

Degradação ruminal e síntese de proteína microbiana em bovinos alimentados com silagem de sorgo contendo tanino suplementado com concentrado ou uréia

Simone Gisele de Oliveira^{1*}, Telma Teresinha Berchielli², Márcio dos Santos Pedreira³, Juliano José de Resende Fernandes⁴ e Alexandre Vaz Pires⁵

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, 80035-050, Curitiba, Paraná, Brasil.

²Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ³Departamento de Tecnologia Rural e Animal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, Bahia, Brasil. ⁴Departamento de Produção Animal, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil. ⁵Departamento de Zootecnia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: sgoliveira@ufpr.br

RESUMO. Determinaram-se a degradabilidade ruminal da matéria seca (MS) e a fibra em detergente neutro (FDN) e a eficiência de síntese de proteína microbiana em animais que consomem dietas contendo silagem de sorgo com diferentes teores de tanino. A degradação *in situ* foi avaliada por meio da incubação ruminal de silagens de sorgo contendo nível 1 (N1) e nível 2 (N2) de tanino por 0, 6, 24, 48 e 96h. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 4 x 4 duplicado. Os valores de degradabilidade potencial (DP) da MS foram semelhantes entre as silagens, enquanto a degradabilidade efetiva (DE) nas silagens foi reduzida ao adicionar concentrado à dieta. O fluxo de nitrogênio microbiano e a eficiência de síntese de proteína microbiana não foram afetados pela fonte de volumoso. Houve maior eficiência de síntese, expressa em relação à matéria orgânica e energia bruta digeridas no rúmen, nas dietas com silagem N1, quando as dietas foram suplementadas com concentrado. Não foi possível estabelecer relação consistente entre a presença de taninos e os parâmetros de degradação ruminal.

Palavras-chave: degradabilidade, forragem conservada, polifenóis.

ABSTRACT. **Ruminal degradability and microbial protein synthesis in cattle fed sorghum silages with tannin supplemented with concentrate or urea.** This work aimed to determine ruminal parameters of dry mater (DM), neutral detergent fiber (NDF) and protein synthesis in the rumen of animals fed diets based on sorghum with different tannin levels. *In situ* degradation was evaluated by rumen incubation of level 1 (L1) and level 2 (L2) sorghum silages during 0, 6, 24, 48 and 96 hours. A duplicated 4 x 4 Latin Square was used. Potential degradability (PD) of DM was similar among silages, whereas the effective degradability (ED) decreased when the diets were supplemented with concentrate. Microbial nitrogen flux and microbial synthesis efficiency were not affected by roughage source. The synthesis efficiency, expressed in organic matter and crude protein digested in rumen, was higher in L1 tannin diets supplemented with concentrate. There was not relationship between the presence of tannins and the parameters of ruminal degradation.

Key words: degradability, conserved forage, polyphenols.

Introdução

Os taninos são polifenóis de composição variável, agrupados como condensados e hidrolisáveis, que possuem em comum a propriedade de ligar-se a macromoléculas (proteínas e carboidratos), podendo reduzir a disponibilidade de nutrientes para o metabolismo (MAKKAR, 2003).

Os efeitos dos taninos sobre o processo de digestão resultam, principalmente, da sua concentração e estrutura. Concentrações em torno de 3 a 4% da matéria seca, segundo Barry e McNabb (1999), ao avaliarem leguminosas, podem aumentar a absorção

intestinal de aminoácidos, enquanto o fornecimento de doses maiores (6 a 12% na MS) pode causar depressão do consumo e redução na eficiência do processo digestivo (FRUTOS et al., 2002).

A presença de teores moderados de taninos condensados no rúmen está relacionada à proteção da proteína da dieta contra a degradação pelos microrganismos ruminais, aumentando o fluxo de proteína para absorção no intestino (MIN et al., 2003; MUETZEL; BECKER, 2006). Segundo Makkar (2003), além da proteção contra degradação da proteína ruminal, o efeito benéfico dos taninos pode estender-se acarretando maior eficiência de síntese de

proteína microbiana, causada pelo maior sincronismo na liberação de nutrientes no rúmen (fonte de energia e nitrogênio), maximizando a produção de proteína pelos micro-organismos. A produção de proteína microbiana *in vitro*, determinada por Mbugua et al. (2005), aumentou quando a proantocianidina (tanino condensado) estava presente em pequena concentração, quando comparada aos tratamentos com ausência ou alta concentração de taninos.

