

Digestibilidade *In Vitro*/Gás de Volumosos Exclusivos ou Combinados Avaliados pelo Resíduo Remanescente da Digestão da Matéria Seca e Produção de Gás¹

Fábio Prudêncio de Campos², Alexandre Amstalden Moraes Sampaio³, Paulo de Figueiredo Vieira³, Max Lázaro Vieira Bose⁴

RESUMO - Foi avaliada a digestibilidade *in vitro*/gás da matéria seca (MS) de quatro volumosos, exclusivos e suas combinações, na proporção de 50% na MS. Foram incubados 100 mg de amostra por tratamento, em triplicatas, em 48 h de digestão. As digestibilidades da MS e a produção de gás foram: cana-de-açúcar = 60,6%, 17,3 mL; cana-de-açúcar + silagem de milho = 63,9%, 19,6 mL; cana-de-açúcar + capim-elefante com 60 dias = 60,5%, 16,9 mL; cana-de-açúcar + capim-elefante com 180 dias = 48,6%, 14,1 mL; silagem de milho = 66,3%; silagem de milho + capim-elefante com 60 dias = 62,1%, 16,7 mL; silagem de milho + capim-elefante com 180 dias = 52,7%, 15,8 mL; capim-elefante com 60 dias = 61,5%, 16,9 mL; capim-elefante com 180 dias = 34,6%, 11,7 mL. Constatou-se que a combinação de volumosos, em alguns casos, pode diminuir a digestibilidade da MS dos volumosos de melhor qualidade.

Palavras-chave: cana-de-açúcar, capim-elefante, FDA, FDN, silagem de milho

Evaluation of the *In vitro*/Gas Digestibility of Several Mixtures of Roughages by Digestion Residue of Dry Matter and Gas Production

ABSTRACT - The *in vitro*/gas dry matter (DM) digestibility of four roughages, mixed or not, in proportion of 50% in the DM were evaluated. Samples of 100 mg by treatment, in triplicate, in 48 h of digestion were incubated. The DM digestibilities and gas production were: sugar cane = 60.6%, 17.3 mL; sugar cane + corn silage = 63.9%, 19.6 mL; sugar cane + elephantgrass of 60 days = 60.5%, 16.9 mL; sugar cane + elephantgrass of 180 days = 48.6%, 14.1 mL; corn silage = 66.3%, 19.4 mL; corn silage + elephantgrass of 60 days = 62.1%, 16.7 mL; corn silage + elephantgrass of 180 days = 52.7%, 15.8 mL; elephantgrass of 60 days = 61.5%, 16.9 mL; elephantgrass of 180 days = 34.6%, 11.7 mL. It was verified that the association of these roughages can, in some cases, reduce the DM digestibility of those roughages of better quality.

Key Words: ADF, corn silage, elephantgrass, NDF, sugar cane

Introdução

Volumosos conservados são utilizados nos períodos de estiagem, em especial a silagem de milho, que é produzida nos períodos de excedente produção de massa verde ou de produção de milho para esse fim. Entretanto, seu custo de produção pode tornar-se oneroso para cobrir o consumo por todas as categorias animais. Nessa condição, uma alternativa seria fornecer mistura de volumosos para tentar minimizar tanto as despesas com alimentos como as perdas na produção animal. Muitas vezes, a combinação de dois ou mais volumosos pode reduzir a qualidade da dieta, devido às variações nos teores protéicos e energéticos, bem como em suas taxas de degradação.

A parede celular da cana-de-açúcar representa aproximadamente 50% da MS produzida. A digestão

dessa parede celular é lenta e induz a maior tempo de retenção no rúmen do animal, o que pode limitar seu consumo, devido ao mecanismo de seu enchimento (LENG, 1988; PRESTON e LENG, 1984).

Em dietas para bovinos com cana-de-açúcar, o consumo de MS pode ser aumentado pelo fornecimento de fontes de fibra longa de boa qualidade, o que aparentemente está relacionado com o aumento do volume ruminal e das taxas de fluxo de matéria seca através do rúmen. Além disso, fontes de fibra longa de boa qualidade podem aumentar as taxas de digestão e estabelecer condição ruminal favorável para os microrganismos, os quais, por sua vez, aumentam a disponibilidade de nutrientes para o hospedeiro (PRESTON e LENG, 1981).

O capim-elefante é uma espécie que apresenta grande número de cultivares. Sua utilização é predo-

¹ Projeto financiado pela FAPESP/CNPq.

² Dados parciais da tese de Doutorado - FCAV/UNESP - Jaboticabal - SP. E-mail: fpcampos_99@yahoo.com

³ Depart. de Zootecnia - FCAV/UNESP - Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, km 5, Cep: 14.870-000 - Jaboticabal - SP

⁴ Professor aposentado do Departamento de Produção Animal - ESALQ/USP - Av. Pádua Dias, CP. 09, Cep:13.416-000 - Piracicaba - SP.

minantemente na forma de capineira, principalmente na pecuária leiteira. É uma espécie que vem proporcionando altas produções por área, especialmente quando associada às adubações do solo, porém apresenta rápido e constante declínio no valor nutritivo ao longo de seu ciclo (PORTELA et al., 1996).

Em razão de a determinação do valor nutricional das forrageiras ser extremamente importante, novas metodologias têm sido constantemente desenvolvidas com o intuito de facilitar a determinação do valor nutricional desses alimentos. Um método que tem sido utilizado com sucesso nas respostas de degradabilidade da MS é a técnica indireta do desaparecimento da fibra pela produção de gás, proposta por MENKE e STEINGASS (1988) e melhorada por PELL e SCHOFIELD (1993). O método com a inclusão de sistema computadorizado de monitoramento automático da digestão apresentou aumento de sua praticidade e de sua precisão. Nesse sistema, são obtidas estimativas do tempo de colonização, a taxa de degradação e a extensão da degradação mais rapidamente que em outras técnicas.

As pesquisas sobre a digestibilidade exclusiva de volumosos combinados são ainda pouco realizadas em condições brasileiras. Portanto, há poucos dados sobre digestibilidade das diferentes frações das dietas a serem utilizadas em programas de avaliação de alimentos e em sistemas posteriores de formulação de ração. Por essa razão, um dos objetivos da presente pesquisa foi avaliar a digestibilidade da matéria seca (MS) e dos componentes da parede celular pelo resíduo remanescente da digestão, após um período de 48 horas de incubação de amostras, pelo sistema de monitoramento computadorizado de produção de gás *in vitro*, segundo metodologia descrita por PELL e SCHOFIELD (1993) e avaliada por CAMPOS et al. (2000b).

