

CONSUMO VOLUNTÁRIO, DIGESTIBILIDADE APARENTE E CINÉTICA DIGESTIVA DE TRÊS FORRAGEIRAS EM OVINOS

IVES CLÁUDIO DA SILVA BUENO,^{1*} DORINHA MIRIAM SILBER SCHMIDT VITTI,¹
ADIBE LUIZ ABDALLA¹ E HELDER LOUVANDINI²

1. Laboratório de Nutrição Animal, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo (CENA-USP), Caixa Postal 96, CEP 13400-970, Piracicaba, SP, Brasil

2. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília (FAV-UnB), Caixa Postal 4.508, 70.910-970, Brasília/DF, Brasil

* E-mail: icsbueno@cena.usp.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o consumo voluntário, a digestibilidade aparente e a cinética digestiva de três forragens, com teores protéicos distintos, em ovinos. Utilizaram-se seis ovinos da raça Santa Inês (PV = 40 ± 5,7 kg), machos adultos, castrados e providos de cânulas ruminais. Optou-se pelo uso de fenos de alfafa (ALF), de braquiária (BRA) e de capim Tifton-85 (TIF) pelos seus teores de proteína bruta (PB), respectivamente, 191, 29 e 75 g kg⁻¹ MS. Alocaram-se os tratamentos e os animais em delineamento de dois quadrados latinos (três tratamentos, três períodos e seis animais). As dietas consistiam exclusivamente de ALF, BRA ou TIF e mistura mineral, oferecida separadamente. O ensaio de consumo voluntário foi realizado em baias individuais e os de digestibilidade e cinética digestiva, em gaiolas de metabolismo. Determinou-se a digestibilidade aparente por coleta total de fezes. Estimou-se a cinética digestiva mediante o uso de Co-EDTA

e fibra Cr-mordantada como marcadores das fases líquida e sólida, respectivamente. Compararam-se as médias por teste de Tukey. O consumo voluntário de MS do tratamento ALF foi maior ($P < 0,05$) que os tratamentos BRA e TIF, o que refletiu a forte relação entre consumo e teor de proteína na dieta. Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS e da MO também foram superiores ($P < 0,05$) para ALF. A digestibilidade aparente da proteína bruta mostrou diferenças ($P < 0,05$) entre os três tratamentos, sendo ALF (0,694) a mais alta que se observou, seguida por TIF (0,500). Para o tratamento BRA, essa variável foi praticamente nula (0,001), indicando déficit protéico intenso. O consumo voluntário e a digestibilidade aparente dos alimentos testados receberam influência da composição química e da cinética digestiva. Alimentos com baixo teor protéico prejudicaram a digestibilidade aparente de nutrientes, diminuindo, próximo à nulidade, para a proteína do tratamento BRA.

PALAVRAS-CHAVES: Alfafa, braquiária, marcadores, nutrição, ruminantes, Tifton.

ABSTRACT

VOLUNTARY INTAKE, APPARENT DIGESTIBILITY AND DIGESTA KINETICS OF THREE PROTEIN-LEVEL FORAGES FED TO SHEEP

The aim of this work was to evaluate the voluntary intake, apparent digestibility and digesta kinetics of three protein-level forages fed to Santa Inês sheep. Six sheep (LW = 40 ± 5.7 kg) fitted with rumen cannulas were used. Lucerne (LUC), signalgrass (SIG) and Tifton-85 grass (TIF) hays were chosen due to their crude protein (CP) content (respectively, 191, 29 and 75 g kg⁻¹ DM). Treatments and

animals were fitted in a double Latin square (3 treatments, 3 periods, 6 animals). To measure the voluntary intake, animals were kept in individual stall with free access to water and food, during the first phase of each period. The feed consisted exclusively of LUC, SIG or TIF and mineral supplementation. Apparent digestibility was determined by total faeces collection. Digesta kinetics was estimated

using Co-EDTA and Cr mordant fibre as markers to liquid and solid phases, respectively. Means were compared by Tukey test. Dry matter voluntary intake of treatment LUC was higher ($P < 0.05$) than treatments SIG and TIF and it reflected the strong relationship between intake and protein content in the diet. Dry matter and organic matter apparent digestibility coefficients were superior ($P < 0.05$) for LUC. Crude protein apparent digestibility showed differences

($P < 0.05$) between the three treatments, being LUC (0.694) the highest observed followed by TIF (0.500). Crude protein apparent digestibility of SIG was practically null (0.001), indicating intense protein deficit. Dry matter voluntary intake and digestibility of tested feeds were influenced by chemical composition and digestion kinetics. Low protein feeds had a prejudicial effect in nutrient apparent digestibility, decreasing until nullity for protein of treatment SIG.

KEY-WORDS: Lucerne, marker, nutrition, ruminant, signalgrass, Tifton.

