

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line) 1981-0997

v.7, n.4, p.684-690, out.-dez., 2012

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI:10.5039/agraria.v7i4a1434

Protocolo 1434 - 22/03/2011 • Aprovado em 22/03/2012

Rafael T. de S. Rodrigues^{1,6}

Daniel R. Menezes¹

Luiz G. R. Pereira²

Gherman G. L. de Araújo^{3,7}

Fabiana R. Dantas^{4,8}

Thadeu M. Silva^{5,9}

1 Fundação Universidade Federal do Vale do São Francisco, Colegiado de Medicina Veterinária - Fazenda Experimental, Rodovia BR 407, km 12, lote 543, Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho, s/n C1, Zona Rural, CEP 56300-990, Petrolina-PE, Brasil. Fone: (87) 3986-3801.

E-mail: rafael.nutricao@hotmail.com; daniel.menezes@univasf.edu.br

2 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Gado de Leite, Rua Eugênio do Nascimento, 610, Dom Bosco, CEP 36038-330, Juiz de Fora-MG, Brasil. Fone: (32) 3311-7529 Ramal 7529. Email: luiz.gustavo@cnpq.embrapa.br.

3 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, BR428, km152, Zona Rural, CEP 56302-970, Petrolina-PE, Brasil. Caixa Postal 23. Fone: (87) 3862-1711 Ramal 158. Fax: (87) 3862-1744.

E-mail: ggla@cpatsa.embrapa.br

4 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Floresta, Rua Projetada, s/n, Caetano II, CEP 56400-000, Floresta-PE, Brasil. Fone: (87) 3877-2708. E-mail: fabianardantas@hotmail.com.

5 Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária, Avenida Ademar de Barros, 500, Ondina, CEP 40170-110, Salvador-BA, Brasil. Fone: (71) 3247-3481 Ramal 35. E-mail: mariniello82@yahoo.com.br

6 Bolsista de Mestrado da CAPES

7 Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

8 Bolsista de Extensão no País do CNPq

9 Bolsista de Pós-doutorado Júnior do CNPq

Produção de gases e digestibilidade in vitro de silagens de maniçoba aditivadas com coproduto vitivinícola

RESUMO

Avaliaram-se a cinética da produção de gases e a digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) das silagens de maniçoba com diferentes inclusões do coproduto de vitivinícolas desidratado (CVD) e se confeccionaram 32 silos experimentais da parte aérea da maniçoba, distribuídos em quatro tratamentos (0, 8, 16 e 24% de inclusão do CVD) perfazendo oito repetições. A cinética da fermentação foi avaliada pela técnica in vitro semiautomática de produção de gases. O potencial máximo da produção de gases dos carboidratos totais (CT) diminuiu com o aumento da inclusão do CVD nas silagens de maniçoba, sendo 159,39 para a silagem com 0% e 118,62 mL g⁻¹ de MS para a silagem com 24% do CVD. A menor e a maior taxa da produção de gases dos CT em mL g⁻¹ de MS h⁻¹ e o menor e o maior tempo de colonização foram para as silagens com 16% (0,117) e (3 h:17 min) e com 24% (0,150) e (4 h:48 min) de inclusão do CVD, respectivamente. A DIVMS não apresentou diferença significativa variando de 53,50 a 49,07% com a inclusão do CVD, a qual alterou os parâmetros cinéticos da fermentação das silagens de maniçoba reduzindo a produção de gases sem, ao entanto, causar efeitos significativos na DIVMS.

Palavras-chave: alimentos alternativos, degradabilidade, efeito estufa, euforbiáceas, fermentação

Gas production and in vitro digestibility of 'maniçoba' ensiled with grape - wine residues

ABSTRACT

The kinetics of the gas production and in vitro digestibility of the dry matter (DM) of 'maniçoba' silage were evaluated with different inclusion of dried residues of the production of wine. Thirty two silos of 'maniçoba' shoots were made and divided into four treatments with different levels of inclusion of dried residues (0, 8, 16 and 24%) of the production of wine, with eight replications. The fermentation kinetics was evaluated by in vitro semi-automated technique of gas production. The potential maximum gas production of the total carbohydrates decreased with increasing inclusion of the dried residue, and was 159.39 and 118.62 mL g⁻¹ of dry matter for silage with 0 and 24% inclusion. The lowest and highest rates of gas production of the total carbohydrates and the lag time were for silages with 16% (0.117 mL g⁻¹ of dry matter per hour and 3 h:17 min) and with 24% (0.150 mL g⁻¹ of dry matter per hour and 4 h:48 min) of inclusion of the dried residue. The in vitro digestibility of the dry matter of silage did not present a significant variation, and was 53.50% for silages with 0% and 49.07% for silages with 24% of inclusion. The inclusion of different levels of dried residues of the production of wine in 'maniçoba' silage reduced the cumulative gas production, however, did not reduce significantly the in vitro digestibility of the DM of silage.

