

Valor alimentício e aspectos econômicos de dietas com variação no teor de tanino e nível protéico em bovinos de corte¹

Simone Gisele de Oliveira²

Telma Teresinha Berchielli³

Bruno Natarelli⁴

Euclides Braga Malheiros⁵

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar dietas contendo diferentes níveis protéicos e concentrações de tanino sobre o consumo de matéria seca e de nutrientes, o desempenho e as características de carcaça de bovinos de corte e fazer a avaliação econômica das dietas experimentais. Os tratamentos consistiram de silagem de sorgo baixo tanino (SSBT) em dietas com 18% de proteína bruta (+ 18% PB), SSBT + 21% PB, silagem de sorgo alto tanino (SSAT) + 18% PB, SSAT + 21% PB, silagem de milho (SM) + 18% PB e SM + 21% PB. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, sendo os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 3 x 2. Os animais que receberam dietas contendo SM apresentaram menor consumo (12,24 kg/d) em relação às SSBT (13,40 kg/d) e SSAT (13,36 kg/d), não se observando qualquer efeito da fonte de volumoso ou teor de proteína sobre o desempenho e as características da carcaça. A avaliação econômica demonstrou não haver benefício na utilização de dietas com os altos teores de proteína. Os baixos teores de taninos encontrados nos volumosos foram, possivelmente, a causa para a ausência de efeito dos volumosos sobre os parâmetros estudados.

Palavras-chave: Desempenho, forragem conservada, níveis protéicos, polifenóis

ABSTRACT

Nutritional value and economical aspects of diets with different tannin and protein levels for beef cattle

This work aimed to evaluate the effect of forages with different tannin levels associated with two levels of protein (18% and 21%) on dry matter and nutrient intake, performance and carcass traits of beef cattle. In addition, experimental diets were evaluated by their economical viability. Treatments were: low tannin sorghum silage (LTSS) in diets with 18% crude protein (+ 18% CP), LTSS + 21% CP, high tannin sorghum silage (HTSS) + 18% CP, HTSS + 21% CP, corn silage (CS) + 18% CP, CS + 21% CP. Treatments were arranged in a completely randomized design in 3 x 2 factorial scheme. Animals fed corn-silage diets had lower intake (12.24 kg/d) than those fed low tannin sorghum-silage diets (13.40 kg/d) and high tannin sorghum-silage diets (13.36 kg/d). There was no effect of roughage source or diet protein level on performance and carcass traits. The economic analysis showed no benefit of using high protein diets because of the high diet cost. Probably, the effect of lack of roughage on the evaluated parameters was a consequence of the low tannin level in roughage sources.

Key words: Performance, conserved forage, protein levels, polyphenols

Recebido para publicação em junho de 2007 e aprovado em agosto de 2008

¹ Projeto financiado pela FAPESP

² Departamento de Zootecnia, UFPR - 80035-050 Curitiba, PR. E-mail: sgoliveira@ufpr.br

³ Departamento de Zootecnia, FCAV/UNESP - 14884-900, Jaboticabal, SP, Pesquisadora do CNPq.

⁴ Aluno de Graduação do curso de Zootecnia. FCAV/UNESP - 14884-900, Jaboticabal, SP.

⁵ Departamento de Ciências Exatas, FCAV/UNESP - 14884-900, Jaboticabal, SP.

INTRODUÇÃO

Usualmente, as culturas mais empregadas na confecção de silagem são o milho e o sorgo, sendo este, por suas características de cultivo e alto valor nutritivo, uma alternativa para a substituição da cultura do milho, especialmente em áreas com limitado índice pluviométrico ou menor fertilidade do solo (Zago, 1991). Acrescido a isto, ainda apresenta como vantagem a elevada produção de matéria seca por área (Martins *et al.*, 2003) e padrão adequado de fermentação na produção de silagens (Neumann *et al.*, 2002a).

Alguns híbridos de sorgo são caracterizados pela presença de taninos nos grãos, podendo esse composto, dependendo de sua concentração, causar efeitos benéficos ou adversos ao animal (Makkar, 2003). Os taninos são definidos como um complexo de polifenóis de origem vegetal (McSweeney *et al.*, 2001), com capacidade de se ligar a outras macromoléculas (proteínas, carboidratos estruturais e amido), alterando sua disponibilidade para o metabolismo animal (Silanikove *et al.*, 2001; Makkar, 2003). Os taninos dividem-se em dois principais grupos: hidrolisáveis e condensados. Os taninos hidrolisáveis são formados por ésteres complexos, consistindo em uma cadeia de carboidrato central, normalmente a D-glicose, na qual duas ou mais hidroxilas são esterificadas com ácido gálico ou ácido hexaidroxidifênico (Min *et al.*, 2003). Os taninos condensados ou proantocianidinas são polímeros de flavan-3-ol (catequina) ou flavan-3,4-diol (leucoantocianidina), e seus derivados são mais corretamente denominados de proantocianidinas ou poliflavonóides (Jansman, 1993). Os polifenóis encontrados no sorgo são representados pelos taninos condensados (Butler, 1982; Jansman, 1993).

