

**Efeito de diferentes relações volumoso:concentrado no consumo, digestibilidade aparente e partição da digestão de dieta de bovinos**

*(Effect of forage:concentrate rations on intake apparent digestibility and post-ruminal digestibility of bovine diets)*

T.T. Berchielli<sup>1</sup>, N.M. Rodriguez<sup>2</sup>, H.P. Oliveira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Nutrição Animal e Pastagens - UNESP  
CEP 14870-000 - Jaboticabal, SP

<sup>2</sup>Departamento de Zootecnia - Escola de Veterinária - UFMG

<sup>3</sup>Departamento de Clínica e Cirurgia - Escola de Veterinária - UFMG

RESUMO

Foram utilizados três novilhos com cânulas de rúmen e duodeno, alimentados com dietas variando a relação volumoso(V):concentrado(C) ( $V_{80}C_{20}$ ,  $V_{60}C_{40}$ ,  $V_{40}C_{60}$ ), sendo o volumoso, feno de "coast cross" (*Cynodon dactylon*) (5,67% PB e 83,30% FDN). O objetivo deste trabalho foi estudar a ingestão, a digestibilidade aparente e a partição da digestão dos nutrientes das dietas acima. Como marcador de fluxo de matéria seca (MS) foi utilizada a fibra em detergente neutro (FDN) indigestível. Os consumos médios de MS foram de 77,99; 91,03 e 91,81g MS/kg PV<sup>0,75</sup>, para as dietas com 20, 40 e 60% de concentrado, respectivamente. Coeficientes de digestão aparente (%) da MS (50,48; 57,32 e 61,33), da matéria orgânica - MO (52,03; 58,91 e 62,76) e da energia bruta - EB (48,95; 56,40 e 60,00) aumentaram significativamente nas dietas com 20, 40 e 60% de concentrado, respectivamente, mas para FDN (44,54; 45,28 e 42,53), FDA (40,69; 44,39 e 43,60), celulose (51,54; 54,34 e 52,04); hemicelulose (49,63; 46,78 e 39,18) e amido (86,59; 91,89 e 93,21) não foi observada diferença significativa nas dietas. A digestibilidade ruminal e pós-ruminal da MS, MO, FDN, FDA, celulose e amido não diferiram significativamente nas dietas. A digestão ruminal da hemicelulose (94,81; 90,26 e 85,99%) e da EB (93,88; 83,30 e 78,77%) diminuiu significativamente quando se aumentou o nível de concentrado na dieta e, conseqüentemente, aumentou significativamente a digestão pós ruminal da hemicelulose (5,19; 9,74 e 14,03%) e da EB (6,12; 16,20 e 21,23%).

Palavras-Chave: Novilho, rúmen, duodeno, partição da digestão.

Recebido para publicação em 12 de maio de 1995.

## ABSTRACT

Three steers equipped with ruminal and duodenal cannulas were fed roughage:concentrate ratios 80:20, 60:40 and 40:60 in order to study intake and apparent, rumen and post-rumen digestibilities. The roughage was "coast cross" (*Cynodon dactylon*) hay (5.67% CP and 83.30% NDF). Undigestible neutral detergent fiber (NDF) was used as dry matter (DM) flow marker. DM intake means were 77.99, 91.03 and 91.81g DM/kg BW<sup>0.75</sup>, for the 20, 40 and 60% concentrate diets, respectively. DM intake for the 20% diet was statistically ( $P<0.05$ ) different from the other two diets. Apparent digestion coefficient (%) of DM (50.48, 57.32 and 61.33), organic matter (OM) (52.03, 58.91 and 62.76) and gross energy (GE) (48.95, 56.40 and 60.00) increased significantly with the increase in concentrate ratio of the diets. For the following components the apparent digestion coefficients were not statistically different: NDF (44.54, 45.28 and 42.53), ADF (40.69, 44.39 and 43.60), cellulose (51.54, 54.34 and 52.04), hemicellulose (49.63, 46.78 and 39.18) and starch (86.59, 91.89 and 93.21). DM, OM, NDF, ADF, cellulose and starch ruminal and post-ruminal digestibilities were not statistically different. But the ruminal digestibilities of hemicellulose (94.81, 90.26 and 85.99) and EG (93.88, 83.30 and 78.77) decreased significantly as the concentrate ratio of the diets increased. The post-ruminal digestibility of hemicellulose (5.19, 9.74 and 14.03%) and GE (6.12, 16.20 and 21.23%) increased as the concentrate ratio of the diets increased.