Material e Métodos

Os volumosos analisados foram submetidos à secagem a 60°C, moídos até atingirem 1,0 mm, combinados dois a dois, em iguais proporções de MS (50%): 1 - Cana-de-açúcar - 1ª soca, RB72454 (CN); 2 - Cana-de-açúcar+silagem de milho (CNSIL); 3 - Cana-de-açúcar+capim-elefante com 60 dias (CNCNP); 4 - Cana-de-açúcar+capim-elefante com 180 dias (CNCVP); 5 - Silagem de milho, XL360, silo trincheira (SIL); 6 - Silagem de milho+capim-elefante com 60 dias (SILCPN); 7 - Silagem de milho+capim-

elefante com 180 dias (SILCPV); 8 - Capim-elefante novo, de 60 dias, CV Taiwan 148 (CPN); 9 - Capim-elefante velho, de 180 dias, CV Taiwan 148 (CPV).

O procedimento para a determinação da digestibilidade da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) pelo resíduo remanescente, após digestão de 48 horas, consistiu na aplicação de 20 mL da solução de extração da FDN em todos os frascos. Posteriormente foram vedados com lacre de alumínio e colocados todos em autoclave a 1 atm e a 120°C, por 60 min. Logo após, os frascos aquecidos foram vazados, filtrados em cadinhos de fundo poroso previamente tarados, lavados com água quente e acetona e colocados em estufa a 105°C, por 3 horas. Os cadinhos foram esfriados em dessecador e pesados com o resíduo. Com os pesos obtidos foram efetuados os cálculos de digestibilidade da MS e FDN. Para a obtenção da estimativa da digestibilidade da FDA, CEL, HEM e da solubilidade da LIG, utilizou-se a técnica de análise seqüencial em detergente (VAN SOEST, 1994), para quantificar os nutrientes do resíduo remanescente da digestão. Para as estimativas dos parâmetros cinéticos da digestão, utilizou-se a metodologia descrita por CAMPOS et al. (2000a).

Os resultados da digestibilidade de MS, FDN, FDA, CEL, HEM e solubilidade da LIG e dos parâmetros cinéticos da digestão foram comparados entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para isso, foi realizada a análise estatística utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, com nove tratamentos e três repetições para os resultados de digestibilidade dos volumosos.

Resultados e Discussão

Composição químico-bromatológica

Os resultados de composição químico-bromatológica apresentados na Tabela 1 mostram que, na combinação de dois volumosos distintos, poderão ocorrer variações na composição da parede celular (FDN e/ou FDA) da mistura, o que poderá ocasionar dificuldades na atuação microbiana no processo digestivo, sem levar em consideração o efeito de outros componentes, como amido, sacarose, extrato etéreo, proteína bruta e minerais. AKIN (1975), citado por AKIN (1979), detectou diferenças na rigidez estrutural da parede celular entre forragens, o que foi detectado pelo processo de escaneamento em

microscopia eletrônica em diferentes capins, com distintas taxas e extensão de degradação da FDA. Pode-se deduzir que, com a combinação, os volumosos poderão interagir entre si e provocar efeitos positivos ou negativos no processo digestivo. ALLEN (1996) relatou que as características do alimento são altamente influenciadas pelas interações entre dieta, animal e microrganismos ruminais, afetando, assim, o tempo de permanência no rúmen e a atividade microbiana. No entanto, a exceção ocorreu a partir dos resultados químico-bromatológicos da mistura cana-de-açúcar com silagem de milho (CNSIL), a qual apresentou teores de FDN e FDA inferiores aos da silagem de milho e teores semelhantes aos da cana-de-açúcar. Os resultados de digestibilidade dos nutrientes avaliados (MS, FDN e FDA) obtidos com relação à cana-de-açúcar, à silagem de milho e à sua mistura estão apresentados na Tabela 2.

A partir dos resultados químico-bromatológicos dos volumosos exclusivos (Tabela 1), pode-se verificar que houve elevada variação nos seus componen-

tes nutricionais. A combinação desses volumosos pode influir positivamente ou negativamente sobre a qualidade nutricional, em relação a uma das fontes exclusivas. Essa combinação poderá afetar a fermentação dos alimentos no processo digestivo da MS em ruminantes. Segundo ALLEN (1997), o pH ruminal é um dos principais fatores que podem acarretar decréscimo na ingestão da MS, na digestibilidade da fibra e na produção microbiana.

A combinação de volumosos de alta com os de baixa qualidade só se justifica em caso de escassez de volumosos ou pela falta de outra alternativa. Entretanto, somente a composição químico-bromatológica do volumoso não é suficiente para avaliar sua qualidade. Por isso, há a necessidade de estudos sobre a digestibilidade da MS e de suas subfrações fibrosas para constatar a eficiência da utilização dos nutrientes.

Digestibilidade da matéria seca e produção de gás

Os resultados de digestibilidade dos volumosos exclusivos forneceram informações do que pode acon-

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica dos volumosos exclusivos ou combinados
Table 1 - Chemical composition of the exclusive or mixed roughages

Volumosos Roughages	MS % DM %	Frações (% MS) Fraction (% DM)									
		MM MM	PB CP	EE EE	CHOs CHOs	FDN NDF	FDA ADF	HEM HEM	CEL CEL	LIG* LIG	EB CE
CN ¹ SC	33,1	1,6	2,7	0,9	46,9	47,9	28,0	19,9	23,9	4,1	4259,4
SIL ¹ SIL	29,6	4,6	8,5	3,3	32,3	51,3	29,1	22,2	26,1	3,6	4415,1
CPN ¹ NEG	23,9	6,4	4,9	1,8	17,4	69,5	41,7	27,8	36,1	3,2	4463,6
CPV ¹ OEG	44,9	2,8	2,2	1,4	15,3	78,3	50,7	27,6	41,8	9,0	4105,5
CNSIL ² SCSIL	31,3	2,8	5,6	2,4	41,3	47,9	28,2	19,7	24,1	3,5	4447,6
CNCPN ² SCNEG	28,5	4,1	4,0	1,7	30,0	60,2	34,3	25,9	29,4	4,1	4258,8
CNCPV ² SCOEG	39,0	2,4	3,0	1,4	29,3	63,9	38,0	25,9	31,5	6,1	4212,4
SILCPN ² SILNEG	26,8	5,3	6,8	2,7	25,1	60,1	34,1	26,0	29,3	3,9	4489,7
SILCPV ² SILOEG	37,2	3,5	5,5	2,3	26,6	62,1	38,1	24,0	31,5	5,7	4396,5

LIG* lignina (em ácido sulfúrico a 72%), CHOs - carboidratos solúveis, MM - matéria mineral, EB - energia bruta (kcal/g de MS).

