

Efeito das proporções volumoso:concentrado sobre a degradação ruminal de fontes protéicas de origem animal e vegetal: consumo e digestibilidade aparente.

Effects of roughage/concentrate ratio on ruminal degradation of animal and vegetal protein sources: intake and apparent digestibility

CHAPAVAL, L.^{1*}; MELOTTI, L.²; ROSSI JÚNIOR, P.³; OLIVINDO, C. S.⁴; REGO, J. P. A.⁵

¹ Pesquisadora III - Embrapa Caprinos, Sobral, CE.

² Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Pirassununga, SP.

³ Universidade Federal do Paraná, Departamento de Zootecnia, Curitiba, PR

⁴ Aluna de Mestrado, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

⁵ Estudante de Zootecnia, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobra, CE.

* Endereço para correspondência: lea@cnpc.embrapa.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da inclusão de níveis crescentes de concentrados nas rações, sobre o consumo e as digestibilidades aparentes da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), extrativo não-nitrogenado (ENN), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e nutrientes digestíveis totais (NDT). Foram utilizadas doze fêmeas bovinas, não-lactantes e não-gestantes, dotadas de cânulas ruminais, distribuídas em blocos casualizados em um arranjo fatorial 6 x 3. Esses animais foram alimentados à vontade com feno Russel grass (*Cynodon sp*) com concentrados nas proporções de 25%, 50% ou 75% com base na matéria seca. O experimento constou de dois sub-períodos experimentais com duração de 28 dias cada, sendo 23 dias de adaptação e cinco dias para coleta de fezes. O indicador óxido crômio foi utilizado na dose total de 15g/dia, dividida em duas porções de 7,5 g cada. O consumo foi influenciado linearmente pelo nível de concentrado na dieta. As digestibilidades aparentes da MS, FB, ENN e do NDT foram afetadas pela inclusão de concentrados na dieta.

Palavras chave: digestibilidade, consumo, nível de concentrado, fontes protéicas.

SUMMARY

The objective of this work was to evaluate the effects of concentrate levels in the diets on intake and apparent digestibility of dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and NNE and NDT. Twelve cannulated cows were used in a random block designed with a factorial 5 x 3 arrangement. They were fed *ad libitum* with Russel grass (*Cynodon sp*) hay and concentrate in the proportions of 25%, 50% and 75% on dry basis. The trial had two experimental periods, each one with 23 days adaptation, five for fecal collection. The chromium oxide as marker, was used in the total dose of 15g/dia, divided two portions of 7,5 g each. Intake increase and apparent digestibilities were also affect.

Key Words: digestibility, intake, concentrate level, protein sources.

INTRODUÇÃO

A digestibilidade e o consumo são dois dos principais componentes que determinam o valor nutritivo de um alimento (ÍTAVO et al., 2002).

O consumo envolvendo a ingestão de todos os nutrientes, por determinar a resposta animal, é extremamente importante. Mertens (1993) cita que o consumo é função do animal (peso, nível de produção, variação no peso vivo, estágio de lactação, estado fisiológico, tamanho etc.), do alimento (FDN efetivo, volume, capacidade de enchimento, densidade energética, necessidade de mastigação, etc.) e das condições de alimentação (disponibilidade de alimento, espaço no cocho, tempo de acesso ao alimento, frequência de alimentação etc.), bem como dos fatores de meio ambiente, envolvendo temperatura e extensão do dia (ARC, 1980).

Quando dietas de alta qualidade são fornecidas, o animal se alimenta para satisfazer sua demanda de energia e a ingestão é limitada pelo potencial energético do animal em utilizar a energia absorvida (ÍTAVO et al., 2002).

Segundo Thiago e Gill (1990), em forragem com baixa taxa de digestão, a distensão ruminal parece ser o fator mais importante limitando o consumo, ocorrendo antes que as necessidades energéticas sejam atendidas mas, com forragens de alta taxa inicial de digestão, o consumo parece estar relacionado mais à liberação de nutrientes no rúmen que ao simples efeito físico de distensão ruminal.