Entre os volumosos mais comumente fornecidos para ruminantes, determinados híbridos de sorgo caracterizam-se por possuir taninos em sua composição, representados, basicamente, por taninos condensados (JANSMAN, 1993), os quais, aparentemente, não sofrem degradação no rúmen (ODENYO et al., 2001). Molina et al. (2003), ao avaliarem silagens de seis genótipos de sorgo, observaram efeito dos taninos apenas sobre a degradabilidade potencial da matéria seca, não encontrando relação entre a concentração do polifenol e o desaparecimento da fração proteica. Campos et al. (2003a) associaram a presença de tanino à redução na degradação ruminal da matéria seca e proteína em silagens de sorgo.

Segundo Jones et al. (1994), alguns micro-organismos possuem atividade de colonização de partículas reduzida na presença do tanino, o que sugere seu efeito, direto ou indireto, sobre a atividade microbiana. Dessa forma, podem alterar o processo digestivo no rúmen. Min et al. (2005) encontraram redução da taxa de proteólise e inibição no crescimento dos micro-organismos proteolíticos no rúmen em experimento *in vitro*, quando a proteína ribulose-1,5-bisfosfatase carboxilase (Rubisco) foi incubada com tanino condensado extraído de *Lotus corniculatus*. Os autores citam que, como consequência, pode-se obter redução na atividade de degradação da proteína, diminuição de algumas populações de bactérias e aumento no fluxo de proteína não-degradada para o abomaso.

Os efeitos causados pela presença de tanino nos alimentos são doses dependentes, devendo-se também levar em consideração a composição da dieta fornecida, o tipo de tanino e sua estrutura, apesar de não estar ainda bem esclarecido de que forma as diferentes estruturas ou composição dos monômeros afetam sua atividade biológica (MUPANGWA et al., 2000; MAKKAR, 2003). Rakhmani et al. (2005), avaliando degradabilidade da MS e nitrogênio de *Calliandra calothyrsus* com variação no teor e composição de taninos condensados, não observaram correlação entre o teor de tanino e a digestibilidade *in situ*. No entanto, os oligômeros flavonóis e flavonóis glicosídeos, componentes dos taninos, foram negativamente

correlacionados com a digestão microbiana, confirmando o efeito da estrutura e composição dos taninos sobre o metabolismo animal.

Tendo em vista o potencial de utilização da cultura de sorgo na alimentação de ruminantes (CHIESA et al., 2008) e a demanda por resultados que esclareçam de que forma os taninos podem afetar o aproveitamento de nutrientes, objetivou-se avaliar a cinética de degradação ruminal da matéria seca e da fibra em detergente neutro das silagens de híbridos de sorgo e a eficiência de síntese de proteína microbiana no rúmen, em bovinos de corte, a partir do fornecimento de dietas baseadas em silagens de sorgo com variação no teor de taninos associadas à suplementação ou não com concentrado (carboidratos de alta digestibilidade).

Material e métodos

Utilizaram-se oito novilhos castrados da raça Nelore, com peso inicial médio de 215 kg, submetidos à intervenção cirúrgica para implantação de cânulas no rúmen e duodeno proximal. O experimento foi composto por quatro períodos de 14 dias, utilizando-se os dez primeiros dias para adaptação dos animais às dietas e os quatro subsequentes para coleta de dados. Os animais foram mantidos em baias individuais, semicobertas, com cochos para alimentação e bebedouro.

Foram avaliados híbridos de silagem de sorgo com diferentes teores de tanino, representados pelos híbridos 1F305 (nível 1) e BR 700 (nível 2) (Tabela 1).

Tabela 1. Características dos volumosos fornecidos para bovinos de corte.

Table 1. Characteristics of forage fed to beef cattle.

Características Characteristics	Silagem de sorgo (1F305)	Silagem de sorgo (BR 700)
	<i>Sorghum silage</i>	<i>Sorghum silage</i>
MS (%)	32,97	35,15
DM (%)		% MS % DM
MO	93,42	94,22
OM		
PB	8,43	8,53
CP		
FDN	57,09	54,74
NDF		
FDA	28,38	27,24
ADF		
NIDN N ⁻¹	19,20	24,89
NDIN N ⁻¹		
NIDA N ⁻¹	8,47	13,31
ADIN N ⁻¹		
Lignina	1,63	2,45
Lignin		
Tanino condensado	0,02	0,10
Condensed tannin		

MS = Matéria seca; MO = Matéria orgânica; PB = Proteína bruta; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; NIDN N⁻¹ = Nitrogênio insolúvel em detergente neutro (% nitrogênio total); NIDA N⁻¹ = Nitrogênio insolúvel em detergente ácido (% nitrogênio total).
DM = Dry matter; OM = Organic matter; CP = Crude protein; NDF = Neutral detergent fiber; ADF = Acid detergent fiber; NDIN N⁻¹ = Neutral detergent insoluble nitrogen (% total nitrogen); ADIN N⁻¹ = Acid detergent insoluble nitrogen (% total nitrogen).