¹ Obs.: Volumosos exclusivos (CN - cana-de-açúcar - 1ª soca, RB72454; SIL - silagem de milho, XL360; CPN - capim-elefante, cv Taiwan 148 com 60 dias; CPV - capim-elefante, CV Taiwan 148, com 180 dias).

² Matéria seca estimada pela combinação de volumosos na proporção de 50% na MS (CNSIL - cana-de-açúcar + silagem de milho; CNCPN - cana-de-açúcar + capim-elefante com 60 dias; CNCPV - cana-de-açúcar + capim-elefante com 180 dias; SILCPN - silagem de milho + capim-elefante com 60 dias; SILCPV - silagem de milho + capim-elefante com 180 dias).

¹ Obs.: Exclusive roughages (SG - sugar cane - 1st regrowth, RB72454; SIL - corn silage, XL360; NEG - new elephantgrass, cv Taiwan 148 with 60 days; OEG - old elephantgrass, cv Taiwan 148 with 180 days).

LIG * lignin (in sulfuric acid at 72%), CHOs - soluble carbohydrates, MM mineral matter, CE - gross energy (kcal/g DM).

² Dry matter estimated by roughages mixtures in proportion of 50% in the DM (SCSIL - sugar cane + corn silage; SCEGN - sugar cane + elephantgrass with 60 days; SCEGO - sugar cane + elephantgrass with 180 days; SILEGN - corn silage + elephantgrass with 60 days; SILEGO - corn silage + elephantgrass with 180 days).

tecer com as combinações dos volumosos, com efeito benéfico ou não, dependendo da qualidade nutricional inicial. Na Tabela 2, pode-se observar que a digestibilidade da MS da silagem de milho (SIL) foi numericamente superior à dos demais volumosos exclusivos e estatisticamente superior ($P < 0,05$) aos resultados do capim-elefante com 180 dias (CPV). A digestibilidade da MS do capim-elefante com 60 dias (CPN) foi semelhante à da cana-de-açúcar e estatisticamente superior ($P < 0,05$) à do CPV, fato já esperado, tendo em vista o alto grau de lignificação que o mesmo apresentou em função de seu estágio de maturidade. O resultado da digestibilidade da MS da cana-de-açúcar (CN) foi estatisticamente superior ao resultado apresentado pelo CPV, por apresentar parede celular menos lignificada e elevados teores de CHOs (Tabela 1). Apesar de a cana-de-açúcar (CN) ter apresentado mesmo volume de gás da fração de

digestão lenta ($D = 7,5 \times 7,6$ mL), comparada ao capim-elefante de 180 dias (CPV), a CN apresentou maiores taxas de digestão rápida (B) e lenta (E), porém com mesmo “lag time” (C). Isso provavelmente está ligado aos teores de carboidratos solúveis, que proporcionaram maiores volumes de gás, como visto no parâmetro “A” na Tabela 3 (9,8 mL x 4,1 mL, respectivamente, CN e CPV), e assim contribuiu para maior produção total de gás (A+D).

A avaliação dos volumosos exclusivos pela produção de gás apresentou comportamentos semelhantes aos apresentados pelo resíduo remanescente da digestão (Tabela 3). Portanto, pode-se inferir que, entre os volumosos exclusivos analisados, a ordem do melhor para o de pior qualidade quanto à digestibilidade da MS foi a seguinte: SIL, CPN, CN e CPV, sendo que SIL, CPN e CN não diferiram estatisticamente.

Ao analisar os resultados obtidos quanto à

Tabela 2 - Valores médios da digestibilidade *in vitro*/gás da matéria seca (MS), da fibra em detergente neutro (FDN), da fibra em detergente ácido (FDA), da celulose (CEL), da lignina (LIG*) e da hemicelulose (HEM) dos volumosos exclusivos ou combinados, analisados pelo resíduo da digestão de 48 horas

Table 2 - Average values of the *in vitro*/gas digestibility of the dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA), cellulose (CEL), lignin (LIG*) and hemicellulose (HEM) roughages exclusive or mixtures, analyzed by the residue of the digestion for 48 h

Volumosos <i>Roughages</i>	Digestibilidade (%) ¹					
	MS <i>DM</i>	FDN <i>NDF</i>	FDA <i>ADF</i>	CEL <i>CEL</i>	LIG* <i>LIG*</i>	HEM <i>HEM</i>
CN	60,6 ^b	31,8 ^g	19,7 ^d	17,2 ^d	1,4 ^f	16,0 ^d
SC						
SIL	66,3 ^a	39,1 ^d	23,5 ^{bc}	21,7 ^{bc}	2,7 ^b	18,3 ^{bcd}
SIL						
CPN	61,5 ^{ab}	53,9 ^a	33,6 ^a	31,2 ^a	2,3 ^{cd}	22,6 ^a
NEGN						
CPV	34,6 ^d	35,4 ^{ef}	20,5 ^{cd}	19,3 ^{cd}	4,1 ^a	17,2 ^{cd}
OEG						
CNSIL	63,9 ^{ab}	33,6 ^{fg}	20,3 ^{cd}	17,6 ^{cd}	1,6 ^{ef}	15,9 ^d
SCSIL						
CNCPN	60,4 ^b	43,5 ^c	26,5 ^b	23,6 ^b	2,0 ^{de}	19,8 ^{abc}
SCNEG						
CNCPV	48,6 ^c	36,7 ^e	21,2 ^{cd}	18,8 ^{cd}	2,4 ^{bcd}	18,2 ^{bcd}
SCOEG						
SILCPN	62,1 ^{ab}	45,4 ^b	27,1 ^b	23,7 ^b	2,3 ^{bcd}	21,0 ^{ab}
SILNEG						
SILCPV	52,7 ^c	39,4 ^d	23,7 ^{bc}	20,4 ^{bcd}	2,7 ^{bc}	18,3 ^{bcd}
SILOEG						
CV (%)	3,1	1,7	5,3	6,8	5,0	6,1

¹ Digestibilidade com base em 100 mg de amostra na MS.

* Médias de “digestibilidade” (solubilidade) da lignina obtidas por duplicatas de amostras.

a, b, c, d, e, f, g - Médias seguidas de mesmas letras nas colunas não diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

CV (%) - coeficiente de variação (em porcentagem).

¹ Digestibility based on 100 mg sample in the DM.