Key words: Steer, rumen, duodenum, partial digestibility.

## INTRODUÇÃO

As pastagens tropicais diminuem ou cessam a produção durante os meses mais frios e secos do ano e, em consequência, a alimentação fica deficiente provocando perda de peso dos animais. Devido à variação de qualidade e quantidade das plantas forrageiras no período seco e de chuvas, os animais ganham peso durante o período das águas e perdem peso durante o inverno, sendo abatidos geralmente com 3 a 4 anos de idade. Portanto, a estacionalidade da oferta de alimentos age como um fator limitante na exploração agropecuária.

A elevação do preço da carne no período de entressafra possibilita maiores investimentos em criações intensivas. No entanto, as vantagens do confinamento, como liberação de maiores áreas de pastagens para outras categorias animais ou atividades, rapidez no giro de capital, maior desfrute do rebanho, melhor aproveitamento do esterco e diminuição da mortalidade muitas vezes são limitados pelo alto custo energético e protéico das dietas.

Um pré-requisito para alguma compreensão das funções de controle metabólico é o conhecimento da quantidade de nutrientes da dieta disponível para o animal. É necessário que se entenda o aproveitamento dos alimentos e os locais de digestão, uma vez que variações nestes locais influenciam a eficiência de utilização dos nutrientes (Ulyatt & Egan, 1979).

Este trabalho teve como objetivo estudar a ingestão, a digestibilidade aparente total e a partição dos nutrientes de dietas, variando a relação volumoso:concentrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, em Belo Horizonte. Foram utilizados três novilhos, com 184 kg de peso vivo médio inicial e aproximadamente 10 meses de idade, canulados no rúmen e no duodeno. Os animais foram alojados em baias individuais cobertas, com cocho para alimentação e bebedouro e presos com cabrestos.

O experimento iniciou-se em 29/11/91 e encerrou-se em 08/12/92, tendo três períodos com duração de 23 dias cada, sendo 17 dias para adaptação dos animais à dieta. No final de cada período, os animais eram pesados para ajuste das quantidades dos alimentos.

Os animais recebiam a ração diária em partes iguais, duas vezes ao dia, às 8 e 16 horas. Juntamente com a ração, era fornecido suplemento mineral (70 g/dia). Foi utilizado feno de "coast cross" (*Cynodon dactylon*) como volumoso, combinado com três níveis de concentrado (20, 40 e 60% da matéria seca). Para formulação das rações, foi adotado um consumo de matéria seca de aproximadamente 2,0% do peso vivo (PV) para as rações com 20% de concentrado e 2,3% para as rações com 40 e 60% de concentrado, e o potencial de nitrogênio degradável de cada tratamento com uréia ajustado conforme Nutrient... (1980, 1984). As designações dos tratamentos encontram-se na Tab. 1.

Os alimentos foram amostrados semanalmente durante todo o experimento. Nas amostras de alimentos, digesta duodenal e fezes determinou-se matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e N-total (Official... 1975), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina segundo Van Soest (1967), carboidratos (CHO) solúveis (Bailey, 1967), amido (Poore et al., 1989) e energia bruta em bomba calorimétrica adiabática, tipo PARR.

Tabela 1. Proporção de volumoso, concentrado e porcentagem dos ingredientes na mistura de concentrados.