INTRODUÇÃO

As forragens representam os ingredientes mais abundantes em dietas para ruminantes. Nos trópicos, as forragens tendem a apresentar alta variação em quantidade e qualidade (ROMNEY & GILL, 2000). Além disso, como mencionado por BEEVER & MOULD (2000), a diversidade das forragens oferece, ao mesmo tempo, oportunidades e desafios para o uso desses alimentos nas dietas para ruminantes, porque muitas das forrageiras, atualmente disponíveis nos trópicos, têm baixo teor protéico e/ou proteína de baixa digestibilidade.

O consumo é provavelmente o fator mais importante para determinar o desempenho animal e está relacionado ao perfil de nutrientes do alimento que podem ser digeridos. O consumo de alimento pelos ruminantes é regulado por fatores físicos e metabólicos (ROMNEY & GILL, 2000). Além disso, os mamíferos em geral, e particularmente os ruminantes, têm apresentado preferências (seletividade) por alimentos que conciliem teores protéico e energético que maximizem a produtividade animal (KYRIAZAKIS & OLDHAM, 1997; ELLIS et al., 2000), o que, algumas vezes, pode diminuir o consumo total de matéria seca.

Se, por um lado, o consumo depende da digestibilidade, por outro, a digestibilidade também depende do consumo e ambos dependem da cinética digestiva. A quantidade total de nutrientes absorvidos desses alimentos é a chave para determinar seu valor nutricional. O consumo e a digestibilidade são parâmetros fundamentais para qualquer sistema de avaliação de alimentos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o consumo voluntário, a digestibilidade aparente e a cinética digestiva de três forragens, com teores protéicos distintos, oferecidas a ovinos.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e animais

O experimento foi realizado nas instalações do Laboratório de Nutrição Animal, do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, *campus* de Piracicaba.

Antes do experimento, seis ovinos castrados da raça Santa Inês foram submetidos à cirurgia para colocação de cânulas ruminais. Ao início do experimento, os animais apresentaram peso vivo médio de $40 \pm 5,7$ kg.

Período experimental

O experimento consistiu de três períodos consecutivos de 28 dias cada. Os primeiros oito dias foram usados para adaptação às dietas e às condições experimentais. Entre os dias 9 e 18, mensurou-se, diariamente, o consumo voluntário de matéria seca (CVMS). Entre os dias 19 e 21 de cada período, os animais ficaram em adaptação às gaiolas de metabolismo. Às 8 horas do dia 22, procedeu-se à introdução dos marcadores diretamente no rúmen, através das cânulas. Durante os dias 22 a 26, coletaram-se amostras para o ensaio de cinética digestiva. O ensaio de digestibilidade foi realizado do 23º ao 27º dia de cada período.

Tratamentos

Os fenos escolhidos para este experimento, tendo como principal critério seus teores de pro-

teína bruta (PB), foram: alfafa (*Medicago sativa*), braquiária (*Brachiaria decumbens* cv. Basilinsk) e capim Tifton-85 (*Cynodon* sp.), aqui denominados ALF, BRA e TIF, respectivamente.

Todos os fenos foram quimicamente caracterizados (Tabela 1) de acordo com a AOAC (1995) (MS: matéria seca – n° 930.15; MO: matéria orgânica – n° 942.05; PB: proteína bru-

ta – como $6,25 \times N - n^{\circ} 954.01$ – e FDA: fibra em detergente ácido – n° 973.18) e com MERTENS (2002) (FDN: fibra em detergente neutro e LDA: lignina em detergente ácido). Também determinaram-se os teores de proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e estimados os de hemicelulose e celulose.

TABELA 1. Composição química (g kg⁻¹ MS) de fenos de alfafa (ALF), de braquiária (BRA) e de capim Tifton-85 (TIF)

Fenos	Composição [†]								
	MS [‡]	MO	FDN	FDA	LDA	HCEL	CEL	PIDA	PB
ALF	841	900	521	418	106	103	307	21	191
BRA	852	926	778	470	61	308	382	8	29
TIF	849	907	804	461	66	343	361	16	75
e.p.d. [¶]	1,3	2,9	11,0	8,3	4,0	6,6	4,9	0,7	2,9

† MS= matéria seca; MO= matéria orgânica; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; LDA= lignina em detergente ácido; HCEL= hemicelulose; CEL= celulose; PIDA= proteína insolúvel em detergente ácido (NIDA×6,25); PB= proteína bruta

‡ = em g kg⁻¹ matéria original

¶ e.p.d.= erro-padrão da diferença entre as médias.