* Means of “digestibility” (solubility) of the lignin obtained by duplicate of samples.

a, b, c, d, e, f, g - Means followed by the same letters in the columns do not differ by Tukey test ($P < 0,05$).

CV (%) - coefficient of variation (in percentage).

digestibilidade da MS dos volumosos combinados (Tabela 2), pode-se observar que houve efeito associativo tanto positivo quanto negativo para as misturas dos volumosos analisados. Esse fato pode ser observado na combinação de cana-de-açúcar com silagem de milho (CNSIL) e cana-de-açúcar combinada com o capim-elefante com 60 ou 180 dias (CNCNP e CNCPV).

Observou-se que, quando a cana-de-açúcar foi combinada com volumoso de baixa qualidade, ocorreu queda ($P < 0,05$) na digestibilidade da MS da mistura CNCPV, fato também observado pela produção total de gás, que, apesar de apresentar taxas de degradação (B e E) semelhantes a um dos volumosos de origem (CN ou CPV), não contribuiu para manter a qualidade nutricional da mistura (CNCPV) e, assim, foi estatisticamente inferior à CN (Tabela 3). Isso

talvez possa ser explicado pelo teor de 51,0% da FDA do capim-elefante com 180 dias. Van Soest (1966), citado por WILSON e HATFIELD (1997), mencionou que o conteúdo total de lignina da parede celular foi responsável pelo decréscimo de sua digestibilidade. Jacquet et al. (1995), citados por WILSON e HATFIELD (1997), demonstraram que a ligação entre os componentes da parede celular contribuiu para o maior impacto sobre o decréscimo da degradabilidade da MS.

A combinação da silagem de milho com cana-de-açúcar (CNSIL) proporcionou aumento na digestibilidade da MS em 3,1% em relação à cana-de-açúcar e acréscimo de 11,7% na produção total de gás (A+D), porém sem diferenças estatísticas (Tabelas 2 e 3). FERREIRA et al. (1989) estudaram a substituição de cana-de-açúcar por silagem de milho, nas

Tabela 3 - Comparação média dos parâmetros da cinética da digestão da matéria seca de volumosos exclusivos ou combinados, pelo método de digestibilidade *in vitro*/gás no período total de 48 horas

Table 3 - Average comparison of kinetics parameters of dry matter digestion of the roughages exclusive or mixed, by the *in vitro*/gas digestibility method, for 48 h

Volumosos <i>Roughages</i>	Parâmetros da cinética da digestão ¹ <i>Kinetic parameters of digestion¹</i>						R ²	pH
	A	B	C	D	E	A+D		
CN	9,8 ^a	0,20 ^a	1,3 ^c	7,5 ^c	0,031 ^{abc}	17,3 ^{abc}	0,998	5,7
SC								
SIL	7,7 ^b	0,09 ^c	2,5 ^a	11,7 ^a	0,032 ^{ab}	19,4 ^{ab}	0,998	5,8
SIL								
CPN	6,2 ^c	0,10 ^c	1,6 ^{bc}	10,7 ^{ab}	0,023 ^d	16,9 ^{bc}	0,998	5,8
NEG								
CPV	4,1 ^d	0,12 ^{bc}	1,4 ^{bc}	7,6 ^c	0,024 ^d	11,7 ^e	0,998	6,0
OEG								
CNSIL	8,2 ^b	0,16 ^{ab}	1,6 ^{bc}	11,4 ^{ab}	0,034 ^a	19,6 ^a	0,996	5,9
SCSIL								
CNCNP	6,3 ^c	0,18 ^a	0,7 ^d	10,6 ^{ab}	0,029 ^{abc}	16,9 ^{bc}	0,995	5,8
SCNEG								
CNCPV	6,3 ^c	0,18 ^a	0,5 ^d	7,8 ^c	0,027 ^{cd}	14,1 ^{de}	0,994	5,9
SCOEG								
SILCPN	7,0 ^{bc}	0,10 ^c	2,8 ^a	9,7 ^{abc}	0,030 ^{abc}	16,7 ^c	0,998	6,5
SILNEG								
SILCPV	6,9 ^{bc}	0,11 ^c	1,9 ^b	8,9 ^{bc}	0,027 ^{bcd}	15,8 ^{cd}	0,998	6,6
SILOEG								
CV (%)	6,7	11,1	12,8	10,1	6,5	5,6	-	-

¹ Parâmetros obtidos pela curva de produção de gás *in vitro* com base em 100 mg de matéria seca. Pelo modelo: $y = A / \{1 + \text{Exp} [2 + 4 * B * (C - t)]\} + D / \{1 + \text{Exp} [2 + 4 * E * (C - t)]\}$; em que: y = volume total de gás (mL); A e D = volume de gás (mL) da degradação da fração de digestão rápida ou lenta, respectivamente; B e E = taxas de degradações das frações de digestão rápida ou lenta (/h), respectivamente; C = "lag time" (h); R² = coeficiente de determinação.

a, b, c, d, e - Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

CV (%) - coeficiente de variação (em porcentagem).

¹ Parameters obtained by the curve of *in vitro* gas production based on 100 mg of dry matter. For the model: $y = A / \{1 + \text{Exp} [2 + 4 * B * (C - t)]\} + D / \{1 + \text{Exp} [2 + 4 * E * (C - t)]\}$, in that: y = total gas volume (mL); A and D = gas volume (mL) of the degradation of fast or slow digestion fraction, respectively; B and E = degradations rates of fast or slow digestion fractions (/h), respectively; C = lag time (h); R² = coefficient of determination.

a, b, c, d, e - Means followed by the same letters in the columns do not differ by Tukey test ($P < 0,05$).

CV (%) - coefficient of variation (in percentage).

proporções de 100% de silagem de milho, 100% de cana-de-açúcar ou combinações desses volumosos (50:50 e 25:75, respectivamente) como volumosos para novilhos confinados. Esses autores observaram superioridade da silagem de milho nos desempenhos dos novilhos em relação à cana-de-açúcar. A combinação da silagem de milho com a cana-de-açúcar resultou em aumento no consumo de matéria seca e no ganho de peso. FERREIRA et al. (1991) também obtiveram melhores resultados de ganho de peso e melhores conversões alimentares para os animais confinados que receberam silagem de milho ou mistura silagem/cana-de-açúcar na proporção de 1:1, além de menores custos da alimentação com a combinação dos volumosos. RUGGIERI et al. (1996), estudando a degradação *in situ* da matéria seca da cana-de-açúcar, da silagem de milho e da silagem de milho/cana-de-açúcar (1:1), observaram que a degradação da MS da silagem de milho foi semelhante à da cana-de-açúcar e da mistura silagem/cana-de-açúcar. PIRES et al. (1999), trabalhando com proporções de volumosos em dietas de vacas leiteiras, encontraram melhores resultados de produção para os animais que consumiram cana-de-açúcar combinada com a silagem de milho na proporção de 50% na matéria seca. Portanto, são resultados que evidenciam a qualidade nutricional da mistura, fato também observado no presente experimento.