Key words: alternative foods, degradability, *Euphorbiaceae*, fermentation, greenhouse gas

INTRODUÇÃO

No semiárido do Nordeste brasileiro a pecuária é a principal atividade econômica da população rural, em virtude de ser menos vulnerável às limitações climáticas, comparada com as culturas anuais (Santos et al., 2010). Observa-se, por outro lado, uma produtividade reduzida dos rebanhos visto que vegetação da caatinga, que constitui a principal fonte de alimentos para os animais, não apresenta composição nutritiva adequada durante grande parte do ano. Desta forma, o uso de alternativas alimentares (resíduos agroindustriais e conservação de forragens nativas) são práticas recomendadas aos produtores, com o objetivo de diminuir as perdas de produção causadas pela escassez de alimentos (Pereira et al., 2010; Silva et al., 2011).

O resíduo do processamento de uvas para a produção de vinho é uma fonte potencial de forragem, que pode ser utilizada como uma alternativa de volumoso na produção animal do semiárido nordestino, sobretudo na região do submédio São Francisco, que apresenta um polo vitivinícola relevante e em ampla expansão. O volume de produção do resíduo pode corresponder a 25% do peso da uva processada para a fabricação de vinho (Menezes et al., 2009). Além da disponibilidade o resíduo de vitivinícolas desidratado apresenta valor médio de matéria seca, proteína bruta e de fibra em detergente neutro de 86,56, 14,77 e de 48,4%, respectivamente, comparado a diversas fontes de alimentos fornecidas aos animais da região (Silva et al., 2011).

A maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax & Hoffman) é uma espécie nativa da caatinga pertencente à família das euforbiáceas, muito utilizada na alimentação animal em função, sobremaneira, da sua adaptabilidade às condições climáticas adversas da região. Por outro lado esta forrageira, devido à presença de compostos cianogênicos, deve ser fornecida aos animais na forma de feno ou de silagem, pois só assim, este princípio tóxico tem sua concentração reduzida para níveis seguros (Souza et al., 2010).

As avaliações da qualidade dos alimentos ofertados aos animais utilizando ensaios in vivo, ainda são os métodos mais precisos para este propósito mas, devido à grande quantidade de animais necessários, o alto custo com alimentação, medicamentos e mão-de-obra utilizada e, ainda, em função da crescente resistência imposta pela sociedade ao uso de animais em experimentos, nota-se grande interesse pela utilização de métodos in vitro, a exemplo da técnica in vitro semiautomática de produção de gases, com o objetivo de avaliar alimentos para ruminantes pois esses apresentam custos reduzidos, são mais rápidos, possibilitam a avaliação de um grande número de amostras e apresentam alta correlação com os resultados obtidos in vivo (Jayme et al., 2009).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a cinética da produção de gases e a digestibilidade in vitro da matéria seca das silagens de maniçoba com inclusão do coproduto de vitivinícolas desidratado.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Campo Experimental da Caatinga da Embrapa Semiárido, zona rural do município de

Petrolina, PE, na BR 428, Km 152 da Rodovia Petrolina - Lagoa Grande.

Foram confeccionados 32 silos experimentais de tubos de PVC, com 10 cm de diâmetro por 50 cm de comprimento, fechados com lona plástica e liga de borracha nas extremidades. A maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax & Hoffman) utilizada foi proveniente de área cultivada sem irrigação do campo experimental da Embrapa, sendo cortada com aproximadamente um ano de idade. O coproduto de vitivinícolas desidratado (CVD) era constituído basicamente pela casca, sementes e polpa de uvas resultantes da fabricação de vinhos em vitivinícola instalada na cidade de Santa Maria da Boa Vista, PE.

Quanto à confecção da silagem, a maniçoba foi triturada em máquina forrageira e os silos distribuídos em quatro tratamentos com diferentes níveis de inclusão do CVD (0, 8, 16 e 24%), com oito repetições. Amostras de maniçoba e do CVD e de cada tratamento foram coletadas para a realização das análises bromatológicas posteriores (Tabela 1); após a confecção os silos foram armazenados em um galpão, protegidos do sol e da chuva.

Os silos experimentais foram abertos após 60 dias de armazenamento. A silagem contida nas extremidades foi desprezada (cerca de 10 a 15 cm), o material restante foi homogeneizado e amostras de cada silo foram coletadas para a realização das análises químicas (Tabela 2); posteriormente, as amostras foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada, a 55 °C, por 72 h, e processadas em moinho de facas com peneira de crivos de 1 mm. Os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) foram determinados conforme os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002). O teor dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi calculado de acordo com Sniffen et al. (1992) utilizando-se a seguinte fórmula: $CNF = 100 - (\%MM + \%PB + \%EE + \%FDN)$, e a digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) foi realizada de conformidade com Tilley & Terry (1963) (Tabela 1).

A avaliação da cinética da fermentação foi realizada pela técnica in vitro semiautomática de produção de gases proposta por Maurício et al. (1999). Utilizou-se um grama de amostra introduzida em frascos de vidro com capacidade de 160 mL, previamente lavados com água destilada aquecida e secados em estufa, sendo utilizados três frascos por amostra visando à obtenção de maior confiabilidade dos resultados.