As dietas fornecidas para os animais consistiram em silagem de sorgo nível 1 de tanino com ureia (N1 + U), silagem de sorgo nível 1 com concentrado (N1 + C), silagem de sorgo nível 2 de tanino com ureia (N2 + U) e silagem de sorgo nível 2 de tanino com concentrado (N2 + C) (Tabela 2).

Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais fornecidas para bovinos de corte.

Table 2. Proportion of ingredients and chemical composition of experimental diets fed to beef cattle.

Ingredientes (% MS)	Tratamentos			
	N1 + U	N1 + C	N2 + U	N2 + C
<i>Ingredients (%DM)</i>	<i>L1 + U</i>	<i>L1 + C</i>	<i>L2 + U</i>	<i>L2 + C</i>
Silagem de sorgo (nível 1 de tanino)	98,85	40,00	-	-
<i>Sorghum silage (level 1 of tannin)</i>				
Silagem de sorgo (nível 2 de tanino)	-	-	98,85	40,00
<i>Sorghum silage (level 2 of tannin)</i>				
Milho	-	39,60	-	39,60
<i>Corn</i>				
Farelo de soja	-	20,40	-	20,40
<i>Soybean meal</i>				
Ureia	1,15	-	1,15	-
<i>Urea</i>				
Nutrientes				
<i>Nutrients</i>				
MS (%)	38,71	69,01	37,06	68,34
DM (%)				
		% MS		
		% DM		
MO	92,34	95,40	93,14	95,72
OM				
PB	11,57	17,76	11,68	17,80
CP				
FDN	56,43	36,31	54,11	35,38
NDF				
FDA	28,05	13,34	26,93	12,88
ADF				
NIDN N ⁻¹	18,98	17,06	24,67	19,36
NDIN N ⁻¹				
NIDA N ⁻¹	8,37	5,03	13,16	6,97
ADIN N ⁻¹				
Lignina	1,61	1,73	2,42	2,06
<i>Lignin</i>				

N1 + U = Silagem de sorgo nível 1 de tanino + ureia; N1 + C = Silagem de sorgo nível 1 de tanino + concentrado; N2 + U = Silagem de sorgo nível 2 de tanino + ureia; N2 + C = Silagem de sorgo nível 2 de tanino + concentrado; MS = Matéria seca; MO = Matéria orgânica; PB = Proteína bruta; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; NIDN N⁻¹ = Nitrogênio insolúvel em detergente neutro (% nitrogênio total); NIDA N⁻¹ = Nitrogênio insolúvel em detergente ácido (% nitrogênio total).

L1 + U = *Sorghum silage level 1 of tannin + urea*; L1 + C = *Sorghum silage level 1 of tannin + concentrate*; L2 + U = *Sorghum silage level 2 of tannin + urea*; L2 + C = *Sorghum silage level 2 of tannin + concentrate*; DM = Dry matter, OM = Organic matter, CP = Crude protein, NDF = Neutral detergent fiber, ADF = Acid detergent fiber, NDIN N⁻¹ = Neutral detergent insoluble nitrogen (% total nitrogen); ADIN N⁻¹ = Acid detergent insoluble nitrogen (% total nitrogen).

A dieta foi fornecida uma vez ao dia, às 8h, e as sobras mensuradas diariamente, durante o período de coleta, para determinação do consumo de matéria seca. Amostras do fornecido e sobras foram analisadas para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB), de acordo com AOAC (1990); fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina, segundo Silva (2002). As análises de FDN foram realizadas com adição de α -amilase termoestável e sulfito de sódio. Avaliou-se, ainda, a concentração de nitrogênio nos resíduos da análise de FDN e FDA para cálculo da fração de nitrogênio ligado à fibra.

A avaliação da concentração do tanino condensado nas silagens pelo método butanol-HCl, com base no trabalho de Porter et al. (1986), foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) – USP.

Avaliou-se a cinética de degradação por meio da incubação das silagens de sorgo com diferentes concentrações de tanino no rúmen dos animais, de acordo com a dieta que estavam recebendo. Os volumosos foram moídos em moinhos com peneira com crivos de 5 mm de diâmetro e acondicionados em bolsas de tecido de náilon com dimensões de 7 x 14 cm e diâmetro de poros de 50 μ m, contendo 5 g de amostra, incubados em duplicata. Os tempos adotados para permanência das amostras no rúmen foram de 0, 6, 24, 48 e 96h. O tempo 0, para obtenção da fração solúvel, foi obtido incubando-se as bolsas de náilon com as amostras no rúmen de cada animal, em torno de 5 min. O material foi introduzido no rúmen em uma sequência reversa, ou seja, iniciando pelo tempo de 96h para que fossem removidos todos de uma só vez, de forma a reduzir a interferência sobre o processo fermentativo. Após 96h, todo o material foi retirado do rúmen e lavado em água corrente até que a água se tornasse transparente. Após secagem em estufa com ventilação forçada a 55°C, por 72h, procedeu-se às análises de MS e FDN, como descrito anteriormente.