Quando são combinados volumosos de alta qualidade com outros de menor qualidade, dificilmente consegue-se manter o mesmo valor nutricional, podendo ocorrer o “efeito associativo negativo”, descrito por SCHNEIDER e FLAT (1975). Esse fato poderá influenciar diretamente as respostas esperadas ao serem balanceadas rações para bovinos.

A combinação de silagem de milho com capim-elefante com 180 dias (SILCPV) mostrou queda acentuada (20,5% pela digestão pelo resíduo e 18,6% pela produção total de gás) e significativa na digestibilidade da MS da mistura, quando comparada com a silagem de milho (Tabelas 2 e 3). Estes resultados podem ser explicados pelo efeito associativo negativo: a mistura deve ter promovido as interações dos compostos fenólicos, como o ácido *p*-cumárico e o ácido ferúlico ou taninos, impedindo a atuação dos microrganismos ruminais na digestão da parede celular e de outros componentes. Barneman et al. (1986), citados por WILSON e MERTENS (1995), mostraram que, nos estudos *in vitro*, os principais compostos fenólicos da parede celular

foram o ácido ferúlico e o ácido *p*-cumárico, especialmente o ácido *p*-cumárico, que inibiu o crescimento e a atividade degradante da parede celular por meio das bactérias ruminais. MAKKAR e BECKER (1996) confirmaram, por meio de estudos, que a presença de taninos nos volumosos diminuiu acentuadamente a digestão de celulose pelos microrganismos ruminais.

A silagem de milho, quando bem confeccionada, é um volumoso de boa qualidade para ruminantes. Quando há necessidade de sua combinação com outro volumoso, haverá pelo menos tendência de decréscimo na digestibilidade da MS, tanto menor quanto melhor o outro volumoso empregado. Isso pode ser observado na Tabela 2, com as misturas SILCPN e CNSIL, apesar de não ter havido diferenças estatísticas entre os resultados dos volumosos de origem.

A mistura SILCPN apresentou resultados de digestibilidade da MS e produção total de gás estatisticamente semelhantes aos apresentados pela CPN (Tabelas 2 e 3). Esses resultados podem ser atribuídos à qualidade da parede celular do CPN, à superioridade dos resultados de digestibilidade da FDN e FDA, em relação aos demais volumosos (Tabela 2), e também à contribuição dos teores de CHOs da silagem de milho.

Para o CNCPN, a provável tendência de inferioridade, em termos numéricos, em relação ao CPN pode ser explicada pelos teores de lignina, que se mantiveram semelhantes ao da cana-de-açúcar. Jung e Vogel (1986), citados por JUNG (1989), afirmaram que as forragens jovens possuem baixa concentração relativa de lignina, mas pequeno aumento na lignificação tem relativo efeito negativo sobre a digestibilidade. Entretanto, pela produção total de gás, a mistura CNCPN apresentou resultados similares quanto ao parâmetro A+D, porém com taxas de degradação (B e E) superiores ao CPN ($P < 0,05$) e menor tempo de colonização microbiana (C) na produção de gás (Tabela 3).

Ao combinar volumosos como cana-de-açúcar ou silagem de milho com o capim-elefante de 180 dias, foi verificado efeito associativo positivo na digestibilidade da MS, sendo este sempre maior tanto quanto melhor a qualidade do volumoso exclusivo utilizado (Tabela 2). Esse fato foi constatado com as misturas CNCPV e SILCPV, estatisticamente superiores ao volumoso original, CPV, porém estatisticamente inferiores aos demais volumosos exclusivos integrantes da mistura (SIL e CN) (Tabelas 2 e 3).

Do ponto de vista nutricional não é justificada a

junção de volumosos de boa ou mediana qualidade a um de qualidade inferior. MINSON (1990) relatou que pode ocorrer sinergismo, quando uma espécie na mistura é deficiente em algum nutriente essencial e a outra espécie contém melhor nível desse nutriente.

Avaliando os resultados da digestibilidade da MS e da produção total de gás (Tabelas 2 e 3), pode-se constatar que o melhor volumoso para ruminantes foi a silagem de milho (SIL), seguida da mistura CNSIL, na proporção de 1:1 na MS, porém estatisticamente semelhantes. Logo em seguida vem a SILCPN, que não se diferenciou ($P>0,05$) dos resultados de digestibilidade da MS do capim-elefante com 60 dias (CPN). O mesmo ocorreu para a mistura CNCNP, que apresentou resultado semelhante tanto para cana-de-açúcar (CN) como para capim-elefante com 60 dias (CPN), isoladamente. Entretanto, ao combinar volumosos de alta a média qualidade (silagem de milho ou cana-de-açúcar, respectivamente) com volumosos de qualidade inferior, capim-elefante com 180 dias (CPV), o efeito associativo negativo foi evidente e significativo sobre a digestibilidade da MS da mistura (SILCPV e CNCNPV) em relação à silagem de milho e à cana-de-açúcar, porém em relação ao CPV o efeito associativo foi positivo e significativo (Tabelas 2 e 3).

Observando os resultados de digestibilidade da MS, FDN e FDA dos volumosos combinados obtidos pelo processo fermentativo, notou-se similaridade nos resultados de digestibilidade obtidos pelas médias aritméticas dos volumosos exclusivos. Como pode ser visualizado pelos resultados da digestibilidade de MS, FDN e FDA, a combinação CNSIL apresentou valores de 63,9; 33,6 e 20,3%, respectivamente, obtidos por fermentação microbiana. Os resultados de digestibilidade da MS obtidos por média aritmética da composição dos volumosos exclusivos (CN e SIL) foram de 63,4; 35,5 e 21,6%. Pode-se inferir, por estes resultados, que a estimativa da digestibilidade de volumosos combinados por intermédio das médias aritméticas entre os mesmos é mais um artifício a ser utilizado nas avaliações de alimentos para ruminantes, embora não correspondam precisamente à realidade em estudos com animais.