Tabela 1. Composição química dos alimentos experimentais

Table 1. Chemical composition of experimental foods

Parâmetros	Ingrediente					Níveis de CVD (% MS)				
	CVD Maniçoba		0%	8%	16%	24%				
Matéria seca %	86,56	26,45	24,04	32,94	36,93	39,32				
Matéria orgânica*	86,4	92,78	92,01	91,65	91,84	91,49				
Matéria mineral*	13,6	7,21	7,99	8,35	8,16	8,50				
Proteína bruta*	14,77	11,78	11,93	10,62	11,51	11,37				
Extrato etéreo*	5,63	3,41	6,79	4,77	6,84	6,06				
Fibra em detergente neutro*	48,4	42,58	27,26	32,35	32,91	36,08				
Fibra em detergente ácido*	42,04	38,09	26,52	29,85	30,85	31,47				
Carboidratos não fibrosos*	17,6	35,0	15,65	12,50	18,35	15,15				
Lignina*	22,7	6,51	4,67	7,72	10,59	11,19				
DIVMS**	46,0	44,4	44,9	45,7	45,8	46,1				

* % da matéria seca (MS); ** digestibilidade in vitro da matéria seca

Em cada frasco foram acrescentados 90 mL de meio de cultura, preparado segundo Theodorou et al. (1994) no dia anterior à inoculação com líquido ruminal; posteriormente, os frascos foram colocados em geladeira e mantidos a 4 °C evitando-se, desta forma, a fermentação indesejável das amostras; cinco horas antes da inoculação os frascos foram removidos da geladeira e levados para uma sala climatizada a 39 °C, onde foram mantidos durante as mensurações da produção de gases.

O líquido ruminal utilizado como inóculo foi obtido de três bovinos machos adultos castrados da raça Sindí, providos de cânula ruminal. Os animais foram mantidos em dieta à base de capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* Linnaeus) e de concentrado composto por milho, soja e sal mineral, com relação volumoso concentrado de 70:30; a adaptação dos animais à dieta ocorreu 15 dias antes da coleta do líquido ruminal.

Por meio de uma pipeta automática foram inoculados 10 mL do líquido ruminal filtrado em cada frasco; em seguida, os frascos foram vedados com tampas de silicone e colocados em caixas de isopor, que foram agitadas manualmente e mantidas na sala climatizada a 39 °C.

A pressão originada pelos gases foi medida por intermédio de um transdutor de pressão conectado, em sua extremidade a uma agulha (0,6 mm). Os tempos de incubação foram: 2, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 17, 20, 24, 28, 34, 48, 72 e 96 h; a partir da inserção da agulha na tampa de silicone a pressão produzida no interior dos frascos foi verificada em um leitor digital.

Os dados da produção cumulativa dos gases foram analisados utilizando-se um modelo bicompartimental, descrito em Schofield et al. (1994):

$$V(t) = \frac{Vf1}{\left[1 + e^{(2-4 \times m1)(L-T)}\right]} + \frac{Vf2}{\left[1 + e^{(2-4 \times m2)(L-T)}\right]}$$

em que:

V(t) - o volume máximo total de gases produzido

Vf1 - o volume máximo de gás para a fração de rápida digestão (CNF)

Vf2 - o volume máximo de gás para a fração de lenta digestão (CF)

m1 - à taxa de crescimento específico para a fração de rápida degradação (CNF)

m2 - à taxa de crescimento específico para a fração de lenta degradação (CF)

L - a duração dos eventos iniciais (tempo de colonização) de digestão

T - o tempo de fermentação. Utilizou-se o procedimento de regressão não linear (NLIN) do programa Statistical Analysis System (SAS, 2003) para a análise estatística dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de MS e de FDN das dietas experimentais (Tabela 1), variaram de 24,04 a 39,32% e de 27,26 a 36,08%, respectivamente, para os tratamentos com 0 e 24% de CVD. Esses valores são inferiores aos apresentados por Dimpério

(2005) para a maniçoba com diferentes níveis de inclusão de farelo de palma, de 0 a 40% no momento da ensilagem que variaram de 27,24 a 48,29% e de 44,76 a 46,13%, respectivamente, para MS e FDN. O aumento do teor de FDN das dietas experimentais utilizadas para a confecção das silagens com a inclusão do CVD pode prejudicar sua qualidade visto que a FDN possui lenta taxa de fermentação apresentando, conseqüentemente, contribuição reduzida na redução imediata do pH, que é uma característica ideal para a conservação adequada da silagem.

Os teores de MS e de LIG das silagens de maniçoba variaram de 28,23 a 38,57% e de 7,36 a 18,95%, respectivamente, para os tratamentos com 0 e 24% de CVD (Tabela 2); essas variações podem ser explicadas em função das diferenças bromatológicas apresentadas entre o CVD e a maniçoba, para MS e LIG sendo, respectivamente, 86,56 vs 26,45% e 22,7 vs 6,51% (Tabela 1). Os teores de MO, PB, FDN e FDA das silagens foram semelhantes em todos os níveis de inclusão do CVD (Tabela 2). Silva et al. (2011) observaram, trabalhando com os mesmos níveis de inclusão do CVD na ensilagem de maniçoba, aumento nos teores de MS, FDN e LIG, que variaram de 27,66 a 46,22%, de 50,82 a 60,17% e de 12,36 a 24,67% para os níveis de 0 e 24% do CVD, respectivamente.