A degradabilidade potencial (DP) foi calculada segundo o modelo proposto por Mehrez e Ørskov (1977), sendo $DP = a + b(1 - e^{-ct})$. A soma das frações 'a' e 'b' é o material potencialmente degradável no rúmen. O modelo de Ørskov e McDonald (1979) foi utilizado para determinação da degradabilidade efetiva (DE), representada pela equação $DE = a + ((b * c) / (c + k))$. As variáveis das equações utilizadas são definidas como: a - fração solúvel (%); b - fração insolúvel potencialmente degradável (%); c - taxa constante de degradação b no tempo t (h⁻¹); k - taxa de passagem dos sólidos no rúmen (h⁻¹). Utilizaram-se taxas de passagem de 0,02 e 0,05 h⁻¹ para o cálculo da degradabilidade efetiva, sendo estes valores relacionados a animais que recebem dietas suplementadas com ureia e concentrado, respectivamente. Em todos os casos, quando o nutriente em estudo foi a fibra em detergente neutro, supôs-se a = 0.

Para avaliação da síntese de proteína microbiana no rúmen, foram coletados aproximadamente 2 kg de conteúdo ruminal, para isolamento de bactérias, 1h após a alimentação. Após cada coleta, o conteúdo

foi misturado a 1 L de solução salina, filtrado em tecido de algodão e armazenado a -20°C (CECAVA et al., 1990). A determinação do fluxo da digesta duodenal foi realizada coletando-se 500 mL de conteúdo duodenal, durante dois dias (2º e 3º dias), em intervalos de 6h. O indicador utilizado para a estimativa do fluxo foi o óxido crômico, fornecido em duas doses diárias (5 g), via cânula ruminal. A concentração de cromo na digesta duodenal foi determinada de acordo com Williams et al. (1962).

As amostras de líquido ruminal e duodenal foram analisadas para avaliação dos teores de MS, MO e PB, de acordo com a AOAC (1990). Realizou-se, ainda, análise de energia bruta (EB) nas amostras do fornecido, sobras e digesta duodenal, em uma bomba calorimétrica, para posterior determinação da energia aparente digestível no rúmen. Para a estimativa da biomassa de micro-organismos nas amostras do fluido ruminal e da digesta duodenal, foram utilizadas as bases púricas como indicadores microbianos, sendo quantificadas segundo descrito por Ushida et al. (1985). A eficiência de síntese microbiana foi expressa em g de nitrogênio (N) microbiano kg⁻¹ de matéria orgânica aparentemente degradada no rúmen e em g de N microbiano Mcal⁻¹ de energia aparente digestível no rúmen.

O delineamento utilizado foi o quadrado latino 4 x 4 duplicado. Empregaram-se os contrastes ortogonais para análise dos dados, considerando-se 5% como nível de significância, e utilizou-se o programa estatístico SAS (1991). Os contrastes objetivaram avaliar o efeito da fonte de volumoso utilizado (concentração de tanino) (N1 x N2 – N1 + U, N1 + C x N2 + U, N2 + C), efeito da suplementação com concentrado ou ureia na silagem de sorgo com nível 1 de tanino (S(N1) – N1 + U x N1 + C) e efeito da suplementação com concentrado ou ureia na silagem de sorgo com nível 2 de tanino (S(N2) – N2 + U x N2 + C).

Resultados e discussão

Os volumosos avaliados neste trabalho apresentaram teores reduzidos de taninos condensados, encontrando-se valores de 0,02 e 0,10% para as silagens de sorgo com os níveis 1 e 2 de tanino, respectivamente (Tabela 1). Considerando-se que os taninos se concentram em sua maior parte nos grãos, a análise realizada na planta inteira pode ter causado efeito de diluição dos taninos presentes nos grãos, o que se associa à possível ação do processo fermentativo da silagem modificando a estrutura e reatividade dos taninos (OSMAN, 2004).

A fração solúvel (a) da MS nas silagens de sorgo com maior concentração de tanino foi superior em relação às silagens com menor concentração (Tabela 3). Não houve efeito do volumoso ou suplemento sobre a fração insolúvel potencialmente degradável (b), sua taxa de degradação (c) e a concentração da fração do resíduo não-digerido (I).

Tabela 3. Parâmetros de degradação ruminal da matéria seca das silagens de sorgo no rúmen de bovinos alimentados com dietas contendo teor variado de tanino, com e sem suplementação de concentrado.

Table 3. Dry matter ruminal degradability of sorghum silage in the rumen of cattle feed diets with variable tannin concentrations supplemented or not with concentrate.