Determinados cuidados devem ser tomados em relação à concentração dos taninos nos ingredientes utilizados na alimentação animal, uma vez que o efeito dos taninos é considerado dose dependente. Quando ingerido em alta quantidade (6 a 12% da matéria seca), a presença de taninos na dieta diminui a digestibilidade dos carboidratos fibrosos, levando a decréscimo na produção de ácidos graxos voláteis e do valor energético dos alimentos. Esses efeitos são atribuídos às ligações dos taninos solúveis com componentes da parede celular, tendo como resultado complexos indigestíveis ou inacessíveis às enzimas bacterianas (Guimarães-Beelen *et al.*, 2006b).

Já os efeitos benéficos decorrentes da presença de teores moderados de taninos condensados no rúmen estão associados ao aumento do fluxo de proteína para absorção no intestino, resultado da redução da degradação da proteína da dieta pelos microrganismos ruminais (Min *et al.*, 2003; Muetzel & Becker, 2006). Em revisão realizada por Barry & McNabb (1999), o fornecimento de taninos condensados, oriundos de *Lotus corniculatus*, na con-

centração de 3 a 4% da matéria seca (MS), aumentou a absorção intestinal de aminoácidos essenciais sem afetar o consumo. Entretanto, Vitti *et al.* (2005) afirmaram que, não obrigatoriamente, a generalização de que concentrações entre 2 e 4% na MS produzem efeito benéfico e que, nem sempre, valores superiores a 5% são responsáveis por danos ao metabolismo animal, devendo considerar outros aspectos referentes à composição da planta.

A presença de teores moderados de taninos condensados no rúmen, em estudos realizados com leguminosas, 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). Considerando o possível aumento na eficiência de utilização do nitrogênio quando os taninos estão presentes na dieta de ruminantes, o aumento na concentração de proteína pode representar efeitos benéficos, uma vez que maior quantidade de aminoácidos pode estar disponível no intestino delgado para absorção e metabolismo animal. Villalba *et al.* (2002), avaliando o fornecimento de dietas com presença de tanino para caprinos e ovinos, observaram que os animais apresentaram preferência por suplementos com alta concentração protéica em relação ao suplemento energético, sugerindo que a proteína é um fator de maior limitação que a energia na utilização de dietas com taninos.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar de que forma é afetado o consumo de matéria seca e de nutrientes, o desempenho animal e as características da carcaça em bovinos de corte alimentados com silagens possuindo diferentes concentrações de taninos, em dietas com dois teores de proteína. Os dados obtidos foram ainda utilizados para avaliação econômica das dietas empregadas, procurando justificar economicamente a utilização dos altos níveis protéicos em dietas com presença de tanino condensado.

MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação de desempenho dos animais foi realizada utilizando-se 30 novilhos castrados da raça Nelore, com média de peso e idade inicial de 356 kg e 24 meses, respectivamente, recebendo dietas à base de volumosos com diferentes concentrações de taninos condensados (silagem de sorgo com concentrações baixa e alta de taninos e silagem de milho), associados a dois teores de proteína (18 e 21%).

No início do experimento, os animais foram everminados e vacinados contra febre aftosa, permanecendo durante o período experimental em baias individuais (7m x 3 m), parcialmente cobertas e com piso de concreto. As baias continham comedouros individuais e bebedouros comuns a cada duas baias.

Os volumosos avaliados foram as silagens dos híbridos de sorgo 1F305 (baixo teor de taninos) e BR 700 (alto teor de taninos) e do híbrido de milho 2C 577 (Tabela 1). O híbrido 1F305 foi classificado como híbrido destinado à confecção de silagens, sendo o BR 700 caracterizado como híbrido forrageiro e o híbrido 2C577 destinado à produção de grãos e silagem. O corte ocorreu quando as plantas atingiram teor médio de matéria seca de 34%.

As dietas foram formuladas, segundo o AFRC (1995), avaliando dois níveis protéicos, representados pelos teores 1 (18%) e 2 (21%) na dieta, procurando avaliar a capacidade do tanino presente nos volumosos, considerando sua capacidade de proteção contra degradação ruminal e, consequen-

temente, maior aporte de aminoácidos para o intestino em refletir positivamente no desempenho produtivo dos animais. O alto teor de proteína da dieta teve por finalidade atender às exigências de nitrogênio para crescimento microbiano no rúmen, fornecendo ainda um excesso que, ligado aos taninos presentes no volumoso, aumentará a disponibilidade de aminoácidos para absorção no intestino.

Os tratamentos consistiram em silagem de sorgo baixo tanino + PB Teor 1 (SSBT1), silagem de sorgo baixo tanino + PB Teor 2 (SSBT2), silagem de sorgo baixo tanino + PB Teor 1 (SSAT1), silagem de sorgo alto tanino + PB Teor 2 (SSABT2), silagem de milho + PB Teor 1 (SM1) e silagem de milho + PB Teor 2 (SM2) (Tabela 2).

Tabela 1. Características dos volumosos avaliados

Características	Silagem de sorgo(1F305)	Silagem de sorgo(BR 700)	Silagem de milho(2C577)
MS (%)	32,97	35,15	38,18
pH	4,17	4,12	3,90
N-NH ₃ (% NT)	4,05	3,62	4,28
Ácido acético (mmol/L)	130,69	156,63	105,60
Ácido propiônico (mmol/L)	17,92	7,41	5,22
Ácido butírico (mmol/L)	17,29	8,28	31,22
Taninos condensados (%)	0,02	0,10	0,01
Incremento (%) ¹	6,8	0	1,7

MS - Matéria seca; e N-NH₃ - Nitrogênio na forma de amônia (% do nitrogênio total).

