



**PRODUÇÃO DE METANO E DIGESTÃO DE NUTRIENTES E ENERGIA NO RÚMEN DE BOVINOS DE CORTE CONSUMINDO SILAGEM DE SORGO COM VARIAÇÃO NO TEOR DE TANINO (1)**

SIMONE GISELE DE OLIVEIRA (2), TELMA TERESINHA BERCHIELLI (3), MÁRCIO DOS SANTOS PEDREIRA (4), ODO PRIMAVESI (5), ROSA FRIGHETTO (6), MAGDA APARECIDA LIMA (6)

(1) Projeto financiado pela FAPESP

(2) Professora do Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, E-mail: sgoliveira@ufpr.br

(3) Professora do Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Jaboticabal, SP, Pesquisadora do CNPq

(4) Professor do Departamento de Tecnologia Rural e Animal, Universidade do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA

(5) Pesquisador do Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste, EMBRAPA, São Carlos, SP

(6) Pesquisadora do Centro Nacional de Pesquisas em Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental, EMBRAPA, Jaguariúna, SP

**RESUMO**

A presença de níveis moderado de tanino condensado no rúmen está relacionado a proteção da proteína fornecida na dieta pelos microrganismos ruminais, aumentando seu fluxo e absorção no intestino. Mais recentemente a redução na emissão de metano de origem ruminal vêm sendo associada a inclusão deste composto à dieta. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das dietas contendo silagem de sorgo com alta (AT) e baixa (BT) concentração de taninos, associadas à inclusão de concentrado ou uréia, sobre digestibilidade ruminal e produção de metano em bovinos de corte. Os tratamentos consistiram em silagem de sorgo BT + uréia, silagem de sorgo BT + concentrado, silagem de sorgo AT + uréia e silagem de sorgo AT + concentrado. O delineamento adotado foi o quadrado latino 4 x 4 duplicado, sendo os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 2 x 2. Com exceção da digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN), nenhum dos parâmetros de digestibilidade foram significativamente afetados pela fonte de volumoso utilizada. A inclusão de concentrado à dieta resultou em decréscimo da produção de metano (13%), quando expresso como unidade de matéria seca ingerida e redução nas perdas do gás em função da energia bruta ingerida. Acredita-se que a qualidade nutricional da dieta, representada neste trabalho pela suplementação com concentrado, é a maneira mais viável de maximizar a utilização de nutriente pelos animais, contribuindo, ainda, para menor emissão de metano.

**PALAVRAS-CHAVE**

Fermentação ruminal, gás de efeito estufa, forragem conservada, polifenóis

**METHANE EMISSION AND RUMINAL DIGESTION OF NUTRIENTS AND ENERGY IN BEEF CATTLE FED SORGHUM SILAGES WITH VARIABLE TANNIN LEVELS**

**ABSTRACT**

The presence of moderate levels of condensed tannins in the rumen is related to the protection of

dietary protein against degradation by ruminal microorganisms, increasing the flux of dietary protein to be absorbed in the intestines. A beneficial effect recently associated with tannins is the reduction in ruminal methane emission. This study evaluated the effect of diets containing sorghum silages with higher (HT) and lower tannin (LT) concentrations supplemented with concentrate or urea on ruminal digestibility and methane emission in beef cattle. Four treatments were distributed according to a 2 x 2 factorial arrangement in a duplicate 4 x 4 Latin square: LT sorghum silage + urea, LT sorghum silage + concentrate, HT sorghum silage + urea, and HT sorghum silage + concentrate. Except for rumen digested neutral detergent fiber (NDF), no digestibility parameters were significantly affected by forage source. The supplementation of the diet with concentrate resulted in decreased methane emission (13%), expressed as methane emission per kilogram of ingested dry matter, reducing gas losses as a function of gross energy intake. It is suggested that the nutritional quality of the diet, represented herein by concentrate supplementation, is the most viable alternative to maximize the utilization of nutrients by animals, contributing also to lower methane emission.