Parâmetros Parameters	Tratamentos Treatments				CV (%)	Contrastes Contrasts		
	N1 + UN1 L1 + U	N1 + CN2 L1 + C	N2 + UN2 L2 + U	N2 + C L2 + C		N1 x N2 L1 x L2	S(N1) S(L1)	S(N2) S(L2)
Volumosos Forage								
	N1 L1	N1 L1	N2 L2	N2 L2		P		
a (%)	26,75	27,70	33,30	31,90	7,54	0,003	0,572	0,413
b (%)	43,03	43,85	40,00	39,36	10,85	0,146	0,804	0,848
I (%)	30,23	28,45	26,70	28,75	10,95	0,342	0,451	0,391
c (h ⁻¹)	0,031	0,029	0,029	0,037	42,73	0,685	0,820	0,410
DP (%)	69,77	71,55	73,30	71,25	4,37	0,342	0,451	0,391
PD, %								
DE (%)	53,01	43,82	56,91	48,71	8,71	0,137	0,027	0,039
ED, %								

N1 + U = Silagem de sorgo nível 1 de tanino + ureia; N1 + C = Silagem de sorgo nível 1 de tanino + concentrado; N2 + U = Silagem de sorgo nível 2 de tanino + ureia; N2 + C = Silagem de sorgo nível 2 de tanino + concentrado; a = Fração solúvel; b = Fração insolúvel potencialmente degradável; I = Fração do resíduo não-digerido; c = Taxa de degradação de b; DP = Degradabilidade potencial; DE = Degradabilidade efetiva; CV = Coeficiente de variação; P = Probabilidade; N1 x N2 = N1 + U, N1 + C x N2 + U, N2 + C; S(N1) = N1 + U x N1 + C; S(N2) = N2 + U x N2 + C.

L1 + U = Sorghum silage level 1 of tannin + urea; L1 + C = Sorghum silage level 1 of tannin + concentrate; L2 + U = Sorghum silage level 2 of tannin + urea; L2 + C = Sorghum silage level 2 of tannin + concentrate; a = Soluble fraction; b = Insoluble fraction potentially degradable; I = Non-degradable fraction; c = Degradation rate of b; PD = Potential degradability; ED = Effective degradability; CV = Coefficient of variation; P = Probability values; L1 x L2 = L1 + U, L1 + C x L2 + U, L2 + C; S(L1) = L1 + U x L1 + C; S(L2) = L2 + U x L2 + C.

Os valores de degradabilidade potencial (DP) da MS não diferenciaram entre as silagens de sorgo, com ou sem adição de concentrado à dieta. A DP da silagem com maior concentração de tanino ficou abaixo do valor encontrado por Molina et al. (2003) (74,6%). A adição de concentrado à dieta resultou em redução nos valores de DE da MS nas silagens, mesmo comportamento observado na degradação da FDN, ocasionado, possivelmente, pelo aumento na taxa de passagem da dieta pelo rúmen.

Considerando-se a degradabilidade da FDN, os valores de b, I e c, independentemente da fonte de volumoso ou suplemento utilizado, não apresentaram diferença (Tabela 4). Os valores de DE nas silagens dos diferentes híbridos foram reduzidos quando se adicionou concentrado à dieta, embora o resultado tenha apresentado significância estatística apenas na silagem com menor concentração de tanino.

Tabela 4. Parâmetros de degradação ruminal da fibra em detergente neutro das silagens de sorgo no rúmen de bovinos alimentados com dietas contendo teor variado de tanino, com e sem suplementação de concentrado.

Table 4. Neutral detergent fiber ruminal degradability of sorghum silage in the rumen of cattle feed diets with variable tannin concentrations supplemented or not with concentrate.

Parâmetros Parameters	Tratamentos Treatments				CV (%)	Contrastes Contrasts		
	N1 + U L1+U	N1 + C L1+C	N2 + U L2+U	N2 + C L2+C		N1 x N2 L1xL2	S(N1) S(L1)	S(N2) S(L2)
Volumosos Forage								
	N1 L1	N1 L1	N2 L2	N2 L2		P		
b (%)	65,92	60,83	63,91	61,33	8,83	0,795	0,243	0,535
I (%)	34,08	39,17	36,09	38,67	15,03	0,795	0,243	0,535
c (h ⁻¹)	0,028	0,030	0,018	0,032	41,15	0,495	0,780	0,140
DP (%)	65,92	60,83	63,91	61,33	8,83	0,795	0,243	0,535
PD, %								
DE (%)	38,43	22,93	30,59	23,83	18,86	0,168	0,008	0,197
ED, %								

N1 + U = Silagem de sorgo nível 1 de tanino + ureia; N1 + C = Silagem de sorgo nível 1 de tanino + concentrado; N2 + U = Silagem de sorgo nível 2 de tanino + ureia; N2 + C = Silagem de sorgo nível 2 de tanino + concentrado; b = Fração insolúvel potencialmente degradável; I = Fração do resíduo não-digerido; c = Taxa de degradação de b; DP = Degradabilidade potencial; DE = Degradabilidade efetiva; CV = Coeficiente de variação; P = Probabilidade; N1 x N2 = N1 + U, N1 + C x N2 + U, N2 + C; S(N1) = N1 + U x N1 + C; S(N2) = N2 + U x N2 + C.