Digestibilidade da fibra em detergente neutro

A partir dos resultados apresentados na Tabela 2, foi observado que houve efeito associativo positivo dos volumosos com relação à digestibilidade da FDN, demonstrando que para cada tipo de volumoso associado há um efeito diferenciado. O efeito depende

dos níveis de combinação, do rearranjo das fibras, da qualidade dos volumosos, da maturidade da forrageira, da disponibilidade de substrato prontamente disponível para a atuação microbiana e da composição químico-bromatológica, fatores que são indispensáveis para a obtenção de bons resultados. VAN SOEST (1988) relatou que diferenças no tipo, no arranjo e no conteúdo dos tecidos foram responsáveis pelo grande potencial de digestibilidade de capins. TOURÉ et al. (1998) encontraram resultados que sugeriram que a combinação de três forrageiras, em dietas de ruminantes, influencia a digestão da MS pelas interações que ocorreram no processo digestivo.

Entre os volumosos exclusivos, a ordem decrescente na digestibilidade da FDN foi a seguinte: CPN, SIL, CPV e CN (Tabela 2). Extrapolando os resultados apresentados para ingestão de MS, poder-se-ia dizer que a cana-de-açúcar, pela ordem de classificação de digestibilidade da FDN, limitaria a ingestão de MS. Esse fato está de acordo com o preconizado por LENG (1988), o qual mencionou que a cana-de-açúcar foi o volumoso mais limitante da ingestão de MS, quando fornecida individualmente. No entanto, a digestibilidade da MS da cana-de-açúcar apresentou-se superior à do capim-elefante com 180 dias. Então, deduziu-se que, apesar de limitar a ingestão e digestão de MS ou FDN, pela qualidade da parede celular, o uso da cana-de-açúcar na nutrição de ruminantes compensaria pelo elevado conteúdo de CHOs, como fonte de energia para os animais.

Tomando por base a cana-de-açúcar (CN), foi observado que as digestibilidades da FDN das misturas CNCNPV e CNCNP foram estatisticamente diferentes da digestibilidade da FDN da cana-de-açúcar. Verificou-se que a parede celular do capim-elefante com 60 dias foi mais digestível que os demais tratamentos, fato justificado e constatado na Tabela 2 pelos resultados de digestibilidade da celulose (CEL) e hemicelulose (HEM), estatisticamente superiores aos dos demais volumosos analisados. A mistura CNSIL apresentou-se estatisticamente semelhante aos resultados de digestibilidade da FDN da cana-de-açúcar, porém, numericamente, a mistura CNSIL apresentou tendência de superioridade (5,4%) em relação à cana-de-açúcar. Resultados distintos foram encontrados por RUGGIERI et al. (1996), que estudaram a degradação *in situ* da FDN da cana-de-açúcar e da mistura silagem/cana (1:1) e observaram que na combinação de cana/silagem houve melhora na taxa de degradação da FDN, em relação à cana-de-açúcar.

Fazendo-se a mesma análise para silagem de milho (Tabela 2), pode-se constatar que as digestibilidades da FDN tanto desse volumoso como da mistura SILCPV não diferenciaram, porém ambas foram significativamente superiores à do capim-elefante com 180 dias (CPV).

Quando se combinou a silagem de milho com o capim-elefante com 60 dias (SILCPN), a digestibilidade da FDN aumentou significativamente (13,9%) em relação ao resultado obtido pela silagem de milho. Provavelmente, os teores de CEL (36,1%) e HEM (27,8%) apresentado pelo capim-elefante com 60 dias propiciaram acréscimo na digestibilidade da FDN do volumoso combinado (SILCPN). A mistura CNSIL apresentou-se estatisticamente inferior à digestibilidade da FDN da silagem de milho e semelhante à cana-de-açúcar. A partir desses resultados, deduz-se que, teoricamente, haveria ingestão de MS pelos animais, através da mistura CNSIL, superior à da própria cana-de-açúcar. Com relação às misturas SILCPN e CNCPN, teoricamente, os animais sempre as consumiriam em maiores proporções que a cana-de-açúcar (CN) ou a silagem de milho (SIL), por apresentarem maior digestibilidade da FDN ($P < 0,05$), havendo assim maior ingestão de MS, levando-se em consideração que a FDN é limitante da ingestão (Tabela 2).

Sendo o enchimento do rúmen um fator limitante de ingestão de forragem, Van Soest (1965), citado por ROBLES et al. (1981), sugeriu que a massa fibrosa no rúmen apresenta justamente a função de limitar a ingestão, quando o conteúdo de parede celular da dieta for de 60% ou mais, com base na MS. Mertens (1994), citado por BUXTON (1996), mencionou que o animal foi o maior regulador de ingestão de forragem, quando a dieta foi fornecida sem restrição, e a ingestão estaria associada a fatores físicos, fisiológicos e físico-químicos.

O efeito de enchimento do rúmen pela forragem está relacionado com a concentração em parede celular, enquanto a taxa de desaparecimento da forragem no rúmen está relacionada com a digestão e a taxa de passagem. Isso porque a concentração de FDN está intimamente relacionada com o potencial de ingestão da forragem (BUXTON, 1996).

Ao verificar os teores de FDN do CNSIL e CN (47,9%), podem-se observar as mesmas proporções na composição (Tabela 1). Com isso, o efeito associativo na composição químico-bromatológica

foi o principal causador da melhora da digestibilidade da MS e do aumento da digestão da FDN, quando comparada com a cana-de-açúcar (Tabela 2). Provavelmente, o teor de PB da silagem de milho compensou os teores de fibra da cana-de-açúcar, que apresentaram baixa qualidade. MARTIN et al. (1981) mencionaram que a proteína bruta exerce ação sobre a digestibilidade de outros nutrientes, particularmente sobre a parede celular, permitindo maior crescimento da flora microbiana.

A partir dos resultados apresentados na Tabela 2, observou-se que o volumoso de menor qualidade (CPV), quando associado ao de qualidade mediana (CN), propiciou aumento da digestibilidade da FDN do volumoso combinado, CNCPV, em relação ao CN. A exceção ficou para a SILCPV, que apresentou resultados estatisticamente semelhantes a um dos volumosos de origem (SIL). Neste contexto, pode-se inferir que essas misturas de volumosos ingeridas pelos animais permaneceriam por menos tempo no trato digestivo, apresentando assim maior taxa e extensão de digestão quando comparadas aos resultados do CPV. ROBLES et al. (1981) relataram que, com o aumento do tempo de retenção, poderia haver diminuição na taxa de digestão da MS e da parede celular, bem como na extensão da digestão. Isso sugere que a taxa e a extensão da digestão têm papel-chave na regulação da ingestão e na utilização de forragem.