## **KEYWORDS**

Ruminal fermentation, global greenhouse gases, conserved forage, polyphenols

## **INTRODUÇÃO**

Além dos aspectos benéficos relacionados a melhor utilização da proteína pelo metabolismo animal, mais recentemente a redução da produção de metano de origem ruminal tem sido associada a presença de taninos na dieta (Woodward et al., 2001; Puchala et al., 2005). O efeito dos taninos sobre a emissão de metano pelos ruminantes não é ainda bem documentado. No entanto, tem despertado crescente interesse, tendo em vista a importante contribuição do gás para aumento do efeito estufa e, por sua vez, da produção animal para aumento da emissão de metano. Deve-se levar em conta, ainda, que a redução na produção de metano contribui para maior eficiência da produção, uma vez que reduz as perdas energéticas oriundas do metabolismo animal (Johnson e Johnson, 1995).

Fatores como ingestão de matéria seca e composição da dieta são determinantes da quantidade de metano produzido no rúmen. Johnson e Johnson (1995) relatam haver uma relação entre nível de ingestão de matéria seca e composição da dieta, em que o fornecimento de carboidratos de alta digestibilidade associado a altos níveis de ingestão podem resultar em queda na produção do gás.

Tendo em vista a importância econômica e ambiental da questão emissão de metano por ruminantes, este trabalho teve como objetivo determinar o efeito de dietas com variação no teor de tanino, associadas à suplementação ou não com concentrado (carboidratos de alta digestibilidade) sobre a digestão no rúmen e produção de metano em bovinos de corte.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizados oito novilhos Nelore castrados, com peso inicial médio de 215 kg, providos de cânulas no rúmen e no duodeno proximal. O experimento foi composto por quatro períodos de 17 dias, sendo os dez primeiros dias para adaptação dos animais, e os sete subseqüentes para coleta de dados.

Os volumosos utilizados foram as silagens de sorgo com baixa concentração de tanino (1F305) e alta concentração de tanino (BR 700). As dietas foram formuladas de forma a atender às exigências para crescimento microbiano, utilizando-se como suplemento a uréia ou concentrado à base de milho e farelo de soja. Os tratamentos consistiram em silagem de sorgo baixo tanino + uréia (SBTU), silagem de sorgo baixo tanino + concentrado (SBTC), silagem de sorgo alto tanino + uréia (SATU) e silagem de sorgo alto tanino + concentrado (SATC) (Tabela 1).

As dietas foram fornecidas uma vez ao dia, e as sobras mensuradas diariamente. A determinação do fluxo da digesta duodenal foi realizada coletando-se 500 mL de conteúdo duodenal, durante dois dias em intervalos de seis horas. O marcador utilizado para estimativa do fluxo foi o óxido crômico, fornecido em duas doses diárias (5 g) sete dias antes das coletas.

As amostras do fornecido, sobras e digesta duodenal foram analisadas para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB), amido, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina de acordo com o protocolo do Laboratório de Nutrição Animal da FCAV/Unesp. Determinou-se, ainda, a concentração de nitrogênio nos resíduos da análise de FDN e FDA para cálculo da fração de nitrogênio ligado à fibra. A hemicelulose (HEM) foi calculada pela diferença entre os teores de FDN e FDA. A energia bruta (EB) foi obtida pela combustão das amostras em bomba calorimétrica. A determinação dos taninos condensados, pelo método butanol-HCl, foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA)/USP.

O metano, proveniente da eructação do animal, foi coletado do 1º ao 5º dia do período de coleta. A metodologia utilizada para determinação da emissão de metano foi descrita por Johnson e Johnson (1995) e Primavesi et al. (2004), empregando o gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>). As coletas foram realizadas duas vezes ao dia (6h 30 min e 18h 30min). As leituras da concentração de metano e SF<sub>6</sub> foram realizadas no Centro de Pesquisa em Meio Ambiente (EMBRAPA - CPMA).