L1 + U = Sorghum silage level 1 of tannin + urea; L1+C = Sorghum silage level 1 of tannin + concentrate; L2 + U = Sorghum silage level 2 of tannin + urea; L2 + C = Sorghum silage level 2 of tannin + concentrate; a = Soluble fraction; b = Insoluble fraction potentially degradable; I = Non-degradable fraction; c = Degradation rate of b; DP = Potential degradability; ED = Effective degradability; CV = Coefficient of variation. P = Probability values; L1 x L2 = L1 + U, L1 + C x L2 + U, L2 + C; S(L1) = L1 + U x L1 + C; S(L2) = L2 + U x L2 + C.

Os dados de degradabilidade da MS e FDN encontrados neste trabalho contrariam os observados por Campos et al. (2003a). Estes autores relatam redução na degradabilidade ruminal da MS e aumento na degradabilidade da FDN (CAMPOS et al., 2003b), em amostras de silagem de sorgo decorrente da presença de tanino. É importante caracterizar, entretanto, que os trabalhos encontrados na literatura relacionam os resultados apenas à presença ou ausência de taninos, não fazendo menção quanto ao teor presente nas amostras.

O principal efeito associado à presença de taninos na dieta é, normalmente, a redução da digestibilidade da fração proteica. No entanto, Hervás et al. (2003), em dietas com concentração média de 8,3% de tanino condensado na matéria seca, observaram efeito negativo sobre a degradabilidade da FDN e FDA em amostras de cevada, sobrepondo o efeito sobre a fração proteica da amostra.

McSweeney et al. (2001) relatam redução da digestibilidade ruminal da fibra em animais consumindo leguminosas que contêm tanino condensado (6,0 a 9,5% na matéria seca). Os autores citam que a redução pode ser proveniente da complexação com a lignocelulose, evitando digestão microbiana, ou da ação direta sobre micro-organismos celulolíticos. A concentração de tanino no presente trabalho foi bastante inferior à utilizada por Hervás et al. (2003) e McSweeney et al. (2001), embora se tenha observado que a DE da FDN das

silagens com nível 2 de tanino, em dietas com adição de ureia, tenha sido numericamente inferior (25,6%) aos valores observados nas silagens com nível 1 de tanino (Tabela 4). Tendo em vista a baixa concentração de tanino dos volumosos e avaliando a composição química das silagens dos híbridos de sorgo (Tabela 1), acredita-se que o maior teor de lignina da silagem com nível 2 de tanino pode justificar os menores valores de degradação da FDN encontrados.

A fonte de volumoso utilizada não afetou a ingestão de matéria seca (IMS), a ingestão de nitrogênio (IN) ou as quantidades de matéria orgânica (MODR) e energia (EDR) digeridas no rúmen (Tabela 5). Houve maior IMS e IN em dietas com suplementação com concentrado. O fluxo para o duodeno de MO e nitrogênio microbiano foram também acrescidos nos animais consumindo dietas com concentrado, embora não tenham ocorrido diferenças em relação ao volumoso avaliado. Houve maior eficiência de síntese, expressa em função da quantidade de MODR ou EDR, quando as dietas foram suplementadas com concentrado, embora os resultados tenham apresentado significância apenas para o tratamento com baixa concentração de tanino (Tabela 5).

Tabela 5. Eficiência de síntese de proteína microbiana em bovinos alimentados com dietas contendo teor variado de tanino, com e sem suplementação de concentrado.

Table 5. Microbial synthesis efficiency in cattle feed sorghum silages with variable tannin concentrations supplemented or not with concentrate.

