

Silagem de capim-elefante adicionada de casca de maracujá

[Elephant grass silage added to passion fruit's peel]

C.S. Bonfá¹, G.H.F. Castro¹, S.D.J. Villela¹, R.A. Santos¹, A.R. Evangelista¹, C.G. Jayme²,
L.C. Gonçalves³, O.S. Pires Neto³, J.A.S. Barbosa¹

¹Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – Diamantina, MG

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Juiz de Fora, MG

³Escola de Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, MG

RESUMO

Avaliaram-se as características fermentativas e químico-bromatológicas da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de inclusão do coproduto da extração da polpa do maracujá, a casca de maracujá (CM). Utilizaram-se níveis crescentes de adição desse coproduto (0,0%; 12,5%; 25,0%; 37,5% e 50,0%) em relação à matéria natural do capim-elefante durante a ensilagem. As silagens foram obtidas a partir do corte da forrageira aos 150 dias de idade. O material foi ensilado em silos laboratoriais e, após 180 dias, os silos foram abertos e coletaram-se amostras para a determinação dos teores de matéria seca (MS); carboidratos solúveis (CHOS); potencial hidrogeniônico (pH); nitrogênio amoniacal em porcentagem do nitrogênio total (NNH₃/NT); extrato etéreo (EE); proteína bruta (PB); proteína insolúvel em detergente neutro em porcentagem do nitrogênio total (PIDN/NT); proteína insolúvel em detergente ácido em porcentagem do nitrogênio total (PIDA/NT); fibra em detergente neutro (FDN); fibra em detergente ácido (FDA); celulose (CEL); lignina (LIG); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN); nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Para a avaliação do efeito dos tratamentos, utilizou-se delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro repetições, executando-se o estudo de regressão para cada variável analisada (P<0,05). De acordo com as equações de regressão, para as características fermentativas, as silagens podem ser consideradas de muito boa qualidade. Quanto às frações fibrosas da silagem, a inclusão de níveis crescentes desse coproduto contribuiu para diminuir-las, o que resultou em maior DIVMS. Os parâmetros analisados permitem concluir que a inclusão da CM *in natura* durante a ensilagem do capim-elefante é recomendada em todos os níveis avaliados.

Palavras-chave: coprodutos, qualidade da silagem, características fermentativas

ABSTRACT

We evaluated the fermentative, chemical and qualitative characteristics of elephant grass silage containing different levels of inclusion of coproduct extraction of the passion fruit pulp in nature, passion fruit peel (CM). We used increasing levels of addition of this coproduct (0.0, 12.5, 25.0, 37.5 and 50.0%) in relation to natural field of elephant grass during ensiling. The silages were obtained from the cut forage at 150 days of age. The material was ensiled in laboratory silos, and after 180 days, the silos were opened and samples were collected for determination of dry matter (DM); soluble carbohydrates (CHOS); hydrogen potential (pH); ammonia nitrogen in percentage of total nitrogen (NNH₃/NT); ether extract (EE); crude protein (CP); neutral detergent insoluble protein as a percentage of total nitrogen (NDIP/NT); acid detergent insoluble protein as a percentage of total nitrogen (PIDA/NT); neutral detergent fiber (NDF); acid detergent fiber (ADF); cellulose (CEL); lignin (LIG); neutral detergent insoluble nitrogen (NDIN); acid detergent insoluble nitrogen (ADIN) and *in vitro* digestibility of dry matter (IVDDM). To assess the effect of the treatments we used a completely randomized design with four

Recebido em 12 de setembro de 2014

Aceito em 3 de março de 2015

E-mail: carolsalezbonfa@yahoo.com.br

Apoio financeiro: FAPEMIG

replications, running the regression analysis for each variable analyzed ($P < 0.05$). According to the regression equations for the fermentative characteristics, silage can be considered very good quality. As for fiber digestibility of silage, the increasing levels of this coproduct contributed to decrease it, which resulted in higher IVDDM. The parameters analyzed showed that the inclusion of CM in nature with elephant grass silage is recommended at all levels evaluated.