A digestibilidade da FDN e da CEL do capim-elefante com 60 dias (CPN) foi superior à de todos os demais volumosos avaliados, ao passo que a digestibilidade da HEM não foi diferente da dos demais tratamentos (Tabela 2). Para os volumosos que foram combinados com o CPN houve melhores ($P < 0,05$) valores de digestibilidade da FDN (SILCPN e CNCPN).

Com relação à digestão da parede celular, a combinação da cana-de-açúcar com o capim-elefante de 180 dias proporcionou melhoria na digestibilidade da FDN da mistura CNCPV, em relação à cana-de-açúcar. Somente a digestibilidade da FDN da cana-de-açúcar foi estatisticamente inferior à maioria dos volumosos analisados, com exceção da CNSIL, que foi semelhante. Pode-se concluir que o baixo teor de PB (3,0%) e o alto teor de lignina (6,1%) talvez tenham influenciado negativamente a digestibilidade da FDN da mistura CNCPV. REID e STRACHAN (1974) relataram que a queda no conteúdo de PB de

10g/kg de MS foi acompanhada por aumento de 10g/kg de MS em carboidrato estrutural nos capins. Esse aumento em carboidrato estrutural foi atribuído ao decréscimo na utilização das cadeias de carbono para a síntese protéica e a produção de energia requerida para a redução de nitrato, que é o passo anterior à síntese protéica nos capins.

Evidências indicam que se houver queda de PB abaixo de 6 a 8% da dieta, na MS, a ingestão será deprimida, porém, grande proporção de forragens tropicais, particularmente de pastagens nativas, possui valores abaixo dessa faixa (MINSON, 1990).

Peyraud et al. (1997), citados por PEYRAUD e ASTIGARRAGA (1998), relataram que houve decréscimo de 0,06 unidades na digestibilidade da parede celular, com vacas leiteiras, quando o conteúdo de PB do capim diminuiu de 160 para 110 g/kg de MS. Isso pode estar relacionado às condições predominantes no rúmen, quando a atividade das bactérias celulolíticas foi desequilibrada pela falta de reserva de nitrogênio degradável (Kennedy et al., 1992, citados por PEYRAUD e ASTIGARRAGA, 1998). Esse fato também pode estar relacionado às características inerentes à parede celular das plantas. Valk et al. (1996), citados por PEYRAUD e ASTIGARRAGA (1998), indicaram que houve baixa taxa de degradação da parede celular com níveis reduzidos de fertilização nitrogenada. Esse efeito na digestibilidade da parede celular pode ser explicado pela grande variação na digestibilidade da matéria orgânica.

Digestibilidade da fibra em detergente ácido

Os resultados de digestibilidade da FDA dos volumosos exclusivos (Tabela 1), quando comparados entre si, apresentaram diferenças estatísticas apenas para o CPN, que foi superior aos demais volumosos exclusivos, provavelmente pela contribuição do principal componente da FDA, a celulose (CEL), que apresentou digestibilidade estatisticamente superior à dos demais volumosos exclusivos (Tabela 2).

Apesar de a digestibilidade da FDA do capim-elefante com 180 dias (CPV) diferir estatisticamente dos resultados do CPN, o mesmo apresentou superioridade em “digestibilidade” (solubilidade) da lignina (LIG) em relação aos demais volumosos (Tabela 2). A provável explicação para esse resultado pode ser atribuída aos elevados teores de lignina presentes, indicando o efeito de concentração. Akin (1988), citado por SUSMEL et al. (1990), mencionou que a taxa de fermentação da fibra depende principalmente da estrutura química da

lignina e de sua concentração. Relataram também que algumas bactérias e fungos poderiam fixar-se no xilema e na bainha do mestoma (estrutura dos feixes vasculares em folhas de capim), podendo em seguida degradar a lignocelulose, embora a relevância prática da degradação da lignina, em condições anaeróbicas, teria que ser ainda demonstrada.

A partir dos resultados apresentados, pode-se inferir que, entre os volumosos exclusivos, a ordem decrescente na digestibilidade da FDA foi: CPN, CPV, SIL e CN.

A digestibilidade da FDA da cana-de-açúcar combinada com os demais volumosos mostrou-se crescente de acordo com o tipo de volumoso associado (Tabela 2). Foi evidente e positivo o resultado de digestibilidade da FDA, quando combinada a cana-de-açúcar com o capim-elefante com 60 dias (CNCNP), o que diferiu estatisticamente do CPN, da CN, da CNCPV e da CNSIL.

O principal fator limitante da digestibilidade da MS é a FDA. Pode-se dizer que é um componente importante a ser avaliado na qualidade de volumosos exclusivos ou combinados. A lignina, por ser um dos principais componentes da fração fibrosa de volumosos, no caso o FDA, deve ser considerada limitante na digestão da parede celular no rúmen. Neste sentido, ALLEN e JUNG (1995) sugeriram que a concentração da lignina pode ser excelente medida para se determinar a qualidade da forragem.

A digestibilidade da FDA da silagem de milho (Tabela 2) foi estatisticamente semelhante à digestibilidade da FDA da mistura SILCPN. Isso mostra que parte do FDA do volumoso sofreu ataque microbiano, justamente por apresentar em sua composição a fração celulose, cuja digestibilidade foi de 23,7% para SILCPN e de 31,2% para o CPN (Tabela 2), contribuindo assim para os resultados de digestibilidade da FDA.

Quando se comparou a digestibilidade da FDA das misturas SILCPV e CNSIL com os dados da silagem de milho, não foram constatadas diferenças significativas. Isso é um indicativo de que a fração fibrosa (CEL e HEM) da silagem de milho tem contribuído para a manutenção dos valores de digestibilidade da FDA dos volumosos analisados, da SILCPV, CNSIL e SIL (Tabela 2). Entretanto, a digestibilidade da lignina (LIG) dos volumosos CN e CNSIL foi que apresentou os menores valores, contribuindo pouco nos resultados de digestibilidade da FDA (Tabela 2).

Ao combinar volumosos, o efeito associativo será positivo ou negativo, dependendo da qualidade dos volumosos empregados e do referencial para compa-

ração. Isso se torna evidente na junção de um alimento de boa qualidade com um de qualidade inferior, ou também quando os alimentos são de características químico-físicas distintas, como é o caso da silagem de milho, que é um volumoso fermentado, e a cana-de-açúcar, um volumoso com altos teores de sacarose em sua composição. Nesse caso, haverá efeito associativo negativo em relação ao volumoso de melhor qualidade, a silagem de milho. Entretanto, se a comparação for avaliada em relação ao volumoso de qualidade inferior, o efeito associativo será positivo. Portanto, o efeito associativo será positivo, quando houver aumento na digestibilidade tanto da MS quanto da FDN e da FDA, ou na digestibilidade de alguns dos componentes isolados da parede celular.