Ensaio de consumo voluntário de matéria seca (CVMS)

Mantiveram-se os animais em baias individuais com livre acesso à água e ao alimento. A dieta consistia exclusivamente do tratamento (ALF, BRA ou TIF) e suplementação mineral comercial para ovinos. A alimentação foi oferecida duas vezes ao dia (50 % às 8:30 h e 50 % às 16:30 h) e as sobras eram recolhidas na manhã seguinte (8:00 h), antes do fornecimento dos alimentos.

Amostras diárias dos alimentos oferecidos e recusados foram coletadas para determinação do teor de MS em estufa com circulação forçada de ar, a 60 °C, por 48 h.

Calculou-se o CVMS como a diferença entre as quantidades de matéria seca oferecida e refugada. Para assegurar regime alimentar *ad libitum*, as dietas foram oferecidas em quantidade para permitir entre 10% e 20 % de sobras. Com sobras inferiores a 10% ou superiores a 20 %, ajustava-se, sempre, a quantidade oferecida para esse intervalo.

Ensaio de digestibilidade aparente

Durante este ensaio, procedeu-se ao controle do consumo e da excreção fecal de cada animal. A quantidade oferecida de alimento foi de 90 % da média do CMVS, calculada individualmente para cada animal, que permaneceram em gaiolas de metabolismo.

Amostras diárias (10 % do total) de alimentos oferecidos e refugados e também das fezes foram tomadas para determinações químicas. Ao final de cada período experimental, fez-se a mistura das amostras, proporcionalmente, formando uma amostra composta por animal.

Calcularam-se os coeficientes de digestibilidade aparente para cada unidade dietética dos alimentos.

Ensaio de cinética digestiva

Como marcadores para estimativa de trânsito de digesta foram usados o sal NaCoEDTA.3H₂O (Co-EDTA), para marcar a fase líquida, e a fibra mordantada com cromo (CR-FDN), para marcar a

fase sólida. Prepararam-se os marcadores segundo UDÉN et al. (1980). As doses utilizadas foram de 50 g de Cr-FDN por animal e 1,38 g Co-EDTA por kg de matéria seca consumida, as quais foram aplicadas imediatamente antes da primeira refeição do dia 22.

Efetuarão-se as coletas de amostras de fezes para determinação de marcadores de trânsito de digesta através do trato gastrointestinal nos seguintes horários: 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 48, 70, 72, 84, 96, 108, 120, 132 e 144 h após a introdução dos marcadores.

Determinaram-se os marcadores (Cr e Co) por fluorescência de raios X por dispersão de energia (NASCIMENTO FILHO, 1999), ajustando-se os resultados pelo modelo bicompartimental de GROVUM & WILLIAMS (1973).

Análise estatística

Para o delineamento estatístico, utilizaram-se dois quadrados latinos amalgamados (três tratamentos, três períodos e seis animais), conforme mencionado em MEAD et al. (1996). Os dados foram submetidos à análise de variância de acordo com o seguinte modelo:

$$y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + P_k + e_{ijk}$$

em que: y_{ijk} = variável dependente;

μ = média geral;

T_i = efeito dos tratamentos ($i = 1$ to 3);

A_j = efeito dos animais ($j = 1$ to 6)

P_k = efeito do período ($k = 1$ to 3)

e_{ijk} = resíduo.

Para a análise estatística, utilizou-se o PROC GLM (General Linear Model) do programa estatístico SAS (Statistical Analysis System) (SAS, 2000). O nível de probabilidade para aceitação ou rejeição no teste de hipóteses foi de 5 %. Compararam-se as médias pelo teste de Tukey e utilizou-se o erro-padrão da diferença entre as médias (e.p.d.) para ilustrar as significâncias.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Consumo voluntário de matéria seca

Observou-se maior consumo voluntário de matéria seca ($P < 0,01$) naqueles animais alimentados com tratamento ALF (Tabela 2). O consumo de ALF apresentou-se maior para todos os animais e, de modo oposto, BRA foi o feno menos consumido. Porém, estatisticamente, não houve diferença ($P = 0,08$) entre os tratamentos BRA e TIF, provavelmente em virtude do pequeno número de observações.

TABELA 2. Consumo voluntário de material seca (CVMS) e consumo de nutrientes (em g.kg⁻¹ PV dia⁻¹), durante ensaio de digestibilidade aparente, de feno de alfafa (ALF), de braquiária (BRA) e de capim Tifton-85 (TIF) por ovinos