Keywords: coproducts, fermentation characteristics, silage quality

INTRODUÇÃO

A produção de forrageiras no Brasil afeta diretamente as condições nutricionais dos rebanhos, visto que nos períodos secos o crescimento e a qualidade das forrageiras ficam comprometidos. Todavia, algumas alternativas podem ser utilizadas para suprir a demanda nutricional dos animais nesses períodos, dentre elas destaca-se a produção de silagem a partir da conservação do excedente da produção de forragens, suprimindo a demanda de nutrientes dos animais em épocas de escassez de alimentos. Uma das principais gramíneas tropicais utilizadas para essa finalidade é o capim-elefante, por apresentar elevada produtividade de matéria seca (Carvalho *et al.*, 2008) e composição em termos de carboidratos solúveis, sendo este mais elevado quando comparado a outras gramíneas (Lavezzo, 1993).

A qualidade da silagem depende do processo fermentativo dentro do silo, já que o seu valor nutritivo depende tanto do processamento da forragem quanto da sua composição, uma vez que a silagem tem o propósito principal de manter o valor nutritivo o mais próximo possível do material que lhe deu origem. Porém, quando as gramíneas tropicais atingem elevado valor nutricional, também apresentam alto teor de umidade, baixo teor de carboidratos solúveis e alto poder tampão, fatores que, em conjunto, podem influenciar negativamente o processo fermentativo dentro dos silos (McDonald, 1981; Vilela, 1998).

Souza e Santos (2004) estimaram que a América Latina produz mais de 500 milhões de toneladas de resíduos agroindustriais, sendo o Brasil responsável por mais da metade dessa produção, o que demonstra que o aumento dos resíduos oriundos das atividades agrícolas é proporcional ao crescimento do agronegócio.

O estudo do potencial de uso desses resíduos como coprodutos da fruticultura e sua utilização

na alimentação animal possibilita a retirada do ambiente de potenciais causadores de impacto ambiental e, de maneira conjunta, a possibilidade de obtenção de volumosos de melhor qualidade para a alimentação de ruminantes.

Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos dos níveis crescentes de inclusão do coproduto do maracujá *in natura* sobre as características químico-bromatológicas e na digestibilidade *in vitro* da matéria seca da silagem de capim-elefante.

METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), situada no Município de Diamantina, Minas Gerais, Brasil, com uso de coprodutos da agroindústria processadora de frutas FRUTIVALE, localizada em Datas, Minas Gerais.

Estudou-se o coproduto da extração da polpa do maracujá, a casca do maracujá *in natura* (CM), adicionada ao capim-elefante (CE) durante a ensilagem, nas proporções (NI) de 0,0%; 12,5%; 25,0%; 37,5% e 50,0%. Na Tabela 1, encontram-se relacionadas a composição químico-bromatológica e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca do material utilizado na confecção das silagens.

Os silos experimentais foram confeccionados com capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) proveniente de uma capineira pré-estabelecida, na Fazenda Experimental do Moura, pertencente à UFVJM, localizada em Curvelo, em Minas Gerais. O capim foi colhido manualmente aos 150 dias de crescimento e com alto teor de matéria seca (Tab. 1). Esse material foi desintegrado em picadora estacionária, para ensilar juntamente com o coproduto. O coproduto foi obtido após a separação da casca do fruto para extração do suco.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca do capim-elefante e da casca do maracujá à ensilagem

	CE	CM
MS (%)	45,03	23,08
CHOs (%)	0,27	1,59
EE (%MS)	2,33	1,16
PB (%MS)	3,27	8,21
PIDN/NT (%PB)	15,95	6,48
PIDA/NT (%PB)	10,32	4,39
FDN (%MS)	71,25	40,59
FDA (%MS)	39,82	28,15
CEL (%)	34,27	15,30
LIG (%)	11,99	11,11
NIDN (%MS)	0,08	0,09
NIDA (%MS)	0,05	0,06
DIVMS (%MS)	43,14	76,38