A digestibilidade do alimento é a sua capacidade de permitir que o animal utilize, em maior ou menor escala, seus nutrientes. Essa capacidade é expressa pelo coeficiente de digestibilidade do nutriente avaliado, sendo característica do alimento e não do animal. (ÍTAVO et al., 2002). A digestão é um processo de conversão de macromoléculas do alimento para

compostos simples que podem ser absorvidos a partir do trato gastrointestinal. Medidas da digestibilidade têm contribuído de modo significativo para o desenvolvimento de sistemas com o objetivo de descrever o valor nutritivo dos alimentos (VAN SOEST, 1994). Essa capacidade é expressa pelo coeficiente de digestibilidade do nutriente avaliado, sendo característica do alimento e não do animal. O presente trabalho tem por objetivo avaliar o efeito dos níveis de concentrado sobre os consumos e as digestibilidades aparentes de MS, PB, FDN, FDA, EE, ENN e NDT, utilizando-se doze fêmeas bovinas, não-lactantes e não-gestantes, alimentadas com rações contendo diferentes proporções volumoso:concentrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas instalações do Estábulo Experimental da Prefeitura do Campus Administrativo de Pirassununga - USP. Foram utilizadas doze fêmeas bovinas mestiças holandesas x zebu, com grau de sangue variável, portadoras de cânulas ruminais com 10 cm de diâmetro e 7,5 cm de espessura. Os animais apresentavam-se não-lactantes e não-gestantes, possuindo aproximadamente 550 kg de peso vivo ao início do experimento. Os animais permaneceram em baias individuais com cochos de cimento, que permitiam avaliar o consumo de alimentos e bebedouros automáticos comuns a cada dos animais. Os bovinos utilizados neste estudo foram mantidos de acordo com os princípios éticos na experimentação animal, descrito pelo CONSEA (2004).

Utilizou-se delineamento em blocos casualizados com dois diferentes períodos

sucessivos em um arranjo fatorial de tratamentos do tipo 5X3, correspondentes a cinco diferentes suplementos protéicos e três diferentes dietas, com níveis crescentes de concentrado (Tabela 1). Os tratamentos utilizados foram: A = 25%; B = 50%; e C = 75%. As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas, sendo o concentrado constituído de milho em grãos, farelo de soja, farelo de algodão, farinha de peixe, farinha de sangue, farinha de carne, uréia e mistura mineral. O único volumoso utilizado foi o feno Russel Grass (*Cynodon sp.*), o qual teve os fardos desintegrados, resultando em fragmentos de aproximadamente 10 cm de comprimento. A ração foi fornecida em duas refeições, às 08:00 e 16:00 h, na forma de mistura completa, sendo compostas as proporções volumoso:concentrado com base na matéria seca. A quantidade de ração fornecida foi calculada em função do consumo durante o período de adaptação, de forma a não existirem sobras. Durante o arraçoamento, o volumoso foi oferecido imediatamente após a ingestão de todo o concentrado. As rações foram pesadas em balança eletrônica com capacidade para 15kg e sensibilidade de 5g.

As pesagens dos animais foram realizadas no início e final de cada sub-período e antes da primeira refeição do dia.

O consumo de alimentos foi avaliado diariamente ao longo da fase de adaptação, de forma que a quantidade oferecida durante o período de coleta de dados era ajustada para que as sobras fossem mínimas ou nulas. Dessa forma permitiu-se que os animais consumissem até 15 kg de MS por dia, evitando-se grandes alterações na proporção volumoso:concentrados. Durante todo o experimento, as sobras foram retiradas e pesadas. Do 23º ao 28º dia, amostras das sobras, dos concentrados e do feno foram coletadas e colocadas em sacos plásticos, devidamente identificados e colocados em geladeira. Ao final de cada período experimental, as amostras de

sobras individuais e dos alimentos foram moídas em moinho com peneira de 1mm, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas para análises posteriores.