¹ Incremento na produção de gás na presença de polietilenoglicol (PEG).

Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Ingredientes (%)	Tratamentos					
	SSBT1	SSBT2	SSAT1	SSAT2	SM1	SM2
Sil. sorgo baixo tanino	40,00	40,00				
Sil. sorgo alto tanino			40,00	40,00		
Sil. milho					40,00	40,00
Milho	37,80	30,00	37,80	30,00	37,80	30,00
Farelo de soja	21,00	28,80	21,00	28,80	21,00	28,80
Sal Mineral	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Nutrientes (%)						
MS	67,10	67,19	67,96	68,05	69,18	69,27
	% MS					
MO	94,11	93,70	94,35	93,95	95,23	94,83
PB	18,17	21,37	18,04	21,23	17,83	21,02
FDN	35,46	34,66	35,20	34,41	30,79	30,00
FDA	13,55	13,95	12,72	13,11	10,33	10,73
NIDN/N	15,16	14,69	18,29	17,81	15,35	14,87
NIDA/N	4,65	4,88	7,25	7,47	4,18	4,41
Lignina	2,05	2,10	2,37	2,42	1,50	1,56
PM (g/d)*	898,00	927,00	899,00	928,00	1007,00	1029,00

SSBT1 – Silagem de sorgo baixo tanino + PB Teor 1; SSBT2 – Silagem de sorgo baixo tanino + PB Teor 2; SSAT1 – Silagem de sorgo alto tanino + PB Teor 1; SSAT2 – Silagem de sorgo alto tanino + PB Teor 2; SM1 – Silagem de milho + PB Teor 1; SM2 – Silagem de milho + PB Teor 2.

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); e PM - Proteína metabolizável.

* Valores estimados pelo CNCPS versão 5.00.

As dietas foram fornecidas diariamente pela manhã, após a limpeza dos cochos e pesagem das sobras para o controle do consumo de matéria seca. Semanalmente, foram coletadas amostras do alimento oferecido e sobras para, no final do período, constituir uma amostra composta por animal. As amostras do fornecido e das sobras foram analisadas para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta, de acordo com a AOAC (1990), e fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina, segundo método de Van Soest *et al.* (1991). As análises de FDN foram realizadas com adição de α -amilase termoestável e sulfito de sódio. Determinou-se, ainda, o teor de nitrogênio nos resíduos da análise de FDN e FDA para cálculo da fração de nitrogênio ligado à fibra (NIDN e NIDA).

A determinação dos taninos condensados e sua reatividade (bioensaio) ocorreu no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) - USP. A análise dos taninos condensados foi realizada nas amostras das silagens, pelo método butanol-HCl, com base nos trabalhos de Porter *et al.* (1986). O bioensaio para medir a atividade dos taninos foi realizado de acordo com Makkar (2001), medindo-se a produção de gás das plantas, quando incubadas *in vitro*, na presença ou não de polietilenoglicol (PEG). O incremento da produção de gás, quando na presença de PEG, propicia a mensuração da atividade dos taninos presentes no alimento (Getachew *et al.*, 2000), sendo a maior atividade dos taninos acompanhada pela maior produção de gás (Tabela 1).

A duração do experimento foi de 91 dias, sendo sete para adaptação dos animais às dietas e 84 para coleta de dados. No final do período de adaptação os animais foram pesados, repetindo o procedimento em intervalos de 28 dias, totalizando três períodos. Após a última pesagem, os animais foram abatidos, sendo avaliado o rendimento de carcaça pela relação entre o peso vivo e o peso da carcaça quente e a espessura de gordura, medida entre a 12^a e a 13^a costelas em torno do músculo *Longissimus dorsi*.

Os dados obtidos foram ainda utilizados para avaliação econômica das dietas por meio da relação entre o custo das dietas, consumo de matéria seca e ganho de peso dos animais. Foram utilizados dados de custo médio

de produção das silagens obtidos pelo Anualpec (2004) referentes ao período de 2003, quando foram implantadas as culturas. O custo do concentrado foi obtido com base no preço de compra dos ingredientes no decorrer do período experimental (Tabela 3). A receita obtida foi calculada como valor total recebido pela venda dos animais no período de novembro de 2003, considerando-se o valor de R\$ 1,93 por quilo de peso vivo. A avaliação econômica considerou os gastos referentes ao custo de alimentação dos animais, não abrangendo dispêndios com mão-de-obra, maquinários e instalações, objetivando avaliar apenas a viabilidade ao utilizar altos teores protéicos em dietas com presença de tanino.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, sendo os tratamentos avaliados como parcelas subdivididas com seis tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 3 x 2, sendo três fontes de volumosos e dois teores de proteína. Os dados foram analisados, verificando-se os efeitos principais (volumoso e concentrado) e considerando significância de 5%, segundo o teste de Tukey pelo PROC GLM do SAS (1991).