CE – capim-elefante; CM – casca do maracujá; MS – matéria seca; CHOs – carboidratos solúveis; EE – extrato etéreo; PB – proteína bruta; PIDN/NT – proteína insolúvel em detergente neutro em porcentagem do nitrogênio total; PIDA/NT – proteína insolúvel em detergente ácido em porcentagem do nitrogênio total; FDN – fibra em detergente neutro; FDA – fibra em detergente ácido; CEL – celulose; LIG – lignina; NIDN – nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA – nitrogênio insolúvel em detergente ácido; DIVMS – digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Após a adição do coproduto à forragem nas proporções descritas, esse material foi homogeneizado com o capim-elefante e ensilado em silos laboratoriais feitos de tubos de PVC de 100mm de diâmetro e 450mm de comprimento, e a compactação foi feita com o uso de soquetes de madeira. O material foi ensilado conferindo uma densidade de 600kg/m³. Os silos foram vedados no momento da ensilagem, com tampas de PVC providos de válvulas tipo Bunsen. Cada conjunto de silo e tampa foram posteriormente lacrados com fita adesiva. Após 180 dias, os silos foram abertos e, no momento da abertura destes, o material foi homogeneizado e uma parte do conteúdo de cada silo foi prensada com o auxílio de uma prensa hidráulica para a extração do suco da silagem, a partir do qual uma parte foi

utilizada para determinar os valores de pH, empregando-se um potenciômetro com escala expandida, da marca TecnoPON mPA 210, e a outra parte foi conservada com ácido sulfúrico a 0,036N e congelada para posterior determinação do teor de nitrogênio amoniacal, por destilação com óxido de magnésio (AOAC, 1995). Outra parte do conteúdo do silo foi pré-secada em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas (Silva e Queiroz, 2002). Em seguida, as amostras foram moídas em moinho estacionário com peneira de 1mm (Methods..., 1995) e acondicionadas em potes plásticos para posteriores análises.

As análises químico-bromatológicas do material antes de ensilar e das silagens referentes aos teores de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo foram feitas conforme AOAC (1995), os componentes da parede celular de forma sequencial, pelo método proposto por Van Soest *et al.* (1991), e carboidratos solúveis em álcool, pelo método proposto por Bailey (1967). A determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca foi executada de acordo com a primeira fase do método descrito por Tilley e Terry (1963), no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG, em Belo Horizonte, Minas Gerais.

Para a avaliação do efeito dos tratamentos, utilizou-se delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro repetições, conforme o modelo estatístico apresentado abaixo. Executou-se o estudo de regressão para cada variável analisada ($P < 0,05$) através do PROC REG do *software* SAS 9.0 (SAS..., 2002).

$$Y_{ij} = \mu + N_j + e_{ij}$$

em que: Y_{ij} = efeito da observação "i" do nível de inclusão na silagem "j"; μ = média geral; N_j = efeito do nível de inclusão "j" ($j = 0,0\%$; $12,5\%$; $25,0\%$; $37,5\%$ e $50,0\%$); e_{ij} = erro experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, são apresentadas as equações de regressão obtidas para os teores de matéria seca (MS); carboidratos solúveis (CHOs); potencial hidrogeniônico (pH); nitrogênio amoniacal em percentual do nitrogênio total (N-NH₃/NT) e extrato etéreo (EE).

Tabela 2. Equações de regressão obtidas através da composição químico-bromatológica das silagens de capim-elefante com as inclusões da casca de maracujá

	Equação	R ²	P	CV
MS	MS=34,302-0,434NI+0,004NI ²	0,87	<0,0001	6,22
CHOS	CHOS=0,033+0,006NI-0,00009NI ²	0,41	0,0043	41,12
pH	pH=3,812-0,024NI+0,0003NI ²	0,80	0,0001	2,2
NNH ₃ /NT	NNH ₃ /NT=3,518-0,017NI	0,25	0,0150	16,20
EE	EE=2,216+0,111NI-0,001NI ²	0,30	0,0196	26,31

MS – matéria seca; CHOS – carboidratos solúveis; pH – potencial hidrogeniônico; NNH₃/NT – nitrogênio amoniacal em percentual do nitrogênio total; EE – extrato etéreo; R² – coeficiente de determinação da equação de regressão; P – nível de significância do modelo de regressão; CV – Coeficiente de variação.