Parâmetros	Tratamentos			e.p.d. [†]
	ALF	BRA	TIF	
CVMS‡				
g dia ⁻¹	1463,9 ^a	750,4 ^b	928,8 ^b	101,81
g kg ⁻¹ PV dia ⁻¹	35,5 ^a	19,2 ^b	23,0 ^b	1,94
g kg ^{-0.75} PV dia ⁻¹	89,9 ^a	47,8 ^b	57,8 ^b	5,20
Consumo de nutrientes¶				
Matéria seca	28,5 ^a	15,8 ^c	18,9 ^b	1,16
Matéria orgânica	25,8 ^a	14,6 ^c	17,2 ^b	1,08
Fibra em detergente neutro	14,9 ^a	12,2 ^b	15,2 ^a	0,77
Fibra em detergente ácido	12,0 ^a	7,3 ^c	8,7 ^b	0,57
Hemicelulose	2,9 ^c	4,9 ^b	6,5 ^a	0,24
Celulose	8,9 ^a	6,0 ^c	6,8 ^b	0,41
Proteína bruta	5,4 ^a	0,5 ^c	1,4 ^b	0,16

† e.p.d.= Erro-padrão da diferença entre as médias

‡ = nível alimentar: *ad libitum*

¶ = nível alimentar: 90 % do CVMS

a,b,c = médias com diferentes sobrescritos, nas linhas, diferem entre si ($P < 0,05$).

Os valores observados de CVMS são bastante semelhantes aos encontrados na literatura para dietas exclusivas de volumosos, porém, abaixo dos valores das tabelas de exigência do NRC (1985), que aponta para ovinos em terminação, com peso vivo médio de 40 kg, consumo diário de 1,6 kg MS (ou seja, 40 g kg⁻¹ dia⁻¹). CVMS dessa ordem apenas seria possível com forragens de alta qualidade ou, então, com a suplementação de concentrados, pois a dieta necessitaria ter teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) ao redor de 750-800 g kg⁻¹.

O CVMS encontrado para BRA é bastante similar àquele encontrado por KORNDÖRFER (1999) (20,3 g kg⁻¹ PV dia⁻¹), mesmo sendo seu feno com teor protéico mais elevado (61 g PB kg⁻¹ MS). A média observada para o CVMS de ALF (1464 g d⁻¹, ou seja, 35,5 g kg⁻¹ PV dia⁻¹) foi superior aos consumos de feno de alfafa, relatados por KORNDÖRFER (1999) (22,7 g kg⁻¹ PV dia⁻¹), por MOREIRA et al. (2001) (26,9 g kg⁻¹ PV dia⁻¹) e por GOSELINK et al. (2004) (1.166 g dia⁻¹). Isso talvez seja reflexo do teor de PB de ALF (191 g kg⁻¹ MS), que foi ligeiramente superior quando comparado aos teores de fenos utilizados naqueles trabalhos (respectivamente, 140, 180 e 171 g PB kg⁻¹ MS).

A Figura 1 ilustra como o teor de proteína interfere no CVMS. Este fato é mencionado por ELLIS et al. (2000) como comportamento normal para alimentos com teores protéicos diferentes.

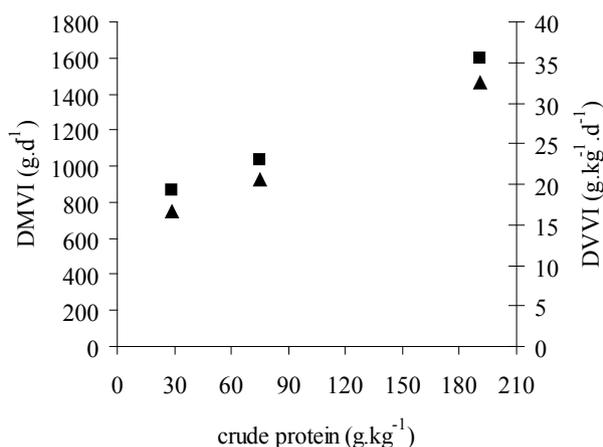


FIGURA 1. Relação entre teor de proteína bruta e consumo voluntário de matéria seca (CVMS), em g dia⁻¹ (▲) e em g.kg⁻¹ PV.dia⁻¹ (■)

Digestibilidade aparente

Conforme mencionado, durante o ensaio de digestibilidade aparente, os animais foram alimentados com 90 % do CVMS, para minimizar a seletividade e forçá-los a consumir todo o alimento. Mesmo agindo dessa forma, alguns animais recusaram ingerir certas frações dos alimentos. O consumo de MS dos tratamentos durante este ensaio correspondeu a 80,3; 82,3 e 82,2 % do CVMS, respectivamente, para ALF, BRA e TIF. O consumo de nutrientes durante este ensaio é apresentado na Tabela 2.

Durante o ensaio de consumo voluntário, quando os animais foram alimentados à vontade (*ad libitum*), os valores de CVMS dos tratamentos BRA e TIF não diferiram entre si ($P > 0,05$). Porém ambos foram diferentes do CVMS de ALF ($P > 0,05$), durante o experimento de digestibilidade, em que os animais foram alimentados em nível de restrição (quantidade oferecida correspondia 90% CMVS). Nesse caso, o consumo de MS foi diferente para os três tratamentos, sendo o maior consumo de MS observado para ALF (28,5 g kg⁻¹ PV dia⁻¹) e o menor para BRA (15,8 g kg⁻¹ PV dia⁻¹).