Tabela 2. Composição bromatológica de silagens de maniçoba com inclusão do coproduto de vitivinícolas desidratado (CVD) em % da MS

Table 2. Chemical composition of silages of 'maniçoba' with inclusions of dried residues of the production of wine in % of the dry matter

Parâmetros	Inclusões de CVD			
	0%	8%	16%	24%
Matéria seca %	28,23	28,75	32,85	38,57
Matéria orgânica %	91,88	91,23	90,32	90,69
Proteína bruta %	18,42	17,95	17,47	16,76
Fibra em detergente neutro %	44,12	43,51	41,24	43,68
Fibra em detergente ácido %	35,41	35,33	37,93	36,26
Lignina %	7,36	14,88	18,98	18,95

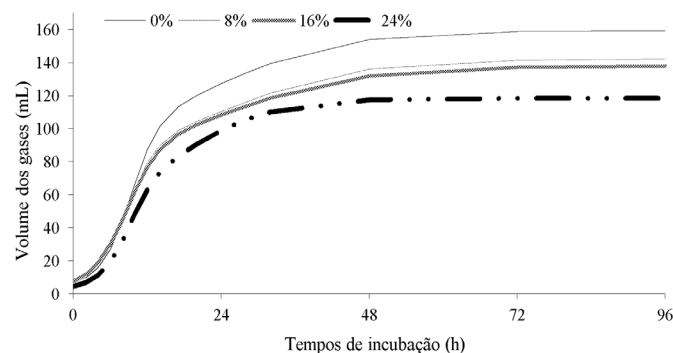


Figura 1. Produção acumulativa total de gases de silagem de maniçoba com inclusão de 0, 8, 16 e 24% do coproduto de vitivinícolas desidratado

Figure 1. Total accumulative gas production of 'maniçoba' silage with inclusions of dried residues of the production of wine at 0, 8, 16 e 24%

A curva de produção acumulada de gases das silagens de maniçoba sem a inclusão do CVD, apresentou comportamento superior ao das silagens com inclusão de 8, 16 e 24%. As curvas da produção acumulada de gases das silagens com os níveis de inclusão de 8 e 16% apresentaram comportamento semelhante; as silagens de maniçoba com 24% de inclusão

do CVD apresentaram a menor curva de produção acumulada de gases, resultado que pode ser explicado, em parte, devido a inclusão do CVD ter elevado o teor de lignina da silagem de maniçoba reduzindo, desta forma, a disponibilidade dos nutrientes para a fermentação microbiana.

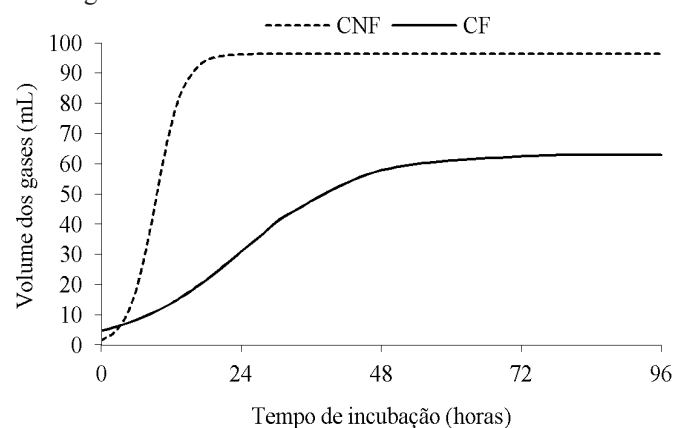
O volume de gases produzidos da fração dos CNF foi superior ao volume de gases da fermentação dos CF, em todos os níveis de inclusão do CVD nas silagens de maniçoba (Figuras 2A, 2B, 2C e 2D); além de que o pico de produção de gases da fração dos CNF, independentemente do tratamento, ocorreu antes de 24 h de incubação. Por outro lado, o ponto máximo da produção de gases da fração dos CF ocorreu somente após 72 h de incubação (Figuras 2A, 2B, 2C e 2D). Este resultado pode ser explicado em função das diferenças na cinética da fermentação dessas frações. De acordo com Mertens (1992) a celulose e a hemicelulose, caracterizadas pela lenta degradação ruminal, representam a maior parcela dos nutrientes de volumosos consumidos pelos ruminantes; por sua vez, os CNF apresentam alta degradabilidade no rúmen e rápida produção de gases.