RESULTADOS

Os altos teores de PB observados nas dietas, representados pelos níveis 1 (18%) e 2 (21%), são explicados ao considerar a capacidade dos taninos de proteção contra degradação ruminal e, conseqüentemente, a maior preservação da proteína no rúmen, resultando no aumento do aporte de aminoácidos para absorção no intestino. No entanto, os teores de taninos condensados obtidos nos volumosos, avaliados neste trabalho pela metodologia butanol-HCL, foram baixos (Tabela 1), encontrando-se valores de 0,01, 0,02 e 0,10% nos volumosos silagens de milho, sorgo com baixa concentração de taninos e sorgo com alta concentração de taninos, respectivamente. Embora apresente pequena concentração de taninos, a silagem produzida com o híbrido BR 700 é classificada na apresentação e discussão dos resultados como silagem de alta concentração de taninos, de acordo com a classificação fornecida pela empresa produtora do híbrido.

Tabela 3. Custo dos ingredientes e dietas experimentais

Ingredientes	Silagem de sorgo	Silagem de milho	Milho em grão	Farelo de soja	Sal mineral
Custo (R\$/kg)	0,18	0,21	0,36	0,71	0,50
Custo das dietas (R\$/kg MS)					
Tratamentos					
SSBT1	SSBT2	SSAT1	SSAT2	SM1	SM2
0,36	0,39	0,36	0,39	0,38	0,40

SSBT1 – Silagem de sorgo baixo tanino + PB Teor 1; SSBT2 – Silagem de sorgo baixo tanino + PB Teor 2; SSAT1 – Silagem de sorgo alto tanino + PB Teor 1; SSAT2 – Silagem de sorgo alto tanino + PB Teor 2; SM1 – Silagem de milho + PB Teor 1; e SM2 – Silagem de milho + PB Teor 2.

A fonte de volumoso afetou o consumo de matéria seca (CMS) e de nutrientes (Tabela 4), representados pelos menores valores de IMS (kg/d e % PV), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN) e fibra em detergente ácido (CFDA), observados na silagem de milho em relação ao sorgo.

O CFDA também foi diferente nos dois híbridos de sorgo avaliados, embora com pequena va-

riação. O fornecimento de dietas com maior teor de PB (teor 2) resultou em aumento no consumo de FDA e PB.

O ganho de peso total (GPT), ganho de peso médio diário (GPMD), a conversão alimentar (CA), o rendimento de carcaça (RC) e a espessura de gordura (EG) não foram influenciados pela fonte de volumoso ou pelo teor de proteína das dietas (Tabela 5).

Tabela 4. Consumo de matéria seca e de nutrientes em bovinos alimentados com silagens contendo diferentes concentrações de tanino e teores de proteína

Tratamentos	CMS(kg/d)	CMS(% PV)	CMO(kg/d)	CPB(kg/d)	CFDN(kg/d)	CFDA(kg/d)
SSBT1	13,16	3,29	12,38	2,41	4,65	1,76
SSBT2	13,72	3,24	12,85	2,89	4,81	1,94
SSAT1	13,35	3,27	12,60	2,39	4,69	1,67
SSAT2	13,34	3,22	12,53	2,78	4,61	1,75
SM1	12,14	2,91	11,56	2,12	3,79	1,26
SM2	12,34	2,92	11,71	2,54	3,77	1,34
CV (%)	2,43	2,24	2,43	3,03	2,45	2,94
Efeitos Principais						
Volumoso						
SBT	13,40 a	3,27 a	12,59 a	2,62 a	4,72 a	1,84 a
SAT	13,36 a	3,25 a	12,58 a	2,60 a	4,65 a	1,71 b
SM	12,24 b	2,92 b	11,64 b	2,33 b	3,78 b	1,30 c
Proteína						
Teor 1	12,88	3,16	12,18	2,31 b	4,37	1,56 b
Teor 2	13,09	3,12	12,33	2,73 a	4,37	1,66 a

SSBT1 – Silagem de sorgo baixo tanino + PB Teor 1; SSBT2 – Silagem de sorgo baixo tanino + PB Teor 2; SSAT1 – Silagem de sorgo alto tanino + PB Teor 1; SSAT2 – Silagem de sorgo alto tanino + PB Teor 2; SM1 – Silagem de milho + PB Teor 1; e SM2 – Silagem de milho + PB Teor 2.

CMS – Consumo de matéria seca; IMO – Consumo de matéria orgânica; IPB – Consumo de proteína bruta; IFDN – Consumo de FDN; IFDA – Consumo de FDA.

CV – Coeficiente de variação.

Médias seguidas de letra diferentes na coluna diferem entre si a 5% de significância, segundo o teste Tukey.

Tabela 5. Ganho de peso e características da carcaça de bovinos alimentados com silagens contendo diferentes concentrações de taninos e teores de proteína

Tratamentos	GPT(kg)	GPMD(kg/d)	CA (kg)	RC(%)	EG(mm)
SSBT1	110,56	1,32	10,49	51,72	10,13
SSBT2	111,48	1,33	10,67	52,30	9,42
SSAT1	120,20	1,49	9,27	52,29	7,73
SSAT2	110,08	1,31	10,59	52,53	7,93
SM1	109,40	1,30	9,89	51,56	8,73
SM2	110,44	1,31	10,11	52,25	6,87
CV (%)	16,40	15,49	16,87	1,90	32,22
Efeitos Principais					
Volumoso					
SBT	110,97	1,32	10,57	52,01	9,82
SAT	115,14	1,41	9,95	52,41	7,83
SM	109,92	1,31	10,00	51,91	7,80
Proteína					
Teor 1	113,39	1,37	9,87	51,87	8,87
Teor 2	110,61	1,32	10,44	52,36	7,98

SSBT1 – Silagem de sorgo baixo tanino + PB Teor 1; SSBT2 – Silagem de sorgo baixo tanino + PB Teor 2; SSAT1 – Silagem de sorgo alto tanino + PB Teor 1; SSAT2 – Silagem de sorgo alto tanino + PB Teor 2; SM1 – Silagem de milho + PB Teor 1; SM2 – Silagem de milho + PB Teor 2.

