.6 β , 2012. **Assistência Estatística**. Campina Grande/PB.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. New York, 1994. 476p.

YAMAMOTO, S. M.; SILVA SOBRINHO, A. G.; VIDOTTI, R. M.; HOMEM JÚNIOR, A. C.; PINHEIRO, R. S. B.; BUZZULINI, C. Desempenho e digestibilidade dos nutrientes em cordeiros alimentados com dietas contendo silagem de resíduo de peixe. **Revista Brasileira de Zootecnia**, (supl.), v. 36, n. 4, p. 1.131-1.139, 2007.

ZEOULA, L. M.; CALDAS NETO, S. F.; GERON, L. J. V.; MAEDA, E. M.; PRADO, I.N.; DIAN, P. H. M.; JORGE, J. R. V.; MARQUES, 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**, v. 32, n. 2, p. 491-502, 2003.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ponta de cana-de-açúcar, apesar de possuir baixos níveis proteicos e energéticos, além de elevado teor de FDA, mostra grande potencial para utilização na alimentação de ruminantes em função do grande volume de produção, pelo fato de ser totalmente descartada na lavoura.

Entretanto, em função do curto espaço de tempo de colheita da cana-de-açúcar, viabilizar a logística de recolhimento das pontas e o transporte da mesma até o local de armazenamento como silagem, é de vital importância na sua utilização, já que na atualidade, tanto na colheita manual como na mecânica da cana-de-açúcar, a ponta é abandonada no campo.

A estocagem na forma de silagem permitirá seu uso durante todo o ano, fato este que deve ser considerado, principalmente quando grande parte das áreas que eram ocupadas pela pecuária são hoje ocupadas pela lavoura canavieira. Tal fato permitirá a intensificação da atividade pecuária em pequenas áreas remanescentes ou inviáveis para a cultura da cana, associado também à elevação do preço pago pelo hectare, o que está inviabilizando, em algumas áreas, a pecuária extensiva.

Apesar das deficiências nutricionais conhecidas, a cana-de-açúcar bem como a ponta de cana-de-açúcar possuem altos níveis de sacarose, além do que, sob algumas condições, a ponta pode ter baixos teores de matéria seca, fato este que poderá comprometer a fermentação e a qualidade final das silagens.

A partir dos fatos acima mencionados, fica claro que este resíduo agroindustrial, quando associado a outros resíduos, ou no caso, farelo de varredura de mandioca e casca de mandioca no ato de ensilagem, pode trazer melhoras significativas nos teores de FDN e FDA, estimulando assim seu consumo e garantindo um adequado padrão de fermentação destas silagens.

Deve-se ainda considerar que, em função dos baixos níveis proteicos contidos tanto na ponta de cana-de-açúcar como nos resíduos da mandioca usados no presente trabalho, baixos níveis deste nutriente foram encontrados nestas silagens, o que pode sem dúvida comprometer o desempenho animal, principalmente para categorias mais exigentes, devendo assim ocorrer suplementação proteica quando este volumoso for fornecido aos animais.