Parâmetros Parameters	Tratamentos Treatments				CV (%)	Contrastes Contrasts		
	N1+U L1+U	N1+C L1+C	N2+U L2+U	N2+C L2+C		N1xN2 L1xL2	S(N1) S(L1)	S(N2) S(L2)
IMS (kg dia ⁻¹)	3,50	5,82	3,72	5,83	12,59	0,584	< 0,001	< 0,001
DMI (kg day ⁻¹)								
IN (g dia ⁻¹)	64,57	165,44	69,04	165,39	16,20	0,745	< 0,001	< 0,001
NI (kg day ⁻¹)								
MODR (kg dia ⁻¹)	1,85	2,11	1,73	1,79	26,55	0,237	0,313	0,792
OMDR (kg day ⁻¹)								
EDR (Mcal dia ⁻¹)	8,28	9,66	7,51	8,16	28,18	0,199	0,264	0,594
EDR (Mcal day ⁻¹)								
Fluxo para o Duodeno Duodenal flows								
MO (kg dia ⁻¹)	1,39	3,45	1,75	3,81	29,40	0,209	< 0,001	< 0,001
OM (kg day ⁻¹)								
NM (g dia ⁻¹)	54,46	123,24	69,97	125,68	28,04	0,356	0,002	0,015
MN (g day ⁻¹)								
Eficiência de síntese microbiana Microbial synthesis efficiency								
ESMODR (g kg ⁻¹)	30,95	58,41	40,16	53,02	39,62	0,681	0,025	0,247
OMDR (g kg ⁻¹)								
ESEDR (g Mcal ⁻¹)	7,13	12,61	9,20	11,90	38,95	0,633	0,033	0,288
EDR (g Mcal ⁻¹)								

N1 + U = Silagem de sorgo nível 1 de tanino + ureia; N1 + C = Silagem de sorgo nível 1 de tanino + concentrado; N2 + U = Silagem de sorgo nível 2 de tanino + ureia; N2 + C = Silagem de sorgo nível 2 de tanino + concentrado; IMS = Ingestão de matéria seca; IN = Ingestão de nitrogênio; MODR = Matéria orgânica digerida no rúmen; EDR = Energia digerida no rúmen; NM = Nitrogênio microbiano; ESMODR = Eficiência de síntese microbiana em relação à MODR; ESEDR = Eficiência de síntese microbiana em relação à EDR; CV = Coeficiente de variação; P = Probabilidade; N1 x N2 = N1 + U, N1 + C x N2 + U, N2 + C; S(N1) = N1 + U x N1 + C; S(N2) = N2 + U x N2 + C.

L1 + U = Sorghum silage level 1 of tannin + urea; L1 + C = Sorghum silage level 1 of tannin + concentrate; L2 + U = Sorghum silage level 2 of tannin + urea; L2 + C = Sorghum silage level 2 of tannin + concentrate; DMI = Dry matter intake; NI = Nitrogen intake; OMDR = Organic matter digested in the rumen; EDR = Energy digested in the rumen; MN = Microbial nitrogen; CV = Coefficient of variation; P = Probability values; L1 x L2 = L1 + U, L1 + C x L2 + U, L2 + C; S(L1) = L1 + U x L1 + C; S(L2) = L2 + U x L2 + C.

No presente trabalho, o acréscimo na eficiência de síntese de proteína de origem microbiana, em relação à MO (MODR) e à energia (EDR) aparente digerida no rúmen, com a inclusão de concentrado à dieta, foi, provavelmente, decorrente da maximização do processo digestivo frente à maior quantidade de substrato rapidamente fermentável no rúmen, otimizando o crescimento dos microorganismos.

Conclusão

Não foi possível estabelecer relação consistente entre a presença de taninos e os parâmetros de degradação ruminal. Em relação à suplementação empregada, a adição de concentrado propiciou maior eficiência de síntese de proteína microbiana no rúmen.

Referências

AOAC-Association of Official Analytical Chemist. **Official methods of the Association of Official Analytical Chemist**. 15. ed. Washington, D.C., 1990. v. 1, p. 209-230.

BARRY, T. N.; McNABB, W. C. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. **British Journal of Nutrition**, v. 81, n. 4, p. 263-272, 1999.

CAMPOS, W. E.; SATURNINO, H. M.; SOUSA, B. M.; BORGES, I.; GONÇALVES, L. C.; FERREIRA, P. M.; CARVALHO, A. U. Degradabilidade *in situ* da silagem de quatro genótipos de sorgo com e sem tanino. I - Matéria seca e proteína bruta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 2, p. 209-215, 2003a.

CAMPOS, W. E.; SATURNINO, H. M.; SOUSA, B. M.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; RODRIGUES, J. A. S.; CARVALHO, A. U.; FERREIRA, P. M. Degradabilidade *in situ* da silagem de quatro genótipos de sorgo com e sem tanino. II. Fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, hemicelulose e celulose. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 4, p. 450-453, 2003b.

CECAVA, M. J.; MERCHEN, N. R.; GAY, L. C.; BERGER, L. L. Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency and isolation techniques. **Journal of Dairy Science**, v. 73, n. 9, p. 2480-2488, 1990.