GPT – Ganho de peso no período total; GPMD – Ganho de peso médio diário; CA – Conversão alimentar; RC – Rendimento de carcaça; EG – Espessura de gordura.

CV – Coeficiente de variação.

Os custos da dieta referentes à quantidade fornecida ao animal por dia, o ganho de peso (CDGP) e período total de avaliação (CAPT) foram superiores para dietas com maior teor protéico (Tabela 6). Os volumosos não apresentaram efeito sobre os custos das dietas, embora se tenha aplicado maior valor de obtenção para a silagem de milho (Tabela 3).

Os teores de proteína adotados nas dietas experimentais foram bastante altos, mesmo ao se considerar o teor 1. A alta inclusão do farelo de soja resultou em dietas de custo elevado (Tabela 3), que ultrapassaram a renda obtida com os animais, refletindo-se no balanço negativo, ao final do período, de R\$ -175,96 e R\$ -219,88 referentes aos teores 1 e 2 de PB, respectivamente (Tabela 6). Embora a utilização dos dois teores de proteína não tenha propiciado a obtenção de renda líquida, considerando-se o montante gasto com a alimentação e retorno com a venda dos animais, a extensão do prejuízo foi significativamente superior com a adoção do teor 2 (R\$ 43,92).

DISCUSSÃO

O fornecimento de dietas contendo teores moderados de tanino para ruminantes pode resultar em melhora no desempenho animal. Pela sua propriedade de se ligar à proteína no pH ruminal, os taninos estão associados ao aumento no fluxo e à absorção de nitrogênio no intestino. Ngwa *et al.* (2002) observaram que a presença de taninos no volumoso fornecido aos ovinos trouxe

efeitos benéficos no desempenho dos animais, e atribuíram esse resultado à maior digestão intestinal da proteína decorrente da formação de complexos com os taninos no rúmen.

Quando presente em maior teor na dieta, a degradação protéica pode gerar teores elevados de nitrogênio em forma de amônia (N-NH₃) (Huntington *et al.*, 2001), superando a capacidade dos microrganismos em convertê-la em proteína microbiana. A degradação e a utilização da proteína no rúmen (incluindo o nitrogênio não-protéico) são maximizadas quando ocorre, simultaneamente, a degradação de carboidratos na dieta, o que normalmente não acontece na maioria das dietas (NRC, 1996), resultando em alta concentração de amônia ruminal. Esse excesso de amônia é absorvido pela corrente sanguínea, convertida em uréia no fígado e excretada pela urina (Van Soest *et al.*, 1991), ocasionando um gasto energético de 4 ATP para cada molécula de uréia produzida (Nelson & Cox, 2000). A complexação da proteína dietética com o tanino, por meio da redução dos teores de N-NH₃, pode refletir em menor excreção de nitrogênio na urina, reduzindo o impacto da produção animal sobre o meio ambiente (Makkar, 2003). No entanto, quando presente em maior concentração (> 6% na MS), os taninos podem causar redução no consumo de matéria seca e nutrientes (Provenza *et al.*, 2000). Landau *et al.* (2000) afirmaram que o efeito negativo dos taninos condensados é resultado de seu efeito adstringente ou dos efeitos adversos logo após

Tabela 6. Avaliação econômica das dietas em bovinos de corte alimentados com silagens contendo diferentes concentrações de tanino e teores de proteína

Tratamentos	Custo Dieta (R\$/animal/d)	CDGP (R\$/kg)	Receita Bruta (R\$/animal)	CAPT (R\$)	RL (R\$)
SSBT1	4,77	3,80	213,38	400,35	-186,97
SSBT2	5,34	4,16	215,15	448,91	-233,76
SSAT1	4,84	3,42	231,99	401,28	-169,30
SSAT2	5,20	4,13	212,45	436,57	-224,11
SM1	4,56	3,71	211,14	382,76	-171,61
SM2	4,97	4,07	213,15	417,69	-204,54
CV (%)	2,45	17,03	16,40	6,52	11,40
Efeitos Principais					
Volumoso					
SBT	5,02	3,96	214,17	421,93	-207,77
SAT	5,03	3,76	222,22	418,92	-196,70
SM	4,76	3,89	212,15	400,22	-188,08
Proteína					
Teor 1	4,72 b	3,62 b	218,84	394,80 b	-175,96 b
Teor 2	5,16 a	4,12 a	213,47	433,35 a	-219,88 a

SSBT1 - Silagem de sorgo baixo tanino + PB Teor 1; SSBT2 - Silagem de sorgo baixo tanino + PB Teor 2; SSAT1 - Silagem de sorgo alto tanino + PB Teor 1; SSAT2 - Silagem de sorgo alto tanino + PB Teor 2; SM1 - Silagem de milho + PB Teor 1; SM2 - Silagem de milho + PB Teor 2.