	Tratamentos		Composição do Concentrado		
	Volumoso	Concentrado	Far. de algodão	Milho	Uréia
	(% MS)	(%MS)			
V <sub>80</sub> C <sub>20</sub>	80	20	55	45	4,4
V <sub>60</sub> C <sub>40</sub>	60	40	55	45	1,1
V <sub>40</sub> C <sub>60</sub>	40	60	55	45	0

As estimativas de fluxo diário de MS duodenal foram baseadas em um marcador interno, a fibra em detergente neutro indigestível, conforme descrito por Waller et al. (1980).

Foi utilizado o delineamento em quadrado latino (3x3) e feitas análise de variância e comparação de médias pelo teste t, no programa ANOVA do Statistical Analysis System (SAS, 1985).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química e o teor de EB (Mcal/kg MS) dos alimentos utilizados e das dietas estão apresentados nas Tab. 2 e 3, respectivamente.

Tabela 2. Composição química (% na MS) e energia bruta (Mcal/kg MS) dos alimentos.

Composição química	Feno de "coast cross"	Concentrado
MS	88,03	87,83
MO	95,41	95,60
PB	5,67	27,97
FDN	83,30	26,84
FDA	45,94	22,10
Celulose	37,72	14,34
Hemicelulose	37,36	4,74
Lignina	6,80	3,75
Amido	5,11	31,45
CHO sol. H <sub>2</sub> O	0,70	1,16
CHO sol. álcool	0,65	0,95
EB	4,44	4,44

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; CHO = carboidrato; EB = energia bruta.

Tabela 3. Composição química (% na MS) e energia digestível (Mcal/kg MS) das dietas.

Nutrientes	Relação Volumoso(V):Concentrado(C)		
	V <sub>80</sub> :C <sub>20</sub>	V <sub>60</sub> :C <sub>40</sub>	V <sub>40</sub> :C <sub>60</sub>
MS	87,99	87,95	87,91
MO	95,45	95,49	95,52
PB	12,34	15,75	19,05
Amido	10,38	15,65	20,91
FDN	72,01	60,72	49,42
FDA	41,17	36,40	31,64
Celulose	33,04	28,37	23,69
Hemicelulose	30,84	24,31	17,79
Lignina	6,19	5,58	4,97
CHO totais disponíveis	74,97	69,10	63,22
ED	2,17	2,50	2,66

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; CHO = carboidratos totais disponíveis = amido + celulose + hemicelulose + CHO solúvel em álcool; ED = energia digestível = energia bruta x coeficiente de digestibilidade da energia.

As dietas diferiram quanto ao conteúdo de PB, amido, FDN, FDA, celulose, hemicelulose, carboidratos totais disponíveis e energia digestível, em função dos níveis crescentes de concentrados na dieta.

Os dados referentes ao consumo e digestibilidade aparente são apresentados na Tab. 4.

Tabela 4. Médias de ingestão e coeficientes de digestibilidade aparente no trato digestivo total de novilhos alimentados com dietas variando a relação Volumoso(V):Concentrado(C).

	Relação Volumoso:Concentrado			EPM	CV (%)
	V <sub>80</sub> C <sub>20</sub>	V <sub>60</sub> C <sub>40</sub>	V <sub>40</sub> C <sub>60</sub>		
Ingestão de MS (kg/d)	4,49 <sup>b</sup>	5,25 <sup>a</sup>	5,26 <sup>a</sup>	0,10	3,36
Ingestão de Ms (gMS/kgPV <sup>0,75</sup> )	77,99 <sup>b</sup>	91,03 <sup>a</sup>	91,81 <sup>a</sup>	1,03	2,06
Coeficiente de digestão aparente (%)					
MS	50,48 <sup>b</sup>	57,32 <sup>ab</sup>	61,33 <sup>a</sup>	1,45	4,46
MO	52,03 <sup>b</sup>	58,91 <sup>ab</sup>	62,76 <sup>a</sup>	1,48	4,44
FDN	44,54 <sup>a</sup>	45,28 <sup>a</sup>	42,53 <sup>a</sup>	1,89	7,42
FDA	40,69 <sup>a</sup>	44,39 <sup>a</sup>	43,60 <sup>a</sup>	2,34	9,43
Celulose	51,54 <sup>a</sup>	54,34 <sup>a</sup>	52,04 <sup>a</sup>	2,55	8,38
Hemicelulose	49,63 <sup>a</sup>	46,78 <sup>a</sup>	39,18 <sup>a</sup>	2,09	8,00
Energia bruta	48,95 <sup>b</sup>	56,40 <sup>ab</sup>	60,00 <sup>a</sup>	1,25	3,94
Amido	86,59 <sup>a</sup>	91,89 <sup>a</sup>	93,21 <sup>a</sup>	1,12	2,15