Embora ALF tenha apresentado o menor teor de FDN (Tabela 1), com o maior nível de consumo de MS (Tabela 2), o consumo de FDN de ALF foi similar ($P > 0,05$) ao de TIF. Como a parede celular de ALF é mais lignificada que a das gramíneas, o consumo de hemicelulose de ALF foi o menor dos três tratamentos ($P < 0,05$).

Os coeficientes de digestibilidade (Tabela 3) de FDN, FDA, hemicelulose e celulose não diferiram ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Os maiores coeficientes de digestibilidade aparente das frações MS, MO e PB foram obtidos para o tratamento ALF ($P < 0,05$). A MS e a MO de BRA e TIF foram digeridas de forma semelhante ($P > 0,05$), mas a PB de TIF foi digerida mais eficientemente que a de BRA ($P < 0,05$). A digestibilidade aparente da proteína de BRA aproximou-se da nulidade. Cabe aqui enfatizar que BRA era o tratamento de menor teor protéico (apenas 29 g kg⁻¹ MS) e que os coeficientes apresentados na Tabela 3 são referentes à digestibilidade aparente. Isso não implica dizer que a

PB de BRA é praticamente indigestível, mas sim que a quantidade de proteína digerida foi insuficiente para suplantar àquela de origem endógena dispendida pelos animais.

Quando a digestibilidade aparente dos nutrientes é analisada não pelos seus coeficientes, mas pela quantidade de nutrientes digerida diariamente por unidade de peso vivo (Tabela 3), diferenças que outrora não tenham sido detectadas agora são. Animais alimentados com ALF digeriram mais FDA e celulose que os alimentados com BRA e TIF ($P < 0,05$). No entanto, os animais alimentados com ALF digeriram menor quantidade de hemicelulose ($1,34 \text{ g kg}^{-1} \text{ PV dia}^{-1}$), enquanto aqueles alimentados com TIF foram os que digeriram maior quantidade ($3,42 \text{ g kg}^{-1} \text{ PV dia}^{-1}$).

Na literatura, muitos são os trabalhos sobre a digestibilidade de dietas contendo os fenos aqui estudados, mas são escassos os que usaram dietas exclusivas desses alimentos, ou seja, sem a suplementação com concentrados ou outros volumosos.

MOREIRA et al. (2001) obtiveram, para feno de alfafa, coeficientes de digestibilidade para ovinos de 0,565; 0,579; 0,490 e 0,739, respectivamente, para MS, MO, FDN e PB. Os coeficientes de KORNDÖRFER (1999) para feno de alfafa foram de 0,583; 0,570; 0,482; 0,456 e 0,626, respectivamente, para MS, MO, FDN, FDA e PB. Esses valores são muito similares aos obtidos para o tratamento ALF (Tabela 3).

TABELA 3. Coeficientes de digestibilidade aparente e quantidades ($\text{g kg}^{-1} \text{ PV dia}^{-1}$) digeridas diariamente de nutrientes de fenos de alfafa (ALF), de braquiária (BRA) e de capim Tifton-85 (TIF) por ovinos

Parâmetros	Tratamentos			e.p.d. [†]
	ALF	BRA	TIF	
Digestibilidade aparente				
Matéria seca	0,552 ^a	0,470 ^b	0,446 ^b	0,0214
Matéria orgânica	0,569 ^a	0,500 ^b	0,463 ^b	0,0226
Fibra em detergente neutro	0,443 ^a	0,480 ^a	0,468 ^a	0,0302
Fibra em detergente ácido	0,441 ^a	0,445 ^a	0,426 ^a	0,0279
Hemicelulose	0,445 ^a	0,527 ^a	0,524 ^a	0,0545
Celulose	0,564 ^a	0,557 ^a	0,554 ^a	0,0348
Proteína bruta	0,694 ^a	0,001 ^c	0,500 ^b	0,0497
Nutrientes digeridos				
Matéria seca	15,71 ^a	7,40 ^b	8,44 ^b	0,783
Matéria orgânica	14,69 ^a	7,25 ^b	7,95 ^b	0,751
Fibra em detergente neutro	6,62 ^a	5,85 ^a	7,12 ^a	0,612
Fibra em detergente ácido	5,28 ^a	3,25 ^b	3,71 ^b	0,402
Hemicelulose	1,34 ^c	2,57 ^b	3,42 ^a	0,264
Celulose	5,02 ^a	3,32 ^b	3,79 ^b	0,345
Proteína bruta	3,74 ^a	0,01 ^c	0,72 ^b	0,096

[†] e.p.d.= erro-padrão da diferença entre as médias

a,b,c = médias com diferentes sobrescritos, nas linhas, diferem entre si ($P < 0,05$).