CDGP - Custo da dieta em relação ao ganho de peso; CAPT - Custo da alimentação no período total; RL - Renda líquida.

CV - Coeficiente de variação.

Médias seguidas de letra diferentes na coluna diferem entre si a 5% de significância segundo o Teste Tukey.

a ingestão. Os efeitos deletérios dos taninos, relacionados à redução do consumo de matéria seca ou de algum efeito sobre o desempenho produtivo do animal, são observados apenas em dietas com teores mais elevados de taninos (Landau *et al.*, 2000; Frutos *et al.*, 2002; Guimarães-Beelen *et al.*, 2006a).

A pequena diferença encontrada no CMS deste trabalho entre as dietas contendo silagens de sorgo e milho deve-se, possivelmente, ao maior teor de matéria seca observado nas dietas com silagem de milho (69,23%) em relação à de sorgo (67,58%), refletindo, assim, em maior consumo de nutrientes (Tabela 4). Não foi constatado efeito da presença de tanino nas silagens sobre os parâmetros estudados.

Felix & Menkiti (1996), em estudos realizados com o fornecimento de diferentes fontes de volumoso para novilhos de corte, observaram ganhos de peso similares entre animais que receberam silagem de sorgo e milho, sugerindo que o sorgo, por suas características de cultivo e valor nutritivo, é uma alternativa para a substituição da cultura do milho na alimentação de ruminantes. Embora a literatura credite maior valor nutritivo à silagem de milho em relação à de sorgo (Zago, 1991), as silagens apresentaram composição química semelhantes, resultando em ausência de efeito do volumoso sobre o desempenho produtivo dos animais.

Os baixos teores de taninos condensados, obtidos nos volumosos avaliados neste trabalho, justificam a ausência de resultados nos parâmetros avaliados quando relacionados à presença de taninos nos volumosos, já que concentrações médias de 1 a 2% não parecem causar qualquer efeito sobre o metabolismo animal (Poncet & Rémond, 2002). No entanto, observou-se, com o advento do plantio de sorgo, que a cultura do híbrido com alta concentração de taninos (BR 700) foi visivelmente menos atacada pelos pássaros em comparação ao híbrido com menor concentração de taninos (1F305), resultando em maior relação panícula: colmo+folha do primeiro híbrido (41:59%) em comparação ao segundo (23:77%).

No tocante à determinação do teor de tanino, este pode ter sido subestimado em decorrência da metodologia utilizada. De acordo com os resultados obtidos por meio do bioensaio realizado com amostras dos volumosos estudados (Tabela 1), a maior concentração de taninos condensados, observada no híbrido BR 700 (0,10%), não coincidiu com a maior produção de gás na presença de PEG. Isso, possivelmente, demonstra que o efeito dos taninos pode ser dependente de sua estrutura, como demonstrado por Priolo *et al.* (2002) e Makkar (2003), tendo o tanino presente no BR 700, apesar de estar em concentração superior, apresentado menor reatividade.

Outras possíveis causas para os baixos valores encontrados residem em modificações na estrutura e reatividade dos taninos, resultantes do processo fermentativo das silagens (Cummins, 1971), e na menor concentração de taninos nos grãos de sorgo em decorrência do trabalho de melhoramento genético ao longo dos anos.

Considerando os altos teores de PB, não houve comprometimento no consumo do nutriente, sendo o maior consumo apresentado pelos animais alimentados com dietas que continham o teor 2 de PB (21%). O CFDA também foi influenciado pelo maior teor de proteína da dieta, ocasionando maior consumo quando se utilizou o teor 2 de PB, provavelmente pela maior inclusão de farelo de soja, que apresentou maior teor de FDA (6,67%) em relação ao milho (1,57%) (Tabela 4).

O teor de proteína da dieta também não afetou o desempenho dos animais (Tabela 5), não corroborando a citação de Melaku *et al.* (2004), que creditam a tendência ao aumento de ganho de peso diário ao maior consumo de proteína bruta digestível, positivamente correlacionada a este parâmetro. Silva *et al.* (2002), trabalhando com os níveis 15 e 18% de PB na dieta, observaram efeito significativo sobre o ganho médio diário e tendência de maior consumo na fase de engorda com maior teor de PB na dieta.

De acordo com Brondani *et al.* (2004), o rendimento de carcaça é influenciado, entre outros fatores, pela raça, idade, pelo tipo de dieta alimentar, sexo e toaleta na linha de abate do frigorífico. No entanto, o período de jejum pré-abate a que são submetidos os animais também possui grande influência sobre o rendimento, dificultando a comparação com os resultados de autores que utilizaram diferentes períodos de jejum. O rendimento de carcaça, observado por Moreira *et al.* (2003), utilizando animais cruzados (57,23%), e Leme *et al.* (2000), avaliando animais Nelore inteiros (54%), está acima dos observados para este trabalho (Tabela 5).

O adequado acabamento de gordura na carcaça é essencial para manutenção da qualidade da carne após o resfriamento, sendo indicado o valor mínimo de 3 mm (Silva *et al.*, 2002). Avaliando dietas com variação no teor de proteína (15 e 18%), Silva *et al.* (2002) não encontraram efeito do teor de PB sobre o rendimento da carcaça e da espessura de gordura. Os valores observados neste trabalho, apesar de também não terem diferido entre os tratamentos, estão bem acima do mínimo preconizado para acabamento de gordura da carcaça. Credita-se esse fato à alta concentração energética das dietas, em razão da alta proporção de grãos.