A inclusão de níveis crescentes da CM propiciou decréscimo nos teores de MS das silagens (Tab. 2). Esse fato ocorreu devido ao baixo teor de MS presente no coproduto no momento da ensilagem (Tab. 1), evidenciando que, quanto maior o nível de inclusão da CM, maior o teor de umidade adicionado ao material. No entanto, a inclusão do coproduto até o NI de 11% superou o teor de 30% de MS da silagem, teor considerado como mínimo para que o processo fermentativo dentro dos silos seja satisfatório e as silagens sejam de boa qualidade (McDonald, 1981).

Na literatura não foram encontrados trabalhos utilizando a casca do maracujá *in natura*; porém, comportamento contrário é observado quando se utiliza a casca do maracujá desidratada (CMD) na ensilagem, conforme o trabalho de Cruz *et al.* (2011), que, ao avaliarem a inclusão de 0%; 10%; 20% e 30% de CMD na silagem de capim-elefante (CE), encontraram teores de MS de 23,2%; 28,9%; 33,1% e 41,8%, respectivamente. O mesmo comportamento foi observado por Pompéu *et al.* (2006), quando trabalharam com inclusões de 0%; 5%; 10%; 15% e 20% na silagem de capim-elefante, obtendo teores próximos a 26% de MS quando 20% de CMD foi incluído na silagem. Esses dados estão relacionados com os teores de MS do material utilizado, visto que nos trabalhos relatados os autores utilizaram material com baixo teor de umidade.

Em relação aos teores de CHOS, houve efeito significativo com os diferentes NI da CM na silagem de CE, visto que houve o incremento dessa fração na ensilagem, conforme observado na Tabela 1. De acordo com as equações da análise de regressão (Tab. 2), verificou-se que os teores de CHOS decresceram a teores abaixo do material original (Tab. 1), alcançando teores residuais de 0,11% de CHOS com a inclusão de

50% de CM, o que demonstra que houve o consumo dos CHOS durante o processo fermentativo, quando comparado ao teor de CHOS no material à ensilagem (CE 0,27% e CM 1,59%). Segundo Tomich *et al.* (2003), os carboidratos solúveis, ou açúcares (mono e dissacarídeos), são os principais substratos utilizados pelas bactérias lácticas para que haja a fermentação láctica no interior dos silos. A quantidade de carboidratos solúveis requerida para uma fermentação eficiente depende da quantidade de ácido que será necessária para a redução do pH a níveis apropriados à conservação do material ensilado, e que, segundo McDonald (1981), devem ser iguais ou inferiores a 3,8 unidades de pH. De acordo com a equação de regressão (Tab. 2), observou-se efeito significativo para os valores de pH à medida que se incluiu a CM na ensilagem; porém, os valores encontrados mantiveram-se abaixo de 3,8 para todos os NI da CM.

Observou-se efeito significativo para os teores de NNH₃/NT entre as silagens de CE com diferentes NI de CM. Segundo a equação de regressão (Tab. 2), verificou-se comportamento linear decrescente à medida que se aumentou o NI, alcançando teores próximos a 2,7% com a inclusão de 50% de CM. Quanto maior o teor de NNH₃/NT, menor a qualidade da silagem, devido à ocorrência da degradação de compostos nitrogenados (proteína verdadeira, peptídios, aminoácidos, aminas e amidas) pelas bactérias do gênero *Clostridium* até amônia (Cândido, 2007). Essa amônia formada, além de inibir o consumo da silagem e apresentar mais baixa eficiência na utilização do nitrogênio para a síntese proteica pelos microrganismos do rúmen, altera o curso da fermentação, impedindo a rápida queda do pH do material que foi ensilado (Tomich *et al.*, 2003).