YAHAYA et al. (2001) obtiveram, para alfafa fresca, coeficientes de digestibilidade de MS, de hemicelulose e de celulose maiores (0,671; 0,838 e 0,679, respectivamente) que os dados apresentados na Tabela 3; no entanto, seus

valores para PB (0,671) foram similares àqueles aqui apresentados (0,694).

Os coeficientes de digestibilidade aparente de BRA e TIF são próximos àqueles encontrados por KORNDÖRFER (1999), CABRAL FILHO

(1999) e SILVA (2004), com exceção da digestibilidade aparente da PB de BRA, que ficou muito aquém da observada por KORNDÖRFER (1999).

Cinética digestiva

Nas Figuras 2 e 3, são apresentados, respectivamente, os perfis de concentração de Cr e Co nas fezes. Graficamente, pode-se observar que o aparecimento de Cr e de Co nas fezes dos animais alimentados com ALF ocorreu antes dos demais. As maiores concentrações de Cr e Co também foram observadas para ALF. O nível basal de Cr foi semelhante para os três tratamentos (Figura 2), mas o de Co foi superior para ALF (Figura 3). Esses níveis foram atingidos novamente nas fezes dos animais alimentados com ALF mais rapidamente que nas fezes daqueles alimentados com BRA e TIF. O que se observa graficamente, nas Figuras 2 e 3, pode ser mais bem analisado após o refinamento das curvas de excreção através do ajuste dos dados pelo modelo de GROVUM & WILLIAMS (1973) (Tabela 4).

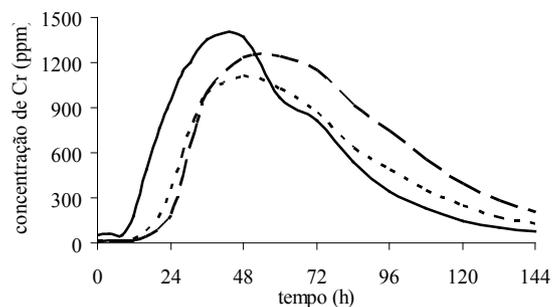


FIGURA 2. Perfis da excreção fecal de cromo por ovinos alimentados com fenos de alfafa (ALF – linha contínua) de braquiária (BRA – linha tracejada) e de Tifton-85 (TIF – linha pontilhada).

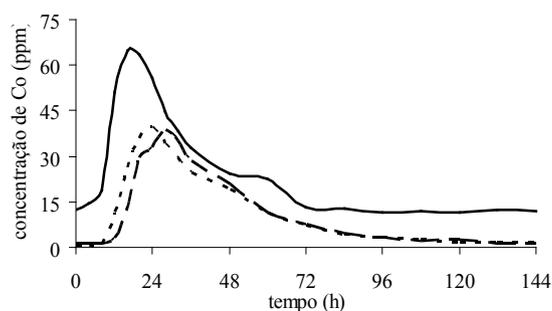


FIGURA 3. Perfis da excreção fecal de cobalto por ovinos alimentados com fenos de alfafa (ALF – linha contínua) de braquiária (BRA – linha tracejada) e de Tifton-85 (TIF – linha pontilhada).

TABELA 4. Parâmetros da cinética das fases sólida e líquida das digestas de ovinos alimentados com fenos de alfafa (ALF), de braquiária (BRA) e de capim Tifton-85 (TIF), estimados pelo uso de fibra Cr mordantada e Co-EDTA como marcadores

Parâmetros [†]	Tratamentos			e.p.d. [‡]
	ALF	BRA	TIF	
Fase sólida				
k_1 (h ⁻¹)	0,0301 ^a	0,0204 ^b	0,0244 ^b	0,00207
k_2 (h ⁻¹)	0,1429 ^a	0,1378 ^a	0,1527 ^a	0,01020
TT (h)	34,90 ^a	17,36 ^b	17,09 ^b	3,856
TMR ₁ (h)	33,37 ^b	52,33 ^a	42,21 ^{ab}	5,799
TMR ₂ (h)	7,23 ^a	7,40 ^a	6,62 ^a	0,528
TMRT (h)	75,50 ^a	77,09 ^a	65,92 ^a	6,527
Fase líquida				
k_1 (h ⁻¹)	0,0271 ^b	0,0324 ^{ab}	0,0376 ^a	0,00281
k_2 (h ⁻¹)	0,1396 ^c	0,1891 ^b	0,2595 ^a	0,01900
TT (h)	21,73 ^a	2,91 ^b	4,48 ^b	2,994
TMR _{pool1} (h)	37,05 ^a	31,21 ^b	27,26 ^b	2,510
TMR _{pool2} (h)	7,37 ^a	5,33 ^b	4,00 ^c	0,467
TMRT (h)	66,5 ^a	39,45 ^b	35,73 ^b	3,828