O fato de não terem sido obtidos efeitos dos volumosos ou de teor de proteína das dietas em relação à presença de taninos sobre o desempenho dos animais pode ser

explicado pelo alto fornecimento de proteína na dieta, havendo quantidade adequada do nutriente para atender às exigências do metabolismo animal, constatando-se que o ganho de peso dos animais foi bastante elevado (Tabela 5).

A atividade de confinamento para terminação de bovinos tem se mostrado uma ferramenta de custo bastante elevado, exigindo o planejamento adequado para que os recursos empregados possam resultar em retorno financeiro ao produtor. Neumann *et al.* (2002b) afirmam que o alto custo da atividade é reflexo da desvalorização do produto final e do aumento no custo dos ingredientes energéticos e protéicos utilizados na alimentação animal.

Os altos teores protéicos na dieta, no presente experimento, não se mostraram eficientes economicamente ao contabilizar o valor gasto com alimentação no período de avaliação e a renda obtida com a comercialização dos animais (Tabela 6), sendo importante frisar que os tratamentos avaliados no presente trabalho tiveram como objetivo o efeito do tanino no desempenho dos animais. Embora o ganho de peso dos bovinos tenha sido elevado, a grande alta participação do farelo de soja resultou em dietas de alto custo, não proporcionando resultados que justifiquem sua utilização.

A tentativa de otimizar o aproveitamento da proteína da dieta, por meio da utilização de taninos, fornecendo concentrações além das exigências dos animais, não apresentou resultados. Esperava-se que os taninos, por intermédio da formação de complexos, aumentassem o potencial de utilização da proteína, melhorando assim o desempenho dos animais e o retorno econômico. Entretanto, certamente as exigências dos animais já tinham sido atingidas com o teor 1 de proteína (18%), associado ao fato de que, possivelmente, pela baixa concentração nas dietas, não foi observado qualquer efeito benéfico pela presença do tanino.

CONCLUSÕES

Em relação aos volumosos utilizados, parece ser de maior interesse o emprego de híbridos considerados de alta concentração de taninos pelos aspectos positivos no seu cultivo, ocasionando maior preservação dos grãos pela redução no ataque de pássaros e ausência de efeito dos taninos sobre o desempenho de bovinos de corte.

A utilização de dietas com alto teor protéico (18 e 21%), associadas aos volumosos avaliados neste experimento, não foi justificada, uma vez que não resultou em benefício no desempenho dos animais e gerou um balanço financeiro negativo pelo alto custo da alimentação.

REFERÊNCIAS

- Agricultural and Food Research Council - AFRC (1995). Technical committee on response to nutrients: energy and protein requirements of ruminants. Wallingford: CAB International. 159p.
- Anualpec: Anuário da pecuária brasileira (2004). São Paulo: Oesp Gráfica. p.176.
- Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1990) Official methods of analysis. 12 ed. Washington. 1098p.
- Barry TN & McNabb WC (1999) The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. *British Journal of Nutrition*, 81:263-272.
- Brondani IL, Sampaio AAM, Restle J, Bernardes RALC, Pacheco OS, Freitas AK, Kuss F & Peixoto LAO (2004) Aspectos quantitativos de carcaças de bovinos de diferentes raças, alimentados com diferentes níveis de energia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33:978-988.
- Butler LG (1982) Polyphenols and their effects on sorghum quality. In: *Internacional Symposium on sorghum grain quality*, Patancheru. Proceedings... Patancheru: ICRISAT. p.294-311.
- Cummins DG (1971) Relationships between tannin content and forage digestibility in sorghum. *Agronomy Journal* 63:500-502.
- Felix A & Menkiti J (1996) Feedlot performance and carcass characteristics of growing- finishing cattle fed maize silage, sweet sorghum silage, and fescue hay. *Tropical Agriculture*, 73:133-137.
- Frutos P, Hervás G, Ramos G, Giráldez FJ & Mantecón AR (2002) 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*, 92:215-226.
- Getachew G, Makkar HPS & Beker, K. (2000) Effect of polyethylene glycol on in vitro microbial fermentation and microbial protein synthesis from tannin-rich browse and herbaceous legumes. *British Journal of Nutrition*, 84:78-83.
- Guimarães-Beelen PM, Berchielli TT, Beelen R & Medeiros AN (2006a) Influence of condensed tannins from Brazilian semi-arid legumes on ruminal degradability, microbial colonization and ruminal enzymatic activity in Saanen goats. *Small Ruminant Research*, 61:35-44.
- Guimarães-Beelen PM, Berchielli TT, Buddington R & Beelen R (2006b) Efeito dos taninos condensados de forrageiras nativas do semi-árido nordestino sobre o crescimento e atividade celulolítica de *Ruminococcus flavefaciens* FD1. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 58:910-917.
- Huntington G, Poore M, Hopkins B & Spears J (2001) Effect of ruminal protein degradability on growth and N metabolism in growing beef steers. *Journal of Animal Science*, 79:533-541.
- Jansman AJM (1993) Tannins in feedstuffs for simple-stomached animals. *Nutrition Research Reviews*, 6:209-236.
- Landau S, Silanikove N, Nitsan Z, Barkai D, Baram H, Provenza FD & Perevolotsky A (2000) Short-term changes in eating patterns explain the effects of condensed tannins on feed intake in heifers. *Applied Animal Behaviour Science*, 69:199-213.
- Leme PR, Boin C, Margarido RCC, Tedeschi LO, O'Farril JC, Hausknecht V, Alleoni GF & Luchiarri Filho A (2000) Desempenho em confinamento e características de carcaça de bovinos machos de diferentes cruzamentos abatidos em três faixas de peso. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29:2347-2353 (Supl. 2).