Médias na mesma linha seguida de letras iguais são semelhantes entre si pelo teste t (P>0,05).

EPM = erro padrão da média; CV = coeficientes de variação; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; PV = peso vivo.

O consumo de MS foi afetado significativamente pela relação volumoso:concentrado na dieta (Tab. 4), sendo que a dieta V<sub>80</sub>C<sub>20</sub> diferiu (P<0,05) das outras, ocorrendo talvez um limite de ingestão em função do mecanismo físico. A ingestão de MS quando expressa em unidades de peso metabólico apresentou efeito linear positivo (P<0,01), mostrando haver alto coeficiente de correlação (r=0,92) com níveis crescentes de concentrado. A ingestão de amido variou significativamente em função da relação volumoso:concentrado na dieta, sendo a maior ingestão com 60% de concentrado (1,08 kg/d), isto em função da diminuição do conteúdo de FDN e FDA consumido pelos animais e, conseqüentemente, diminuição dos carboidratos estruturais.

Os coeficientes de digestão aparente de MS, MO e EB no trato digestivo total também apresentaram diferenças significativas em função da relação volumoso:concentrado, isto é, houve aumento da digestão aparente da MS e MO no trato total quando se aumentou o nível de concentrado na dieta. Para estes três parâmetros estudados, foi verificado efeito linear positivo (P<0,01), cujos coeficientes de correlação foram 0,99, 0,99 e 0,98 para MS, MO e EB, respectivamente, concordando com Rode et al. (1985), os quais, utilizando diferentes níveis de forragens na dieta, observaram que à medida que aumentava o nível de forragem na dieta diminuía a digestibilidade da MS e MO, provavelmente devido ao aumento de carboidratos estruturais e ao menor teor de carboidratos não estruturais.

A baixa digestibilidade obtida neste trabalho pode ter sido em razão do baixo valor nutritivo (5,67% PB e 83,30% FDN) do feno de "coast cross".

Os coeficientes de digestão total da FDN, FDA, celulose e hemicelulose não variaram significativamente em função dos níveis de concentrado na dieta (Tab. 4), sendo os valores de digestão obtidos para FDN (44,12%) menores do que os observados por Cecava et al. (1988) e Herrera-Saldana et al. (1990), e semelhantes aos relatados por McCarthy et al. (1989), Klusmeyer et al. (1990) e Cameron et al. (1991). Provavelmente essa baixa digestibilidade do FDN seja em parte função da baixa qualidade do feno, e também devido ao FDN do farelo de algodão, que é de baixa digestibilidade.

A digestão total FDA foi em média 42,89%, sendo maiores do que os resultados relatados por Rode et al. (1985), McCarthy et al. (1989) e Herrera-Saldana et al. (1990), mas semelhantes aos observados por Cameron et al. (1991). A digestão total da celulose também não apresentou diferença significativa entre os níveis de concentrado na dieta. No entanto, conforme relatado por Garcia (1982), ocorre

redução no coeficiente de digestibilidade da celulose quando o nível de concentrado é elevado para 60,00%, o que não foi observado neste trabalho. É importante salientar que os valores obtidos no presente trabalho para digestibilidade da celulose são relativamente altos, quando comparados com valores observados para forragem em condições tropicais (Valadares Filho, 1985).