As gorduras extraídas para determinação do EE não são constituídas unicamente por ácidos graxos, mas também por todos os compostos que, nas condições de determinação, possam ser extraídos pelo solvente apolar utilizado. Esse conjunto inclui as gorduras e muitos outros compostos intimamente ligados ou associados, como fosfatídeos, esteróis (colesterol), clorofila, óleos voláteis, resinas, pigmentos, vitaminas A e D, etc. (Silva e Queiroz, 2002; Zenebon *et al.*, 2008). Quanto aos teores de EE, observou-se efeito significativo com os diferentes NI do MC nas silagens, conforme equação de regressão apresentada na Tabela 2. Até o NI de 50% do coproduto, alcançaram-se teores próximos a

5,3% de EE nas silagens. Todavia, os teores encontrados permaneceram abaixo dos teores considerados limitantes pelo NRC (2001), em que o total de gordura na dieta não deve ultrapassar 6% a 7% na MS, pois pode acarretar em reduções na fermentação ruminal, na digestibilidade da fibra e na taxa de passagem.

Na Tabela 3, são apresentadas as equações de regressão obtidas para os teores de proteína bruta (PB); proteína insolúvel em detergente neutro em percentual do nitrogênio total (PIDN/NT); proteína insolúvel em detergente ácido em percentual do nitrogênio total (PIDA/NT).

Tabela 3. Equações de regressão obtidas através da composição químico-bromatológica das silagens de capim-elefante com as inclusões de maracujá casca

	Equação	R ²	P	CV
PB	PB=4,119+0,020NI	0,20	0,0281	14,59
PIDN/NT	PIDN/NT=13,03	--	NS	15,16
PIDA/NT	PIDA/NT=7,204-0,082NI	0,52	0,0002	27,05

PB – proteína bruta; PIDN/NT – proteína insolúvel em detergente neutro em percentual do nitrogênio total; PIDA/NT – proteína insolúvel em detergente ácido em percentual do nitrogênio total; R² – coeficiente de determinação da equação de regressão; P – nível de significância do modelo de regressão; CV – Coeficiente de variação; NS – modelo de regressão não significativo (P>0,05).

Em relação aos teores de PB, verificou-se que, com a inclusão de níveis crescentes de CM, os teores de PB das silagens aumentaram, alcançando teores próximos a 5,3% de PB quando se utilizaram 50% do coproduto (Tab. 3). A CM apresentou teor de PB mais elevado do que o CE no momento da ensilagem (Tab. 1), o que foi responsável pelo maior teor de PB nas silagens com o aumento do NI, pois houve o efeito de adição ao material ensilado. Comportamento semelhante foi observado no trabalho de Neiva *et al.* (2006), em que os autores avaliaram o valor nutritivo da silagem de capim-elefante enriquecida com CMD. Nesse trabalho, os autores avaliaram níveis de inclusão de 0%; 3,5%; 7,0%; 10,5% e 14% de CMD na silagem de CE e encontraram teores de PB de 5,8%; 6,8%; 7,7%; 8,2% e 8,3%, respectivamente. Cruz *et al.* (2011) encontraram teores mais elevados de PB em consequência dos maiores níveis de inclusão de CMD utilizados no trabalho, encontrando teores de 4,8%; 8,5%; 10,2% e 11,9% com a inclusão de 0%; 10%; 20% e 30% de CMD, respectivamente.

Quanto aos teores de PIDN/NT, não houve efeito significativo (P>0,05) com as diferentes

inclusões da CM nas silagens de CE, ou seja, para todos os NI do coproduto os teores de PIDN/NT permaneceram próximos a 13% (Tabela 3). Em relação à PIDA/NT, houve efeito significativo com as diferentes inclusões do coproduto, conforme descrito pela equação de regressão apresentada na Tab. 3. Os teores de PIDA/NT diminuíram linearmente à medida que se aumentou os NI da CM, com decréscimo de 0,082 pontos percentuais para cada 1% de inclusão na silagem, evidenciando o efeito de diluição dessa fração com a inclusão do coproduto.