O potencial máximo da produção de gases provenientes da fermentação dos CNF foi observado para a silagem com 0% de inclusão do CVD (Figura 2A), enquanto a silagem de maniçoba com 24% de inclusão do CVD foi a que apresentou o menor potencial máximo da produção de gases da fermentação dos CNF (Figura 2D). Este resultado pode ser explicado, em parte, em virtude do CVD ser composto, basicamente, por sementes e casca de uva, contendo altos teores de lignina (22,7%) (Tabela 1); além disto, também pode conter, em sua composição, outros compostos fenólicos em altas concentrações, como antocianinas, passíveis de limitar o acesso dos micro-organismos ao conteúdo celular (Barroso et al., 2006). De acordo com Schofield et al. (2001) as antocianinas são capazes de formar complexos insolúveis com as proteínas e carboidratos e de inibir a atividade das enzimas microbianas *in vitro* e *in vivo*. As silagens com 8% e 16% de inclusão apresentaram valores intermediários da produção de gases dos CNF, comparadas com as silagens com 0% e 24% de inclusão do CVD, porém não diferiram entre si graficamente (Figuras 2B e 2C).

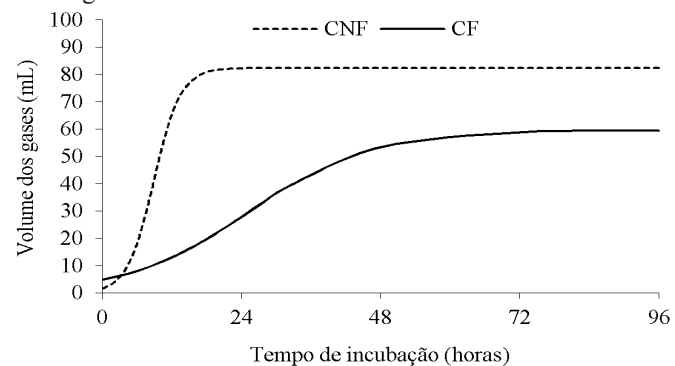
Em referência ao potencial da produção de gases provenientes da fermentação dos CF, não foram observadas grandes variações entre os diferentes níveis de inclusão do CVD (Figuras 2A, 2B, 2C e 2D); os valores variaram de 55,94 a 62,98 mL g⁻¹ de MS para os tratamentos com 16 e 0% de inclusão, respectivamente (Tabela 3).

As taxas da produção de gases da fração dos CNF, independente dos níveis de inclusão, foram maiores em comparação com as taxas da produção de gases da fração dos CF (Tabela 3). De acordo com Van Soest (1994), os CNF são prontamente disponíveis para a degradação microbiana e possuem rápida taxa de fermentação; por outro lado os CF precisam, inicialmente, ser colonizados pelos micro-organismos para só então serem degradados possuindo, desta forma, lenta taxa de fermentação. As taxas da produção de gases dos CNF e dos CF variaram de 0,094 a 0,115 e de 0,023 a 0,035 mL g⁻¹ de MS h⁻¹, respectivamente (Tabela 3).

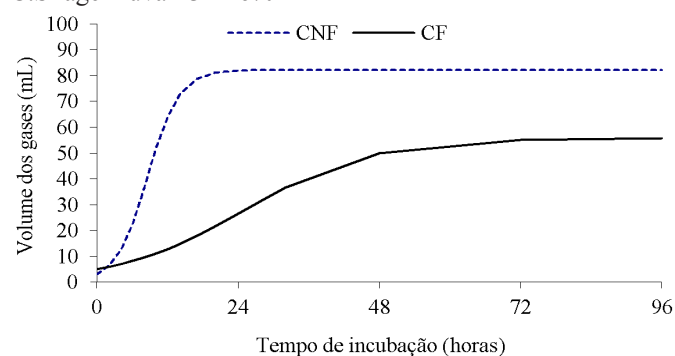
A. Silagem uva T1 - 0%



B. Silagem uva T2 - 8%



C. Silagem uva T3 - 16%



D. Silagem uva T4 - 24%

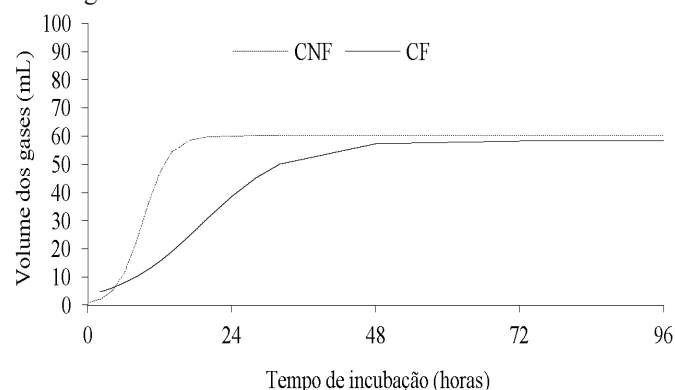


Figura 2. Curvas da produção acumulada de gases dos carboidratos não fibrosos (CNF) e dos carboidratos fibrosos (CF) das silagens de maniçoba com 0 (A), 8 (B), 16 (C) e 24% (D) de inclusão do coproduto de vitivinícola desidratado (CVD)

Figure 2. Curves of the cumulative gas production of the non-fiber carbohydrates and fiber carbohydrates of silages of 'maniçoba' with 0 (A), 8 (B), 16 (C) and 24% (D) of inclusion of dried residues of the production of wine