- Makkar HPS (2001) Chemical, protein precipitation and bioassays for tannins, effects and fate of tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. In: Seminar of the FAO-CIHEAM Sub-Network on Sheep and Goat Nutrition, Vienna. Proceedings... Vienna: FAO/IAEA.
- Makkar HPS (2003) 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*, 49:241-256.
- Martins RGR, Gonçalves LC, Rodrigues JAS, Rodriguez NM, Borges I & Borges ALCC (2003) Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca, da proteína bruta e da energia de silagens de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) por ovinos. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 55:1-8.
- McSweeney CS, Palmer B, McNeill DM, Krause DO (2001) Microbial interactions with tannins: nutricional consequences for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 91:83-93.
- Melaku S, Peters KJ, Tegegne A (2004) Supplementation of Menz ewes with dried leaves of *Lablab purpureus* or graded levels of *Leucaena pallida* 14203 and *Sesbania sesban* 1198: effects on feed intake, live weight gain and estrous cycle. *Animal Feed Science and Technology*, 113:39-51.
- Min BR, Barry TN, Attwood GT & McNabb WC (2003) The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 106:3-19.
- Moreira FB, Souza NE, Matsushita M, Prado IN & Nascimento WG (2003) Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 46:609-616.
- Muetzel S & Becker K (2006) Extractability and biological activity of tannins from various tree leaves determined by chemical and biological assays as affected by drying procedure. *Animal Feed Science and Technology*, 125:139-149.
- National Research Council - NRC (1996) Nutrient requirements of beef cattle. 7. ed. Washington: National Academy Press. 242p.
- Nelson DL & Cox MM (2000) *Lehninger principles of biochemistry*. New York: Worth Publishers. 1152p.
- Neumann N, Restle J, Alves Filho DC, Brondani IL & Menezes LFG (2002a) Resposta econômica da terminação de novilhos em confinamento, alimentados com silagens de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). *Ciência Rural*, 32:849-854.
- Neumann N, Restle J, Alves Filho DC, Brondani IL, Pellegrini LG & Freitas AK (2002b) Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31:293-301, (Supl. 1).
- Ngwa AT, Nsahlai IV & Iji PA (2002) Effect of supplementing veld hay with a dry meal or silage from pods of *Acacia sieberiana* with or without wheat bran on voluntary intake, digestibility, excretion of purine derivatives, nitrogen utilization, and weight gain in South African Merino sheep. *Livestock Production Science*, 77:253-264.
- Poncet C & Rémond D (2002) Rumen digestion and intestinal nutrient flows in shepp consuming pea seeds: the effect of extrusion or chestnut tannin addition. *Animal Research*, 51:201-216.
- Porter LJ, Hrstich LN & Chan BG (1986) The conversion of procyanidins and rodelphinidins to cyanidin and delphinidin. *Phytochemistry*, 25:223-230.
- Priolo A, Lanza M, Bella M, Pennisi P, Fasone V & Biondi L (2002) Reducing the impact of condensed tannins in a diet based on carob pulp using two level of polyethylene glycol: lamb growth, digestion and meat quality. *Animal Research*, 51:305-313.
- Provenza FD, Burritt EA, Perevolotsky A & Silanikove N (2000) Self-regulation of intake of polyethylene glycol by sheep fed diets varying in tannin concentrations. *Journal of Animal Science*, 78:1206-1212.
- Sas Institute (1991) *Sas users guide: Statistics, Version 5*. Cary, 1991. 1028p.
- Silanikove N, Perevolotsky A & Provenza FD (2001) Use of tannin-binding chemicals to assay for tannins and their negative postingestive effects in ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 91:69-81.
- Silva FF, Valadares Filho S.C, Ítavo LCV, Veloso CM, Paulino MF, Valadares RFD, Cecon PR, Silva PA & Galvão RM (2002) Consumo, desempenho, características de carcaça e biometria do trato gastrointestinal e dos órgãos internos de novilhos Nelore recebendo dietas com diferentes níveis de concentrado e proteína. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31:492-502.
- Van Soest PJ, Robertson JB & Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74:3583-3597.
- Villalba JJ, Provenza FD & Banner RE (2002) Influence of macronutrients and polyethylene glycol on intake of a quebracho tannin diet by sheep and goats. *Journal of Animal Science*, 80:3154-3164.
- Vitti DMSS, Abdalla AL, Bueno ICS, Silva Filho JC, Costa C, Bueno MS, Nozella EF, Longo C, Vieira EQ, Cabral Filho SLS, Godoy PB & Mueller-Harvey I (2005) Do all tannins have similar nutritional effects? A comparison of three Brazilian fodder legumes. *Animal Feed Science and Technology*, 119:345-361.
- Zago CP (1991) Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: *Simpósio sobre Nutrição de Bovinos*, 4., Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ. p.169-217.