O coeficiente de digestibilidade de hemicelulose também não foi afetado pelo nível de concentrado nas rações, sendo observada média de 45,20, valor este inferior aos observados por Valadares Filho (1985). O fato de a digestibilidade da hemicelulose ter sido menor do que a da celulose (52,64%) já foi observado por Esteves (1981) e Valadares Filho (1981), os quais trabalharam com silagem de milho e feno de soja perene, respectivamente. De acordo com Morrinson (1979), isto ocorre em função da lignina estar ligada quase que exclusivamente à hemicelulose e, como já foi relatado anteriormente, o feno utilizado era de baixo valor nutritivo e altamente lignificado.

A digestão aparente do amido não variou significativamente, apesar de se poder verificar que ocorreu um leve aumento na digestibilidade com 60% de concentrado na dieta. A digestibilidade do amido variou de 86,59 a 93,21%, valores estes próximos aos observados por Klusmeyer et al. (1990), que encontraram variação de 91,6 a 95,1%.

Os valores médios da partição da digestão(% do aparentemente digerido) da MS, MO, FDN, FDA, celulose, hemicelulose, energia e amido estão apresentados na Tab. 5.

A digestibilidade ruminal e pós-ruminal da MS, MO, FDN, FDA e celulose (Tab. 5) não diferiram significativamente, apesar de se verificar que houve pequeno decréscimo no coeficiente de digestão ruminal e, conseqüentemente, aumento no coeficiente de digestão pós-ruminal, quando se aumentou o nível de concentrado na dieta. Provavelmente, isso foi devido à maior taxa de passagem provocada pelo diminuição de volumoso na dieta.

Os dados obtidos para digestão ruminal da MS (80,24%) e MO (85,48%), observados neste trabalho, foram semelhantes aos observados por Garcia (1982), mas superiores a outros trabalhos (Rode et al., 1985; Valadares Filho et al., 1990; Cameron et al., 1991), que relataram uma digestibilidade ruminal média de 65%. A diferença dos resultados deste trabalho com os de outros pode ter sido devida ao marcador de fase sólida utilizado. Conseqüentemente, a digestão pós-ruminal da MS e MO foi inferior aos observados na literatura, mas não apresentou

diferença significativa para os diferentes níveis de concentrado, mesmo quando se fez análise de regressão. O coeficiente de digestibilidade aparente no trato total, como pode ser observado na Tab. 4, apresentou efeito linear positivo com o aumento de nível de concentrado na dieta.

A digestão ruminal e pós-ruminal de FDN e FDA também não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. A pequena depressão na digestão ruminal de FDN e FDA para maiores níveis de concentrado foi compensada por maior digestão pós-ruminal, fato também observado por Rode (1985) e Rode & Satter (1988).

Tabela 5. Médias da partição da digestão (% do aparente digestivo) da MS, MO, FDN, FDA, celulose, hemicelulose e energia de novilhos alimentados com dietas variando a relação volumoso(V):concentrado(C).