O delineamento adotado foi o quadrado latino 4 x 4 duplicado, sendo os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 2 x 2 (2 concentrações de tanino x suplementação com uréia ou concentrado). Empregaram-se os contrastes ortogonais para análise dos dados, considerando-se 5% como nível de significância. Os contrastes objetivaram avaliar o efeito da fonte de volumoso utilizado (concentração de tanino) (BTxAT - SBTU, SBTC x SATU, SATC), efeito da suplementação com concentrado na silagem de sorgo com baixa concentração de tanino (S(BT) - SBTU x SBTC) e efeito da suplementação com concentrado na silagem de sorgo com alta concentração de tanino (S(AT) - SATU x SATC).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de digestibilidade ruminal, expressos com quantidade digerida por dia (kg/d), encontram-se na Tabela 2. Com exceção da digestão ruminal da FDN (FDNDR), nenhum dos parâmetros de digestibilidade foram significativamente afetados pelo volumoso utilizado. A constatação de que a digestibilidade do amido no tratamento com silagem AT foi um pouco inferior (22%), e que a menor digestibilidade ruminal da fibra nas silagens AT apresentou valores de probabilidade significativa para FDN, e muito próximo ao considerado significativo na FDA (0,061) e HEM (0,067) (Tabela 2), indica possível efeito dos taninos sobre a digestibilidade dos carboidratos estruturais e amido. Hervás et al. (2003) observaram efeito negativo sobre a degradabilidade da FDN e FDA em amostras de cevada com adição de taninos condensados (8,3% na MS), sobrepondo o efeito sobre a fração protéica da amostra. O fornecimento de concentrado resultou em aumento no amido (AMDR) e PB (PBDR) digeridos no rúmen, redução nos valores de digestão ruminal da FDN e FDA (FDADR) e ausência de efeito na MS (MSDR), MO (MODR), HEM (HEMDR) e EB (EBDR) nas silagens BT e AT. A quantidade de MO digerida no rúmen foi numericamente superior (14%) no tratamento SBTC em relação ao SBTU (Tabela 2), em razão da maior IMS e maior disponibilidade de nutrientes, em especial PB e amido, provenientes do concentrado, uma vez que houve decréscimo na FDNDR. No entanto os valores de MODR foram muito próximos, considerando-se a suplementação com uréia ou concentrado para a silagem AT. Isso, provavelmente, é devido ao fato de que, apesar dos tratamentos SBTC e SATC apresentarem o mesmo teor de amido (33,49% e 33,96%, respectivamente) (Tabela 1), a quantidade de amido digerida foi 22% inferior para o tratamento com silagem AT.

A ingestão de matéria seca não foi afetada pelo volumoso utilizado (Tabela 2), apresentando maior valor quando se utilizou concentrado nas dietas nas silagens BT e AT.

Quanto a emissão de metano, o volumoso não demonstrou efeito quando relacionado à quantidade de MODR, AMDR e FDNDR (Tabela 3). O fornecimento de concentrado resultou em acréscimo na produção de metano nas silagens BT e AT, quando relacionado ao peso vivo e FDNDR, e redução quando expresso em função do AMDR.

Quando se relaciona com unidade ingerida por dia (g/kg de IMS), a emissão do gás, embora não

significativa estatisticamente, foi reduzida em torno de 13% nos tratamentos que apresentaram maior IMS, corroborando a afirmação realizada por O'Hara et al. (2003), na qual os autores relatam uma forte correlação negativa entre emissão de metano de origem ruminal e unidade de alimento ingerido. Woodward et al. (2001) observaram redução na emissão do gás, quando expresso por unidade de MS ingerida, em vacas de leite alimentadas com silagem de *Lotus corniculatus* (2,59% de tanino condensado na dieta) e, apesar de não haver informações mais precisas a respeito do efeito dos taninos sobre os microrganismos metanogênicos ou sua atividade, atribuem esse resultado à presença do polifenol na forragem. Puchala et al. (2005), utilizando a leguminosa *Lespeza cuneata* com alta concentração de tanino (17%), encontraram significativa redução na produção de metano em ovinos. No entanto, a produção de metano, neste trabalho, não foi afetada pela fonte de volumoso fornecida (Tabela 3).