Tabela 3. Potencial máximo de produção de gases (A) dos carboidratos não fibrosos (CNF) e fibrosos (CF) em mL g⁻¹ de MS, taxa de produção de gases (μ) dos carboidratos não fibrosos e fibrosos em mL g⁻¹ de MS h⁻¹, potencial máximo de produção de gases dos carboidratos totais (A ct), taxa de produção de gases dos carboidratos totais (μ ct), tempo de colonização em horas e minutos (L) e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) em % das silagens de maniçoba com inclusão do coproduto de vitivinícolas desidratado (CVD)

Table 3. Maximum gas volumes (A) of the non-fiber carbohydrates and fiber carbohydrates in mL g⁻¹ of dry matter(DM), rates of gas production (μ) of the non-fiber carbohydrates and fiber carbohydrates in mL g⁻¹ of DM h⁻¹, maximum gas volumes of the total carbohydrates, rates of gas production of the total carbohydrates, lag time in hours and minutes (L) and in vitro digestibility of the dry matter (DIVMS) in % of the DM of silages of 'maniçoba' with inclusions of dried residues of the production of wine

Inclusões do CVD	A		μ		A ct	μ ct	L	R ²	DIVMS (%)
	CNF	CF	CNF	CF					
0%	96,41	62,98	0,108	0,026	159,39	0,133	4 h:40 min	0,987	53,50 a
8%	82,50	59,52	0,109	0,024	142,12	0,133	4 h:13 min	0,985	54,98 a
16%	82,31	55,94	0,094	0,023	138,26	0,117	3 h:17 min	0,990	54,26 a
24%	60,14	58,48	0,115	0,035	118,62	0,150	4 h:48 min	0,988	49,07 a

Letras iguais na coluna não inferem diferença estatística a 5% pelo teste Tukey. R² - coeficiente de determinação

O potencial máximo da produção de gases dos carboidratos totais (CNF+CF) diminuiu com o aumento da inclusão do CVD nas silagens de maniçoba. Os valores mínimo e máximo foram 118,62 e 159,39 mL g⁻¹ de MS para os níveis de 24 e 0% de inclusão, respectivamente (Tabela 3). Este resultado pode ser explicado, em parte, devido ao aumento do teor da LIG das silagens com a inclusão do CVD (Tabela 2) que pode dificultar a ação dos microorganismos ruminais sobre a parede celular e reduzir a disponibilidade do conteúdo celular à fermentação microbiana (Van Soest, 1994). Nozella (2006) descreveu valor superior para o potencial máximo de produção de gases da parte aérea da maniçoba (179,2 mL g⁻¹ de MS), diferença que pode ser explicada em função da redução dos substratos prontamente disponíveis à fermentação ruminal, em razão do processo de ensilagem, pois o autor supracitado trabalhou com a maniçoba in natura.

A menor e a maior taxa da produção de gases dos carboidratos totais em mL g⁻¹ de MS h⁻¹ foram nos níveis de 16% (0,117) e 24% (0,150) de inclusão do CVD, respectivamente (Tabela 3). Segundo Blümmel & Ørskov (1993), a taxa de fermentação e a taxa de degradação da matéria seca proporcionaram altos coeficientes de correlação com o consumo de alimento dos animais. Desta forma, a observação das taxas da produção de gases obtidas neste experimento indicaria uma superioridade relativa no valor nutricional das silagens com 24% de inclusão do CVD, haja visto que esta fração permaneceria menos tempo fermentando no rúmen e proporcionaria maiores valores de consumo. Jayme et al. (2009) e Maurício et al. (2003) relataram taxas da produção de gases de 0,073 e 0,051 mL g⁻¹ de MS h⁻¹, respectivamente, para a silagem de girassol do genótipo Rumbosol 91 e para a silagem de sorgo do genótipo BR 700.

Em relação ao tempo de colonização, o menor e o maior lag time foram para as silagens com 16% (3 h:17 min) e com 24% (4 h:48 min) de inclusão do CVD, respectivamente (Tabela 3). Campos et al. (2001) e Nogueira et al. (2006) descreveram os seguintes valores de lag time para silagens de milho, respectivamente, 2,5 e 0,82 h. Os menores tempos de colonização apresentados por esses autores para a silagem de milho, podem ser explicados pelo ao alto teor de CNF deste alimento em função da presença de grãos de milho apresentando, portanto, uma grande quantidade de energia prontamente disponível ao crescimento bacteriano necessário

para a colonização do alimento. Segundo Tomich et al. (2003) a redução no tempo de colonização é favorecida pela presença de substratos prontamente fermentáveis e por características físicas e químicas da parede celular do alimento, capazes de facilitar a colonização microbiana.

A DIVMS não apresentou diferenças significativas com a inclusão do CVD; a DIVMS das silagens com inclusão de 0, 8, 16 e 24% foi, respectivamente, 53,50, 54,98, 54,26 e 49,07% (Tabela 3). Por outro lado, Silva et al. (2011) observaram que a degradabilidade efetiva da silagem de maniçoba reduziu linearmente com a inclusão do CVD; contudo, Dantas et al. (2008) realizaram trabalho com os mesmos níveis de inclusão do CVD em silagem de maniçoba e também não observaram alterações na DIVMS, sendo os valores de 44,89, 45,71, 45,78 e 46,05, respectivamente para os tratamentos com 0, 8, 16 e 24% de CVD.