Conclusões

A similaridade nos resultados da mistura da cana-de-açúcar/silagem de milho, na proporção de 50% na MS, com os volumosos exclusivos que lhe deram origem é indício da qualidade da mistura no processo digestivo de ruminantes. Os volumosos associados ao capim-elefante de 60 dias, na proporção de 50% na MS, podem ser outra alternativa viável em nutrição de ruminantes, porém de menores taxas e extensão da degradação.

Referências Bibliográficas

- AKIN, D.E. 1979. Microscopic evaluation of forage digestion by rumen microorganisms: A review. *J. Anim. Sci.*, 48:701-710.
- ALLEN, M.S. 1996. Relationship between forage quality and dairy cattle production. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 59:51-60.
- ALLEN, M.S. 1997. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *J. Dairy Sci.*, 80:1447-1462.
- ALLEN, M.S. JUNG, H.G. 1995. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.*, 73:2774-2790.
- BUXTON, D.R. 1996. Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 59:36-49.
- CAMPOS, F.P., BOSE, M.L.V., BOIN, C. et al. 2000a. Avaliação do sistema de monitoramento computadorizado da digestão *in vitro*. 3 - Desaparecimento da matéria seca e/ou FDN pela produção de gás. *R. Bras. Zootec.*, 29:537-544.
- CAMPOS, F.P., LANNA, D.P.D., BOSE, M.L.V. et al. 2000b. Avaliação do sistema de monitoramento computadorizado da digestão *in vitro*. 1 - Testes preliminares. *R. Bras. Zootec.*, 29:525-530.
- FERREIRA, J.J., RIBEIRO, H.M., LOPES, H.O.S. Comparação de silagens de milho e de sorgo, cana-de-açúcar e suas misturas como volumosos para novilhos confinados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28, 1991. João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: SBZ, 1991, p.247.
- FERREIRA, J.J., SALGADO, J.G.F., MIRANDA, C.S. et al. Efeito da substituição da silagem de milho por cana-de-açúcar no desempenho de novilhos confinados In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 26, 1989, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1989. p.163.
- JUNG, H. G. 1989. Forage lignins and their effects on fiber digestibility. *Agron. J.*, 81:33-38.
- LENG, R.A. 1988. Limitación metabólicas en la utilización de la cana y sus derivados para el crecimiento e producción de leche en ruminantes. In: *Sistemas Intensivos para Producción Animal y Energía Renovable con Recursos Tropicales*. Cali, Colombia.
- MAKKAR, H.P.S., BECKER, K. 1996. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 63:211-228.
- MARTIN, L.C., AMMERMAN, C.B., HENRY, P.R. et al. 1981. Effect of level and form of supplemental energy and nitrogen on utilization of low quality roughage by sheep. *J. Anim. Sci.*, 53:479-485.
- MENKE, K.H., STEINGASS, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Develop.*, 28:7-55.
- MINSON, D.J. 1990. Forage factors controlling voluntary intake. Intake of forage by housed ruminants In: MINSON, D.J. (Ed.) *Forage in ruminant nutrition*. Academic Press, Inc. p.9-59.
- PELL, A.N., SCHOFIELD, P. 1993. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. *J. Dairy Sci.*, 76:1063-1073.
- PEYRAUD, J.L., ASTIGARRAGA, L. 1998. Review of the effect of nitrogen fertilization on the chemical composition, intake, digestion and nutritive value of fresh herbage: consequences on animal nutrition and N balance. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 72:235-259.
- PIRES, A.V., SIMAS, J.M.C., ROCHA, M.H.M. et al. Efeito da substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar no consumo de matéria seca, parâmetros ruminais, produção e composição do leite de vacas holandesas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre - RS. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1999, p.257.
- PORTELA, J.N., OLIVO, C.J., HEIMERDINGER, A. et al. Avaliação de cultivares de capim-elefante submetidas ao pastejo por vacas da raça Holandesa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: SBZ, 1996, p.139-43.
- PRESTON, T.R., LENG, R.A. 1981. Utilization of tropical feeds by ruminants. In: RUCKEBUSH, THIVEND (Ed.) *Digestive physiology and metabolism in ruminants*. Westport: AVI Publishing Company, Connect. p.621-640.
- PRESTON, T.R., LENG, R.A. 1984. Supplementation of diets based on fibrous residues and by-products In: SUNDSTOL, F., OWEN, E. (Ed.) *Straw and other fibrous by-products as feed*. Editora Elsevier. p.373-423.
- REID, R.L., STRACHAN, N.H. 1974. The effects of a wide range of nitrogen rates on some chemical constituents of the herbage from perennial ryegrass swards with and without white clover. *J. Agric. Sci.*, 83:893-401.
- ROBLES, A.Y., BELYEA, R.L., MARTZ, F.A. et al. 1981. Intake, digestibility, ruminal characteristics and rate of passage of orchardgrass diets fed to sheep. *J. Anim. Sci.*, 53:489-493.
- RUGGIERI, A.C., POSSENTI, R., GUIM, A. et al. Degradação *in situ* da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro

- de alguns volumosos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: SVZ, 1996. p.388-390.
- SCHNEIDER, B.H., FLATT, P.W. 1975. *The evaluation of feeds through digestibility experiments*. Georgia: University of Georgia Press. 423p.
- SUSMEL, P., STEFANON, B., MILLS, C.R. et al. 1990. Rumen degradability of organic matter, nitrogen and fiber fractions in forages. *Anim. Prod.*, 51:515-526.
- TOURÉ, S.F., MICHALET-DOREAU, B., TRAORÉ, E. et al. 1998. Occurrence of digestive interactions in tree forage-based diets for sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 74:63-78.
- VAN SOEST, P.J. 1988. *Nutritional ecology of the ruminant*. Corvallis, Oregon, EUA, OeB Books Inc. 374p.
- VAN SOEST, P.J. 1994. Integrated feeding systems In: VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press. p.140-55.
- WILSON, J.R., MERTENS, D.R. 1995. Cell wall accessibility and cell structure limitations to microbial digestion of forage. *Crop Sci.*, 35:251-259.
- WILSON, J.R., HATFIELD, R.D. 1997. Structure and chemical change of cell wall types during stem development: consequences for fiber degradation by rumen microflora. *Aust. J. Agricult.*, 48:165-180.

Recebido em: 27/11/00

Aceito em: 25/04/01