Parâmetros	Relação Volumoso:Concentrado			EPM	CV (%)
	V <sub>80</sub> C <sub>20</sub>	V <sub>60</sub> C <sub>40</sub>	V <sub>40</sub> C <sub>60</sub>		
<b>MS</b>					
ruminal	85,01 <sup>a</sup>	78,90 <sup>a</sup>	76,81 <sup>a</sup>	4,61	9,94
pós-ruminal	14,99 <sup>a</sup>	21,10 <sup>a</sup>	23,19 <sup>a</sup>	4,61	40,39
<b>MO</b>					
ruminal	90,32 <sup>a</sup>	85,04 <sup>a</sup>	81,08 <sup>a</sup>	4,73	9,59
pós-ruminal	9,68 <sup>a</sup>	14,96 <sup>a</sup>	18,92 <sup>a</sup>	4,73	56,48
<b>FDN</b>					
ruminal	96,90 <sup>a</sup>	92,85 <sup>a</sup>	92,69 <sup>a</sup>	1,53	2,81
pós-ruminal	3,10 <sup>a</sup>	7,15 <sup>a</sup>	7,31 <sup>a</sup>	1,53	45,24
<b>FDA</b>					
ruminal	96,69 <sup>a</sup>	94,93 <sup>a</sup>	94,91 <sup>a</sup>	0,78	1,41
pós-ruminal	3,31 <sup>a</sup>	5,07 <sup>a</sup>	5,09 <sup>a</sup>	0,78	30,07
<b>Celulose</b>					
ruminal	95,97 <sup>a</sup>	97,42 <sup>a</sup>	95,99 <sup>a</sup>	0,61	1,09
pós-ruminal	4,03 <sup>a</sup>	2,58 <sup>a</sup>	4,01 <sup>a</sup>	0,61	29,62
<b>Hemicelulose</b>					
ruminal	94,81 <sup>a</sup>	90,26 <sup>ab</sup>	85,99 <sup>b</sup>	0,97	1,86
pós-ruminal	5,19 <sup>b</sup>	9,74 <sup>ab</sup>	14,03 <sup>a</sup>	0,96	17,25
<b>Energia</b>					
ruminal	93,88 <sup>a</sup>	83,80 <sup>ab</sup>	78,77 <sup>b</sup>	1,77	3,58
pós-ruminal	6,12 <sup>b</sup>	16,20 <sup>ab</sup>	21,23 <sup>a</sup>	1,77	21,11
<b>Amido</b>					
ruminal	85,37 <sup>a</sup>	80,23 <sup>a</sup>	81,68 <sup>a</sup>	3,71	7,79
pós-ruminal	14,63 <sup>a</sup>	19,77 <sup>a</sup>	18,32 <sup>a</sup>	3,71	36,55

Médias na mesma linha seguida de letras iguais são semelhantes entre si pelo test t (P>0,05).

EPM = erro padrão da média; CV = coeficiente de variação; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido.

A digestão ruminal da hemicelulose diminuiu significativamente quando se aumentou o nível de concentrado na dieta e, conseqüentemente, aumentou a digestão pós-ruminal.

Quanto à energia, a digestão ruminal decresceu com efeito linear negativo ( $r = 0,98$ ) e a digestão pós-ruminal aumentou significativamente com efeito linear positivo, quando diminuiu a relação volumoso:concentrado. A digestibilidade ruminal da energia e da MO comportaram-se de forma semelhante, devido à grande similaridade existente entre matéria orgânica digerida no rúmen (MODR) e energia digerida no rúmen, conforme Nutrient...(1980, 1984) e Valadares Filho (1990).

A digestão ruminal (Tab. 5) do amido não variou significativamente, estando de acordo com os dados obtidos por Klusmeyer et al. (1991), os quais também verificaram que a digestibilidade ruminal não é afetada significativamente pelo aumento de amido na dieta. A digestibilidade do amido no rúmen variou de 80,23 a 85,37%, valores estes superiores aos observados por Stokes et al. (1991) que encontraram variação de digestibilidade de 70,6 a 74,2, quando utilizaram milho como fonte de amido.

#### CONCLUSÕES

As digestibilidades aparentes totais de matéria seca, matéria orgânica e energia bruta aumentaram em função de níveis crescentes de concentrado na dieta. À medida que aumentou o nível de concentrado na dieta, a digestão ruminal da energia e a da hemicelulose decresceram e sua digestão pós-ruminal aumentou.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAILEY, R.W. Quantitative studies of ruminant digestion loss of ingested plant carbohydrates from the reticulo-rúmen. *N.Z.J. Agric. Res.*, v.10, p.15-32, 1967.
- CAMERON, M.R., KLUSMEYER, T.H., LYNCH, G.L. et al. Effects of urea and starch on rumen fermentation, nutrient passage to the duodenum, and performance of cows. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.1321-1336, 1991.