O aumento na quantidade de carboidratos digeridos no rúmen, podendo ser fibra ou amido, possui relação direta com o decréscimo na produção de metano pelos animais, quando expressos por unidade de fração digerida (Johnson e Johnson, 1995). Essa afirmação está de acordo com os resultados encontrados no presente trabalho. Quando expresso em relação ao amido e FDN degradados no rúmen, a maior degradação dos carboidratos está associada à menor emissão de gás pelos animais (Tabela 3). Embora o aumento na digestão ruminal da MO não tenha sido significativo, a redução na produção de metano em relação à unidade de IMS (13%), observada nos tratamentos com concentrado, coincide com o aumento de 14% na quantidade de MODR.

Considerando-se as perdas energéticas na forma de emissão de metano, a silagem BT com suplementação com concentrado propiciou redução no valor quando expresso como ingestão de energia bruta (IEB), demonstrando maior eficiência na utilização da energia quando se suplementou as dietas com concentrado (Tabela 3). A porcentagem de perda energética expressa como EBDR não foi alterada pela concentração de taninos ou suplementação.

## CONCLUSÕES

A inclusão de concentrado à dieta propiciou aumento na eficiência de utilização da energia, refletida pela menor perda de metano em relação à ingestão de energia bruta. A presença de taninos nos volumosos, em razão da baixa concentração observada, não apresentou efeito consistente sobre os parâmetros avaliados, indicando apenas possível efeito sobre a digestibilidade da fibra no rúmen.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HERVÁS, G.; FRUTOS, P.; GIRÁLDEZ, F.J.; MANTECÓN, A.R.; DEL PINO, M.C.A. Effect of different doses of quebracho tannins extract on rumen fermentation in ewes. *Animal Feed Science and Technology*, v.109, n.1-4, p.65-78, 2003.
- JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, v.73, n.8, p.2483-2492, 1995.
- O'HARA, P.; FRENEY, J.; ULYATT, M. Abatement of agricultural non-carbon dioxide greenhouse gas emissions: a study of research requirements. Report prepared for the Ministry of Agriculture and Forestry on Behalf of the Convenor, Ministerial Group on Climate Change, the Minister of Agriculture and the Primary Industries Council. New Zealand: Crown Copyright - Ministry of Agriculture and Forestry, 2003. 170p. Disponível em: <[www.maf.govt.nz/publications](http://www.maf.govt.nz/publications)>. Acesso em: 01 mar. 2004.
- PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R.T.S.; PEDREIRA, M.P. et al. Técnica do gás traçador SF<sub>6</sub> para medição de campo do metano ruminal em bovinos: adaptações para o Brasil. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste. Documento 39, 2004. CD-ROM.
- PUCHALA, R.; MIN, B.R.; GOETSCH, A.L.; SAHLU, T. The effect of a condensed tannin-containing forage on methane emission by goats. *Journal of Animal Science*, v.83, n.1, p.182-186, 2005.
- WOODWARD, S.L.; WAGHORN, G.C.; ULYATT, M.J.; LASSEY, K.R. Early indications that feeding *Lotus* will reduce methane emissions from ruminants. In: THE NEW ZEALAND SOCIETY OF ANIMAL

PRODUCTION, 2001, Adelaide. Proceedings... Adelaide: ACIAR, 2001. p.23-26.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Ingredientes (%)	Tratamentos			
	SBTU	SBTC	SATU	SATC
Silagem de sorgo baixo tanino	98,85	40,00	-	-
Silagem de sorgo alto tanino	-	-	98,85	40,00
Milho	-	39,60	-	39,60
Farelo de soja	-	20,40	-	20,40
Uréia	1,15	-	1,15	-
Nutrientes (%)				
MS	38,71	69,01	37,06	68,34
			% MS	
MO	92,34	95,40	93,14	95,72
PB	11,57	17,76	11,68	17,80
FDN	56,43	36,31	54,11	35,38
FDA	28,05	13,34	26,93	12,88
Amido	14,42	33,49	15,46	33,96
NIDN/N	18,98	17,06	24,67	19,36
NIDA/N	8,37	5,03	13,16	6,97
Lignina	1,61	1,73	2,42	2,06

SBTU - Silagem de sorgo baixo tanino + uréia; SBTC - Silagem de sorgo baixo tanino + concentrado; SATU - Silagem de sorgo alto tanino + uréia; SATC - Silagem de sorgo alto tanino + concentrado.