De acordo com a Figura 2A, 2B, 2C e 2D, a produção de gases provenientes da fermentação dos CF foi similar em todos os níveis de inclusão do CVD e, somente a produção de gases oriundos da fermentação da fração dos CNF foi influenciada pelos níveis de inclusão. Este comportamento da produção de gases demonstra que a FDN, representante da maior fração dos nutrientes da MS das silagens de maniçoba (Tabela 2), não teve sua degradação afetada com a inclusão do CVD sendo a diferença na produção de gases causada, basicamente, pela redução da degradação dos CNF que, em função do processo de ensilagem, não representava uma fração muito significativa da MS; desta forma, não houve redução significativa na DIVMS da silagem de maniçoba com a inclusão do CVD.

Esta redução da produção de gases sem alterar a digestibilidade da matéria seca, causada pela inclusão do CVD, pode ser uma característica benéfica da utilização deste material em silagem. Neste sentido, Russel (2002) afirmou que a perda de energia bruta dos alimentos na forma do gás metano, que compõe uma importante fração dos gases produzidos durante a fermentação ruminal, pode representar até 12% do total de energia ingerida pelos ruminantes. Assim, a inclusão do CVD poderá melhorar a eficiência da utilização da energia bruta dos alimentos pelos ruminantes com menores perdas na forma de gases e, conseqüentemente, poderá aumentar a produção animal, com menos gasto com a alimentação; além disto, reduzirá a emissão de gases do efeito estufa no meio ambiente.

CONCLUSÕES

A inclusão do coproduto de uva desidratado altera os parâmetros cinéticos da fermentação das silagens de maniçoba, reduzindo a produção de gases, sem, no entanto, causar efeitos significativos na digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

LITERATURA CITADA

- Barroso, D. D.; Araújo, G. G. L.; Silva, D. S.; Medina F. T. Resíduo desidratado de vitivinícolas associado a diferentes fontes energéticas na alimentação de ovinos: consumo e digestibilidade aparente. *Ciência Agrotécnica*, v.30, n.4, p.767-773, 2006. <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v30n4/v30n4a25.pdf>>. 21 Jan. 2011. doi:10.1590/S1413-70542006000400025.
- Blümmel, M.; Ørskov, E.R. Comparison of *in vitro* gas production and nylon degradability of roughage in predicting feed intake in cattle. *Animal Feed Science Technology*, v.40, n.2-3, p.109-119, 1993. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/037784019390150I>>. 25 Jan. 2011. doi:10.1016/0377-8401(93)90150-I.
- Campos, F. P.; Sampaio, A. A. M.; Vieira, P. F.; Bose, M. L. V. Digestibilidade *in vitro*/gás de volumosos exclusivos ou combinados avaliados pelo resíduo remanescente da digestão da matéria seca e produção de gás. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.5, p.1579-1589, 2001. <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n5/6699.pdf>>. 16 Jan. 2011. doi:10.1590/S1516-35982001000600028.
- Dantas, F. R.; Araújo, G. G. L.; Silva, D. S.; Pereira, L. G. R.; Gonzaga Neto, S.; Tosto, M. S. L. Composição química e características fermentativas de silagens de maniçoba (*Manihot* sp.) com percentuais de coproduto de vitivinícolas desidratado. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.9, n.2, p.247-257, 2008. <<http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/viewArticle/861>>. 21 Fev. 2011.
- Dimpério, A. S. Adição de diferentes níveis de farelo de palma (*Opuntia ficus* - Indica (L.) Mill) sobre a composição químico-bromatológica e estabilidade aeróbica de silagens de maniçoba (*Manihot glaziovii* Pax & Hoffman). Areia: Universidade Federal da Paraíba, 2005. 48p. Dissertação Mestrado.
- Jayme, D. G.; Gonçalves, L. C.; Maurício, R. M.; Rodrigues, J. A. S.; Rodriguez, N. M.; Borges, A. L. C. C.; Borges, I.; Saliba, E. O. S.; Pires, D. A. A.; Guimarães Júnior, R.; Jayme, C. G.; Pereira, L. G. R. Avaliação pela técnica semiautomática de produção de gases das silagens de quatro genótipos de girassol (*Helianthus annuus*) (Rumbosol 91, Victoria 627, Victoria 807 e Mycogen 93338). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.61, n.6, p.1403-1410, 2009. <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v61n6/v61n6a21.pdf>>. 18 Fev. 2011. doi:10.1590/S0102-09352009000600021.
- Maurício, R. M.; Mould, F. L.; Dhanoa, M. S. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminants feedstuff evaluation. *Animal Feed Science Technology*, v.79, n.4, p.321-330, 1999. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840199000334>>. 16 Jan. 2011. doi:10.1016/S0377-8401(99)00033-4.
- Maurício, R. M.; Pereira, L. G. R.; Gonçalves, L. C.; Rodriguez, N. M.; Martins, R. G. R.; Rodrigues, J. A. S. Potencial da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases para avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.4, p.1013-1020, 2003. <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v32n4/17881.pdf>>. 16 Fev. 2011. doi:10.1590/S1516-35982003000400029.
- Menezes, D. R.; Araújo, G. G. L.; Socorro, E. P.; Oliveira, R. L.; Bagaldo, A. R.; Silva, T. M.; Pereira, L. G. R. Níveis de uréia em dietas contendo co-produto de vitivinícolas e palma forrageira para ovinos Santa Inês. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.61, n.3, p.662-667, 2009. <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v61n3/20.pdf>>. 05 Fev. 2011. doi:10.1590/S0102-09352009000300020.
- Mertens, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 29., 1992, Lavras. Anais... Lavras: SBZ, 1992. p.188-219.
- Nogueira, U. T.; Maurício, R. M.; Gonçalves, L. C. Comparação de substratos com diferentes quantidades de carboidratos solúveis utilizando a técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.58, n.4, p.633-641, 2006. <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v58n4/a27v58n4.pdf>>. 22 Fev. 2011. doi:10.1590/S0102-09352006000400027.
- Nozella, E. F. Valor nutricional de espécies arbóreo-arbustivas nativas da caatinga e utilização de tratamentos físico-químicos para redução de teor de taninos. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2006. 99p. Tese Doutorado. <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64132/tde-11042007-112001/>>. 18 Fev. 2011.
- Pereira, E. S.; Pimentel, P. G.; Duarte, L. S.; Mizubuti, L. S.; Araújo, G. G. L.; Carneiro, M. S. S.; Regadas Filho, J. G. L.; Maia, I. S. G. Determinação das frações protéicas e de carboidratos e estimativa do valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste Brasileiro. *Semina: Ciências Agrárias*, v.31, n.4, p.1079-1094, 2010. <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/3254>>. 08 Mar. 2011.
- Russel, J. B. Rumen microbiology and its role in ruminant nutrition. Ithaca: Cornell University Press, 2002. 121p.
- Santos, M. V. F.; Lira, M. A.; Dubeux Junior, J. C. B.; Guim, A.; Mello, A. C. L.; Cunha, M. V. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, supl. especial, p.204-215, 2010. <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39sspe/23.pdf>>. 23 Fev. 2011. doi:10.1590/S1516-35982010001300023.
- Schofield, P.; Mbugua, D. M.; Pell, A. N. Analysis of condensed tannins: a review. *Animal Feed Science Technology*, v.91, n.1-2, p.21-40, 2001. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840101002280>>. 06 Jan. 2011. doi:10.1016/S0377-8401(01)00228-0.
- Schofield, P.; Pitt, R.E.; Pell, A.N. Kinetics of fiber digestion from *in vitro* gas production. *Journal of Animal Science*, v.72, n.11, p.2980-2991, 1994. <<http://www.journalofanimalscience.org/content/72/11/2980>>. 12 Jan. 2011.