Os teores de PIDN/NT e PIDA/NT representam a quantidade de nitrogênio do alimento que é lenta e parcialmente degradada, além da proteína indisponível no rúmen. A PIDN pode ser degradada mais lentamente que a proteína presente no conteúdo celular; já a PIDA é pouco degradada e, dependendo de suas ligações com a lignina, faz com que a proteína seja indisponível para o animal. Portanto, quanto maior a porcentagem de PIDN e PIDA em um alimento, menor ou mais lenta é a degradação da proteína (Freitas, 2011). Os dados encontrados neste trabalho ressaltam que, mesmo o CE

apresentando baixos teores de PB e altos teores de PIDN e PIDA à ensilagem (Tab. 1), a inclusão da CM ao CE elevou os teores de PB e diminuiu os teores de PIDN e PIDA das silagens, o que pode otimizar a utilização da proteína bruta pelos microrganismos ruminais.

Na Tabela 4, são apresentadas as equações de regressão obtidas para os teores de fibra em detergente neutro (FDN); fibra em detergente ácido (FDA); celulose (CEL); lignina (LIG); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN); nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS).

Em relação aos teores de FDN, verificou-se comportamento linear decrescente à medida que se aumentaram os NI da CM na silagem, conforme equação de regressão apresentada na Tabela 4, em que os teores diminuíram

linearmente à medida que se aumentaram os NI da CM, com decréscimo de 0,165 pontos percentuais para cada 1% de inclusão na silagem, alcançando teores de 63,56% com a inclusão de 50% do coproduto. Alimentos com altos teores de FDN podem influenciar a ingestão de alimentos em função do enchimento ruminal, e a inclusão da CM possibilitou o decréscimo nesses teores, o que pode favorecer o consumo desse volumoso pelos ruminantes. Comportamento semelhante ao da FDN foi observado com os teores de FDA nas silagens, pois, à medida que se aumentou o NI da CM, diminuíram-se os teores de FDA (Tab. 4), com decréscimo de 0,076 pontos percentuais para cada 1% de inclusão na silagem, alcançando teores de 36,39% quando 50% do coproduto foi adicionado na ensilagem. A inclusão da CM nas silagens evidencia maior degradação dessa fração e, conseqüentemente, digestibilidade mais eficiente desse alimento pela microbiota ruminal.

Tabela 4. Equações de regressão obtidas através da composição químico-bromatológica e da digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens de capim-elefante com as inclusões de maracujá casca

	Equação	R ²	P	CV
FDN	FDN=71,813-0,165NI	0,78	0,0001	2,35
FDA	FDA=40,193-0,076NI	0,59	0,0001	2,96
CEL	CEL=30,845-0,069NI	0,32	0,0049	5,83
LIG	LIG=8,3	--	NS	22,92
NIDN	NIDN=0,09	--	NS	7,2
NIDA	NIDA=0,054-0,001NI+0,00001NI ²	0,59	0,0002	21,04
DIVMS	DIVMS = 34,458+0,407NI-0,003NI ²	0,82	0,0001	4,94

FDN – fibra em detergente neutro; FDA – fibra em detergente ácido; CEL – celulose; LIG – lignina; NIDN – nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA – nitrogênio insolúvel em detergente ácido; DIVMS – digestibilidade *in vitro* da matéria seca; R² – coeficiente de determinação da equação de regressão; P – nível de significância do modelo de regressão; CV – Coeficiente de variação; NS – modelo de regressão não significativo (P>0,05).