MS - Matéria seca; MO - Matéria orgânica; PB - Proteína bruta; FDN - Fibra em detergente neutro; FDA - Fibra em detergente ácido; NIDN/N - Nitrogênio insolúvel em detergente neutro (% do nitrogênio total); NIDA/N - Nitrogênio insolúvel em detergente ácido (% do nitrogênio total).

Tabela 2. Digestão ruminal em bovinos alimentados com dietas variando no teor de tanino com e sem suplementação de concentrado

Parâmetros	Tratamentos				CV (%)	Contrastes		
	SBTU	SBTC	SATU	SATC		BTxAT	S(BT)	S(AT)
Ingestão MS (kg/d)	3,50	5,82	3,72	5,83	12,59	0,584	<0,001	<0,001
	Digestibilidade ruminal (kg/d)							
MS	1,78	1,94	1,59	1,78	29,41	0,291	0,559	0,670
MO	1,85	2,11	1,73	1,79	26,55	0,237	0,313	0,791
PB	0,15	0,34	0,11	0,29	32,38	0,073	<0,001	0,001
FDN	1,33	0,99	1,13	0,83	20,13	0,036	0,009	0,019
FDA	0,57	0,27	0,44	0,26	25,75	0,061	<0,001	0,004
HEM	0,76	0,72	0,69	0,62	17,55	0,067	0,510	0,306
Amido	0,33	0,96	0,37	0,79	35,83	0,277	<0,001	0,010
EB (Mcal/d)	8,28	9,66	7,51	8,16	28,18	0,199	0,264	0,594

SBTU - Silagem de sorgo baixo tanino + uréia; SBTC - Silagem de sorgo baixo tanino + concentrado; SATU - Silagem de sorgo alto tanino + uréia; SATC - Silagem de sorgo alto tanino + concentrado.

MS - Matéria seca; MO - Matéria orgânica; PB - Proteína bruta; FDN - Fibra em detergente neutro; FDA - Fibra em detergente ácido; HEM - Hemicelulose; EB - Energia bruta.

CV - Coeficiente de variação.

BTxAT - SBTU, SBTC x SATU, SATC; S(BT) - SBTU x SBTC; S(AT) - SATU x SATC.

P - Probabilidade.

Tabela 3. Produção de metano e perdas energéticas na forma de metano de bovinos alimentados com dietas variando no teor de tanino com e sem suplementação de concentrado

Parâmetros	Tratamentos				CV (%)	Contrastes		
	SBTU	SBTC	SATU	SATC		BTxAT	S(BT)	S(AT)
Produção de metano (g/kg)						P		
g/d	49,52	66,63	49,27	70,44	14,45	0,566	0,002	<0,001
g/IMS	14,02	11,66	12,73	11,62	13,02	0,272	0,135	0,198
g/kg PV	0,22	0,31	0,22	0,32	14,96	0,607	0,001	<0,001
g/MODR	26,90	32,86	28,29	40,03	36,39	0,313	0,325	0,077
g/AMDR	138,20	75,75	132,42	104,62	16,44	0,107	<0,001	0,016
g/FDNDR	37,00	68,22	42,79	77,67	27,54	0,152	0,002	<0,001
Perda de energia (%)								
IEB	4,25	3,39	3,83	3,36	12,84	0,207	0,004	0,072
EBDR	8,05	9,50	8,59	12,00	41,70	0,304	0,478	0,128

SBTU - Silagem de sorgo baixo tanino + uréia; SBTC - Silagem de sorgo baixo tanino + concentrado; SATU - Silagem de sorgo alto tanino + uréia; SATC - Silagem de sorgo alto tanino + concentrado.

IMS - Ingestão de matéria seca; MODR - Matéria orgânica digestível no rúmen; AMDR - Amido digestível no rúmen; FDNDR - Fibra em detergente neutro digestível no rúmen; IEB - Ingestão de energia bruta; EBDR - Energia bruta digestível no rúmen.

CV - Coeficiente de variação.

BTxAT - SBTU, SBTC x SATU, SATC; S(BT) - SBTU x SBTC; S(AT) - SATU x SATC.

P - Probabilidade.