CHIESA, E. D.; ARBOITTE, M. Z.; BRONDANI, I. L.; MENEZES, L. F. G.; RESTLE, J.; SANTI, M. A. M. Aspectos agrônômicos de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) no desempenho e economicidade de novilhos confinados. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 1, p. 67-73, 2008.

FRUTOS, P.; HERVÁS, G.; RAMOS, G.; GIRÁLDEZ, F. J.; MANTECÓN, A. R. Condensed tannin content of several shrub species from a mountain area in northern

Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. **Animal Feed Science and Technology**, v. 95, n. 3, p. 215-226, 2002.

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, p. 65-78, 2003.

JANSMAN, A. J. M. Tannins in feedstuffs for simple-stomached animals. **Nutrition Research Reviews**, v. 6, n. 1, p. 209-236, 1993.

JONES, G. A.; McALLISTER, T. A.; MUIR, A. D.; CHENG, K. J. Effects of sainfoin (*Onobrychus vicifolia* Scop.) condensed tannins on growth and proteolysis by four strains of ruminal bacteria. **Applied Environmental Microbiology**, v. 60, p. 1374-1378, 1994.

MAKKAR, H. P. S. Effect and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. **Small Ruminant Research**, v. 49, n. 3, p. 241-256, 2003.

MBUGUA, D. M.; PELL, A. N.; FOX, D. G.; SCHOFIELD, P. The effects of proanthocyanidins from *Calliandra calothyrsus* and the alkaloid sparteine on in vitro fiber digestion. **Animal Feed Science and Technology**, v. 121, n. 1-2, p. 89-107, 2005.

McSWEENEY, C. S.; PALMER, B.; McNEILL, D. M.; KRAUSE, D. O. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 91, n. 1-2, p. 83-93, 2001.

MEHREZ, A. Z.; ØRSKOV, E. R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v. 88, n. 3, p. 645-665, 1977.

MIN, B. R.; BARRY, T. N.; ATTWOOD, G. T.; McNABB, W. C. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 106, n. 1-4, p. 3-19, 2003.

MIN, B. R.; ATTWOOD, G. T.; McNABB, W. C.; MOLAN, A. L.; BARRY, T. N. The effect of condensed tannins from *Lotus corniculatus* on the proteolytic activities and growth of rumen bacteria. **Animal Feed Science and Technology**, v. 121, n. 1-2, p. 45-58, 2005.

MOLINA, L. R.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; SOUSA, B. M. Efeito do tanino na degradabilidade *in situ* da matéria seca e da proteína bruta de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) ensilados no estágio de grão pastoso. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 2, p. 203-208, 2003.

MUETZEL, S.; BECKER, K. Extractability and biological activity of tannins from various tree leaves determined by chemical and biological assays as affected by drying procedure. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 125, n. 1-2, p. 139-149, 2006.

MUPANGWA, J. F.; ACAMOVIC, T.; TOPPS, J. H.; NGONGONI, N. T.; HAMUDIKUWANDA, H. Content

of soluble and bound condensed tannins of three tropical herbaceous forage legumes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 83, n. 2, p. 139-144, 2000.

ODENYO, A. A.; BISHOP, R.; ASEFA, G.; JAMNADASS, R.; ODONGO, D.; OSUJI, P. Characterization of tannin-tolerance bacterial isolates from East African ruminants. **Anaerobe**, v. 7, n. 1, p. 5-15, 2001.

ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weight according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v. 92, n. 3, p. 499-503, 1979.

OSMAN, M. A. Changes in sorghum enzyme inhibitors, phytic acid, tannins and in vitro protein digestibility occurring during Khamir (local bread) fermentation. **Food Chemistry**, v. 88, n. 1, p. 129-134, 2004.

PORTER, L. J.; HRSTICH, L. N.; CHAN, B. G. The conversion of procyanidins and rodolphinidins to cyanidin and delphinidin. **Phytochemistry**, v. 25, n. 11, p. 223-230, 1986.

RAKHMANI, S.; BROOKER, J. D.; JONES, G. P.; PALMER, B. Composition of condensed tannins from *Calliandra calothyrsus* and correlation with in sacco

digestibility. **Animal Feed Science and Technology**, v. 121, n. 1-2, p. 109-124, 2005.

SAS Institute. **SAS users guide**: statistics: version 5. Cary, 1991.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 2002.

USHIDA, K.; LASSALAS, B.; JOUANY, J. P. Determination of assay parameters for RNA analysis in bacterial and duodenal samples by spectrophotometry. Influence of sample treatment and preservation. **Reproduction Nutrition Development**, v. 25, n. 6, p. 1037-1046, 1985.

WILLIAMS, C. H.; DAVID, D. J.; ISMAA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Animal Science**, v. 59, n. 3, p. 81-385, 1962.

Received on November 29, 2007.

Accepted on February 4, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.