Cruz *et al.* (2011), avaliando a inclusão de 0%; 10%; 20% e 30% de CMD na silagem de CE, observaram teores mais baixos de FDN, alcançando teores próximos a 58% quando 30% de CMD foi incluído na silagem, pois o coproduto apresentou baixo teor de umidade à ensilagem. No entanto, em relação à FDA, esses mesmos autores observaram comportamento inverso ao encontrado neste trabalho, pois os teores de FDA aumentaram à medida que se aumentaram os NI de CMD, alcançando teores próximos a 48% quando o nível máximo foi avaliado.

Verificou-se comportamento linear decrescente em relação aos teores de CEL, conforme descrito

pela equação de regressão apresentada na Tabela 4, em que os teores de CEL diminuíram linearmente à medida que se aumentaram os NI da CM, com decréscimo de 0,069 pontos percentuais para cada 1% de inclusão na silagem, alcançando teores de 27,40% com a inclusão de 50% do coproduto. Como a CM no momento da ensilagem apresentou 15,30% de CEL e o CE apresentou 34,27%, demonstra-se que, por efeito de diluição, a CM possibilitou a redução dos constituintes da parede celular, tendência também verificada nas variáveis FDN e FDA.

Quanto aos teores de LIG, verificou-se efeito não significativo (Tab. 3) com os diferentes NI da CM nas silagens (P>0,05). Em função das

concentrações de LIG na CM e no CE no momento da ensilagem (Tab. 1), os teores se mantiveram próximos à média (8,3% de LIG), visto que continham praticamente as mesmas proporções dessa fração no momento da ensilagem, pois houve o efeito de diluição dessa variável. A lignina constitui um polímero fenólico que se associa aos carboidratos estruturais, celulose e hemicelulose, durante o processo de formação da parede celular. Portanto, exerce grande influência sobre a taxa de degradação e a degradabilidade efetiva da parede celular dos alimentos volumosos, pois limita a digestão desses carboidratos no rúmen, que são as maiores fontes de energia para o ruminante (Van Soest, 1994).

Em relação aos teores de NIDN, não houve efeito significativo ($P>0,05$) com o aumento na inclusão da CM, visto que, para todos os níveis de inclusão, mantiveram-se os teores médios em torno de 0,09%, teores próximos ao do material ensilado (Tab. 1). Em contrapartida, observou-se efeito significativo para os teores de NIDA, conforme a equação de regressão apresentada na Tabela 4. Os teores de NIDA encontrados nas silagens foram praticamente os mesmos do material ensilado (Tab. 1), observando valores mínimos e máximos de 0,03% e 0,05% para as silagens com 50% de CM e 0% de inclusão do coproduto, respectivamente. Elevado teor de NIDA não é desejável, pois o nitrogênio retido na fibra em detergente ácido não é aproveitado pelos microrganismos ruminais (Van Soest e Mason, 1991). No entanto, os baixos teores de NIDA encontrados neste trabalho são insuficientes para comprometer a disponibilidade dos nutrientes para o metabolismo do animal, principalmente quando associados aos teores de DIVMS do coproduto *in natura* (Tab. 1) e das silagens (Tab. 4).

Observou-se efeito significativo para os teores de DIVMS entre as silagens de CE com os diferentes NI da CM. Segundo a equação de regressão (Tab. 4), verificou-se comportamento quadrático dessa variável à medida que se aumentou o NI, alcançando teores próximos a 48% de DIVMS com 50% de inclusão do coproduto. Em contrapartida, as silagens exclusivas de CE apresentaram baixa DIVMS, chegando a teores próximos a 35%. Dessa forma,

o aumento na DIVMS das silagens foi proporcionado pelas maiores inclusões da CM.

A DIVMS apresenta correlação com o consumo voluntário. Baixa digestibilidade implica maior tempo de retenção da forragem no rúmen, promovendo limitações de consumo de ordem física. Cerca de 40 a 60% das variações de consumo entre as forrageiras podem ser atribuídas às diferenças na digestibilidade (Reis e Rodrigues, 1993). Além disso, com o crescimento das forrageiras, ocorre aumento nos teores de carboidratos estruturais e lignina, além da redução no conteúdo celular, o que invariavelmente proporcionará redução na digestibilidade (Reis *et al.*, 1993). Em função dos resultados obtidos neste trabalho (Tab. 2 e 3), pode-se inferir que a utilização da CM como aditivo na ensilagem de CE favorece o aproveitamento dos nutrientes contidos na silagem, com maior disponibilidade destes para os microrganismos ruminais.