- Silva, D. J.; Queiroz, A. C. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- Silva, T. M.; Araújo, G. G. L.; Oliveira, R. L.; Dantas, F. R.; Bagaldo, A. R.; Menezes, D. R.; Garcez Neto, A. F.; Ferreira, G. D. G. Degradabilidade ruminal e valor nutritivo da maniçoba ensilada com níveis do resíduo vitivinícola. *Archivos de Zootecnia*. v.60, n.229, p.93-103, 2011. <<http://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v60n229/art11.pdf>>. 13 Mar. 2011. doi:10.4321/S0004-05922011000100011.
- Sniffen, C. J.; O'connor, J. D.; Van Soest, P. S. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. *Journal of Animal Science*, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992. <<http://www.journalofanimalscience.org/content/70/11/3578>>. 18 Jan. 2011.
- Souza, E. J. O.; Guim, A.; Batista, Â. M. V.; Albuquerque, D. B.; Monteiro, C. C. F.; Zumba, E. R. F.; Torres, T. R. Comportamento ingestivo e ingestão de água em caprinos e ovinos alimentados com feno e silagem de Maniçoba. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.11, n.4, p.1056-1067, 2010. <<http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/viewArticle/1815>>. 10 Jan. 2011.
- Statistical Analysis Systems - SAS. *User's guide: Version 9.1*. Cary: 2003.
- Theodorou, M. K.; Williams, B. A.; Dhanoa, M. S.; McAllen, A. B.; France, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, v.48, n.3, p.185-197, 1994. <<http://www.journals.elsevierhealth.com/periodicals/anifee/article/PII0377840194901716>>. 12 Jan. 2011.
- Tilley, J. M. A.; Terry, R. A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal British Grassland Society*, v.18, n.2, p.104-111, 1963. <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x/pdf>>. 05 Jan. 2011. doi:10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x.
- Tomich, T. R.; Gonçalves, L. C.; Maurício, R. M.; Pereira, L. G. R.; Rodrigues, J. A. S. Composição bromatológica e cinética de fermentação ruminal de híbridos de sorgo com capim-sudão. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.55, n.6, p.747-755, 2003. <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v55n6/19381.pdf>>. 22 Feb. 2011. doi:10.1590/S0102-09352003000600012.
- Van Soest, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. Corvallis: Cornell University Press, 1994. 476p.