- CECAVA, M.J., MERCHEN, N.R., BERGER, L.L. et al. Effects of dietary energy level and protein source on site of digestion and duodenal nitrogen and amino-acid flows in steers. *J. Anim. Sci.*, v.66, p.961-974, 1988.
- ESTEVEZ, S.N. *Digestibilidade aparente e locais de digestibilidade da matéria orgânica, carboidratos e energia de silagens de duas variedades de milho*. Belo Horizonte: UFMG, Escola de Veterinária, 1981. 96p. Tese (Mestrado).
- GARCIA, A.B. *Digestão parcial e total de carboidratos em quatro diferentes grupos genéticos de novilhos*. Viçosa: UFV, Imp. Univ., 1982. 82p. Tese (Mestrado).
- HERRERA-SALDANA, R., GOMEZ-ALARCON, R., TORABI, M. et al. Influence of synchronizing protein and starch degradation in the rumen on nutrient utilization and microbial synthesis. *J. Dairy Sci.*, v.73, p.142-148, 1990.
- HORWITZ, W. (Ed). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 12 ed. Washington D.C.: AOAC, 1975. 1094p.
- KLUSMEYER, T.H., LYNCH, G.L., CLARK, J.H. et al. Effects of calcium salts of fatty acids and proportion of forage in diet on ruminal fermentation and nutrient flow to the duodenum of cows. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.2220-2332, 1991.
- KLUSMEYER, T.H., McCARTHY, R.D., CLARK, J.H. Effects of source and amount of protein on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, v.73, p.3526-3537, 1990.
- McCARTHY Jr., R.D., KLUSMEYER, T.H., VICINI, J.L. et al. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, v.72, p.2002-2016, 1989.
- MORRINSON, I.M. Symposium on "carbohydrate metabolism in the ruminant". Carbohydrate chemistry and rumen digestion. *Proc. Nutr. Soc.*, v.38, p.269-274, 1979.
- NUTRIENT. *The requirements of ruminant livestock*. Published by the Agricultural Research Council. England, 1980. 351p.
- NUTRIENT *requirements of ruminant livestock*. Farnham Royal: CAB, 1984. 45p. (Supplement, 1)
- POORE, M.H., ECK., T.P., SWINGLE, R.S. et al. Total starch availability of feed grains. In: RUMEN FUNCTION: BIENAL CONFERENCE, 20, 1989, Chicago, p.10, Abstr. 35.
- RODE, L.M., SATTER, L.D. Effect of amount and length of alfalfa hay in diets containing barley or corn on site of digestion and rumen microbial protein synthesis in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.*, v.68, p.445-454, 1988.

- RODE, L.M., WEAKLEY, D.C., SATTER, L.D. Effect of forage amount and particle size in diets of lactating dairy cows on site of digestion and microbial protein synthesis. *Can. J. Anim. Sci.*, v.65, p.101-111, 1985.
- SAS users' guide: statistics. 5ed. Cary: SAS Institute Inc., 1985. v.1, 956p.
- STOKES, S.R., HOOVER, W.H., MILLER, T.K. et al. Ruminant digestion and microbial utilization of diets varying in type of carbohydrate and protein. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.871-881, 1991.
- ULYATT, M.J., EGAN, A.R. Quantitative digestion of fresh herbage by sheep. 5. The digestion of four herbages and prediction of sites of digestion. *J. Agric. Sci.*, v.92, p.605-616, 1979.
- VALADARES FILHO, S.C. *Digestibilidade aparente e locais de digestão da matéria seca e carboidratos de feno de soja perene*. Belo Horizonte: UFMG, 1981. 88p. Tese (Mestrado).
- VALADARES FILHO, S.C. *Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos*. Viçosa: UFV, Imp. Univ., 1985. 147p. Tese (Doutorado).
- VALADARES FILHO, S.C., SILVA, J.F.C., LEÃO, M.I. et al. Digestão total e parcial da matéria seca, matéria orgânica e carboidratos em novilhos holandeses, nelores e búfalos mestiços. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v.19, p.416-423, 1990.
- VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. *J. Anim. Sci.*, v.26, p.119-128, 1967.
- WALLER, J., MERCHEN, N., HANSON, T. et al. Effect of sampling intervals and digesta markers on abomasal flow determinations. *J. Dairy Sci.*, v.50, p.1122-1126, 1980.