CONCLUSÕES

A inclusão da casca do maracujá *in natura* ao capim-elefante no momento da ensilagem favoreceu o processo fermentativo dentro dos silos, elevando o valor nutritivo da silagem de capim-elefante com teores elevados de MS (acima de 40%). Além disso, a utilização desse coproduto contribuiu para melhorar o valor nutritivo da silagem, favorecendo a DIVMS. Dessa forma, a utilização da casca de maracujá possibilita maior período de utilização do capim-elefante na forma de silagem, tornando-se uma estratégia viável no planejamento de produção de volumosos para ruminantes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à– Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), à Escola de Veterinária da UFMG, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio e suporte financeiro para a execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- BAILEY, R.W. Quantitative studies of ruminant digestion. II. Loss of ingested plant carbohydrates from the reticulo rumen. *J. Agric. Res.*, v.10, p.15-32, 1967.
- CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Características fermentativas e composição química de silagens de capim-elefante contendo subproduto desidratado do maracujá. *Rev. Bras. Zootec.*, v.36, supl., p.1489-1494, 2007.
- CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. et al. Degradação ruminal de silagem de capim-elefante emurhecido ou com diferentes níveis de farelo de cacau. *Rev. Bras. Zootec.*, v.37, p.1347-1354, 2008.
- CRUZ, B.C.C.; SANTOS-CRUZ, C.L.; PIRES, A.J.V. et al. Silagens de capim-elefante com diferentes proporções de casca desidratada de maracujá em dietas de cordeiros Santa Inês. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v.12, p.107-116, 2011.
- FREITAS, S.G. *Caracterização nutricional da silagem de coprodutos da extração do palmito de pupunha*. 2011. 35f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- LAVEZZO, W. Ensilagem do capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10., 1993, Piracicaba, SP. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1993. p.169-275.
- McDONALD, P. (Ed.). *The biochemistry of silage*. New York: John Wiley & Sons, 1981. 226p.
- NEIVA, J.N.M.; NUNES, F.C.S.; DUARTE, M.J. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante enriquecidas com subproduto do processamento do maracujá. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 35, supl., p.1845-1851, 2006.
- NUTRIENT requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- OFFICIAL methods of analysis. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995.
- POMPÉU, R.C.F.F.; NEIVA, J.N.M.; CANDIDO, M.J.D. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com adição de subprodutos do processamento de frutas tropicais. *Rev. Cienc. Agron.*, v.37, p.77-83, 2006.
- REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R. A. *Valor nutritivo de plantas forrageiras*. Jaboticabal: Fundação para o Ensino e Pesquisa, 1993. 26p.
- SAS user' guide: statistics, version 9.0. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc., 2002.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- SOUZA, O.E.; SANTOS, E.I. *Aproveitamento de resíduos e subprodutos agropecuários pelos ruminantes*. 2004. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2003/CT19.pdf>. Acessado em: 15 fev. 2014.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.*, v.18, p.104-111, 1963.
- TOMICH, T.R.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C. et al. *Características químicas para avaliação do processo fermentativo: uma proposta para qualificação da fermentação*. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 20p. (Documentos/Embrapa Pantanal, n.57).
- VAN SOEST, P.J.; MASON, V.C. The influence of Mallard reaction upon the nutritive value of fibrous feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.32, p.45-53, 1991.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Official for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu, SP. *Anais...* Botucatu, São Paulo: SBZ, 1998. p.73-108.
- ZENEBO, O.; PASCUET, N.S.; TIGLEA, P. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedalimentosial_2008.pdf>. Acessado em: 15 fev.2014.