[†] = Parâmetros do modelo de GROVUM & WILLIAMS (1973), em que k_1 e k_2 são taxas de trânsito através dos compartimentos 1 e 2; TT é o tempo de trânsito, TMR₁ and TMR₂ são tempos médios de retenção nos compartimentos 1 e 2; e TMRT é o tempo médio de retenção total-padrão da diferença entre as médias a,b,c = Médias com diferentes sobrescritos, nas linhas, diferem entre si ($P < 0,05$).

Cr e Co passaram a ser detectados, nas fezes, em concentrações acima das basais, após 12 horas da introdução dos marcadores. As taxas de recuperação médias de Cr e Co neste experimento foram de 0,827 e 0,506, respectivamente.

Na interpretação do modelo de GROVUM e WILLIAMS (1973), há dois compartimentos de mistura que ocasionam detrimento de fluxo, compartimentos 1 e 2. Para efeito de discussão, assumiu-se como compartimento 1 o rúmen e como compartimento 2 o ceco.

A taxa de escape de material particulado (Tabela 4) do rúmen (k_1) foi maior para ALF. Como as partículas de ALF, geradas após mastigação, são, em teoria, menores, mais densas e mais compactas, estas teriam maiores chances de deixar o rúmen com maior rapidez, o que se comprova com dados. Outra hipótese seria o maior consumo de ALF. Como o consumo foi maior, para manter um mesmo volume ruminal, o conteúdo ruminal é forçosamente impelido a escapar do rúmen. Uma terceira razão refere-se ao perfil de nutrientes de ALF, que permitiram uma mais rápida degradação, o que teria promovido um escape mais rápido.

Sendo o tempo médio de retenção (TMR) estimado como o inverso da taxa de passagem (k), o menor TMR no rúmen foi observado para ALF, não diferindo, porém, de TIF ($P > 0,05$). Embora KORNDÖRFER et al. (2001) tenham trabalhado com o modelo de DHANOA et al. (1985) para ajuste de seus dados, seus resultados para TMR no rúmen foram de 30,2; 42,0 e 34,4 h, respectivamente para feno de alfafa e de braquiárias com 28 e 56 dias de idade. O elevado TMR no rúmen para BRA (52,33 h) pode ser atribuído à baixa atividade microbiana decorrente do teor insuficiente de PB para seu desenvolvimento.

Ainda para fase sólida, os valores de k_2 , TMR no ceco e TMR total (TMRT) (Tabela 4) não diferiram significativamente entre os tratamentos ($P > 0,05$). O maior tempo de trânsito (TT) foi observado para o tratamento ALF ($P < 0,05$).

Comparando-se os valores de k_1 para material solúvel com aqueles obtidos para fase sólida (Tabela 4), a situação se inverte, como também foi observado por KORNDÖRFER et al. (2001).

HUHTANEN & HRISTOV (2001), usando fibra complexada com ^{15}N como marcador interno para estimar cinética de passagem em bovinos, encontraram k_1 e k_2 para feno de alfafa variando, respectivamente, de 0,035 a 0,044 e de 0,119 a 0,431 h^{-1} . DETMANN et al. (2001), usando fibra Cr mordantada para estimar cinética de passagem em também bovinos, mas sob condição de pastejo em braquiária, observaram valores de k_1 e k_2 variando de 0,047 a 0,071 e de 0,117 a 0,131 h^{-1} , respectivamente, os quais são semelhantes aos relatados aqui.

CONCLUSÕES

O consumo voluntário de matéria seca, a digestibilidade e a cinética digestiva dos alimentos foram influenciados pela composição química dos alimentos. Sendo o teor de PB a principal diferença nutricional dos alimentos, a proteína influenciou os parâmetros estudados.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento deste projeto (nº 98/10347-6).

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC**. 16. ed. Arlington: AOAC, 1995. v.1, p. 1-30.
- BEEVER, D.E.; MOULD, F.L. Forage evaluation for efficient ruminant livestock production. In: GIVENS, D.I.; OWEN, E.; AXFORD, R.F.E.; OMED, H.M. (Eds.). **Forage evaluation in ruminant nutrition**. Wallingford: CAB International, 2000. p.15-42.
- CABRAL FILHO, S.L.S. **Avaliação do resíduo de cervejaria em dietas de ovinos através de técnicas nucleares e correlatas**. Piracicaba, SP, 1999, 68 f. Dissertação (Mestrado) – CENA/USP.

- DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; VALADARES FILHO, S. C.; EICLYDES, R.F.; LANA, R. P.; QUEIROZ, D. S. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços suplementados a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.10, p.1600-1609, 2001.
- DHANOVA, M.S.; SIDDON, R.C.; FRANCE, J.; GALE, D.L. A multi-compartmental model to describe marker excretion patterns in ruminant faeces. **British Journal of Nutrition**, v. 53, p. 663-671, 1985.
- ELLIS, W.C.; MATIS, J.H.; HILL, T.M.; MURPHY, M.R. Methodology for estimating digestion and passage kinetics of forages. In: FAHEY JUNIOR, G.C.; COOLINS M.; MERTENS, D.R.; MOSER, L.E. (Eds.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: ASA, CSA, SSSA., 2000. p.682-756.
- GOSELINK, J.M.J.; DULPHY, J.P.; PONCET, C.; AUFRÈRE, J.; TAMMING, S.; CONE, J.W. Rumen escape nitrogen from forages in sheep: comparison of in situ and in vitro techniques using in vivo data. **Animal Feed Science and Technology**, v. 116, p .35-51, 2004.
- GROVUM, W.L.; WILLIAMS, V.J. Rate of passage of digesta in sheep. 4. Passage of marker through the alimentary tract and the biological relevance of rate: constants in concentration of marker in faeces. **British Journal Nutrition**, v. 30, p. 377-389, 1973.
- HUHTANEN, P.; HRISTOV, A.N. Estimating passage kinetics using fibre-bound ¹⁵N as an internal marker. **Animal Feed Science and Technology**, v. 92, p.29-41, 2001.
- KORNDÖRFER, C. M. **Eficiência de utilização do feno de *Brachiaria decumbens* na alimentação de ovinos da raça Santa Inês**. Piracicaba, SP, 1999, 110 f. Tese (Doutorado) – CENA/USP.
- KORNDÖRFER, C.M.; ABDALLA, A.L.; BUENO, I.C.S.; NASCIMENTO FILHO, V.F.; OWEN, E.; SUTTON, J.D. Estudo da cinética digestiva em ovinos alimentados com braquiária e alfafa, usando a técnica de fluorescência de raios X. **Veterinária Notícias**, v. 7, p.113-121, 2001.
- KYRIAZAKIS, I.; OLDHAM, J. D. Food intake and diet selection in sheep: the effect of manipulating the rates of digestion of carbohydrates and protein of the foods offered as a choice. **British Journal of Nutrition**, v.77, p.243-254, 1997.
- MEAD, R.; CURNOW, R. N.; HASTED, A. M. **Statistical methods in agriculture and experimental biology**. Londres: Chapman & Hall, 1996. 415 p.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 85, p.1217-1240, 2002.
- MOREIRA, A.L.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C.; CAMPOS, J.M.S.; MORAES, S.A.; ZERVOUDAKIS, J. T. Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes da silagem de milho e dos fenos de alfafa e de capim-coastcross, em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p.1099-1105, 2001.
- NASCIMENTO FILHO, V. F. (1999) Técnicas analíticas nucleares de fluorescência de raios X por dispersão de energia (ED-XRF) e por reflexão total (TXRF). Disponível em: < http://panda/apostilas/virgilio/cen-5723/EDXRF_TXRF >. Acesso em: 12 jul. 2005.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of sheep**. 6. ed. Washington: National Academic Press, 1985. 99 p.
- ROMNEY, D.L.; GILL, M. Intake of forages. In: GIVENS, D.I.; OWEN, E.; AXFORD, R.F.E.; OMED, H.M. (Eds.). **Forage evaluation in ruminant nutrition**. Wallingford: CAB International, 2000. p. 43-62.

SAS INSTITUTE. **The SAS system for windows**. Release 8.01. Cary. 2000.

SILVA, A.M.A.; SILVA SOBRINHO, A.G.; TRINDADE, I.A.C.M.; RESENDE, K.T.; BAKKE, O.A. Food intake and digestive efficiency in temperate wool and tropic semi-arid hair lambs fed different concentrate: forage ratio diets. **Small Ruminant Research**, v. 55, p.107-115, 2004.

UDÉN, P.; COLUCCI, P.E.; VAN SOEST, P.J. Investigation of chromium, cerium and cobalt

as markers in digesta. Rate of passage studies. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 31, p. 625-632, 1980.

YAHAYA, M.S.; KIMURA, A.; HARAI, J.; NGUYEN, H.V.; KAWAI, M.; TAKAHASHI, J.; MATSUOKA, S. Effect of length of ensiling on silo degradation and digestibility of structural carbohydrates of lucerne and orchardgrass. **Animal Feed Science and Technology**, v. 92, p.141-148, 2001.

Protocolado em: 15 maio 2006. Aprovado em: 6 ago. 2007.