O experimento teve duração total de 56 dias divididos em 2 sub-períodos de 28 dias cada, dos quais os primeiros 23 foram destinados à adaptação dos animais às dietas, e os últimos cinco dias foram destinados à coleta de fezes. O óxido crômio foi fornecido durante os últimos 10 dias do período experimental e em todo o período de coleta de fezes, na quantidade total diária de 15 g por animal, dividido em duas doses de 7,5 g cada, embrulhadas em papel, na fistula ruminal, imediatamente após o arraçoamento diários.

As amostras de fezes foram coletadas diretamente na ampola retal de cada animal, sempre após o arraçoamento, acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas à temperatura de -5 °C para posteriores análises.

Ao final dos períodos de coleta, as amostras de fezes foram descongeladas à temperatura ambiente e colocadas em bandejas de alumínio, identificadas e pré-secas em estufa ventilada a 65 °C, de 72 a 96 horas. Após isso, fez-se a moagem das mesmas em moinho com peneira 1mm. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas para posteriores análises.

A digestibilidade *in vivo* da MS da dieta e suas frações (PB, EE, ENN, FB, FDN e FDA) foram avaliadas, como já citado anteriormente, através do marcador óxido crômio III (Cr₂O₃), segundo BATEMAN (1970).

A seguir foram feitas análises bromatológicas para determinações de MS, FB, PB, MM, EE e FDN dos alimentos e das fezes. O Cr₂O₃ das fezes foi determinado utilizando-se s-difenilcarbazida segundo GRANER (1972) e finalmente calculados os coeficientes de digestibilidade (CD%) e nutrientes digestíveis totais (NDT%).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o sistema computacional SAS®. A normalidade dos resíduos foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias, pelo Teste de Hartley (OTT, 1993).

Quando as comparações envolvendo os níveis de proporção

volumoso:concentrados (consumo e digestibilidade) resultaram significativas, o comportamento das respostas foi estudado através de seus componentes de regressão linear e desvio.

Tabela 1 - Proporção de ingredientes utilizados e composição bromatológica das rações, com base na matéria seca.

Ingredientes (%)	Proporção Volumoso:Concentrados		
	75:25	50:50	25:75
Feno	75,0	50,0	25,0
Milho moído	11,3	38,5	65,7
Farelo de soja	7,1	4,5	1,9
Uréia 45% N	0,6	0,8	1,0
Sal branco	0,5	0,5	0,5
Premix mineral	0,5	0,5	0,5
Calcário	-	0,2	0,4
Protenose de milho	1,0	1,0	1,0
Farelo de algodão	1,0	1,0	1,0
Farinha de peixe	1,0	1,0	1,0
Farinha de carne	1,0	1,0	1,0
Farinha de sangue	1,0	1,0	1,0
	Composição Bomatológica		
	75:25	50:50	25:75
MS (%)	89,03	88,05	88,05
PB(%)	19,99	16,19	16,50
FDA (%)	35,78	27,54	18,25
FDN (%)	73,78	63,45	48,53
EE (%)	1,55	1,41	2,11
MM (%)	7,28	6,19	5,23
NDT estimado (%)	56,93	65,29	73,65
Ca (%)	0,63	0,62	0,59
P (%)	0,40	0,43	0,40

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes ao consumo de MS por animal por dia (CMS), consumo de MS por quilo de peso vivo (CMS/kgPV), e consumo de MS por quilo de peso metabólico (CMS/kgPV^{0,75}) são mostrados na Tabela 2

O CMS (P=0,0112), CMS/kgPV (P=0,0292) e CMS/kgPV^{0,75} (P=0,0226) aumentaram linearmente com o incremento dos níveis de concentrados da ração. As equações de regressão que demonstram esse

comportamento estão na Tabela 2, onde Y = ao CMS, CMS/kgPV e CMS/kgPV^{0,75} e x =% de concentrados da dieta.

O nível de concentrado alterou o consumo de MS, concordando com trabalhos de vários autores (PEREIRA *et al.*, 2005; TIBO *et al.*, 2000; JONES *et al.*, 1988; DIAS, 1999; RODRIGUEZ, 1994). Por outro lado, BÜRGER *et al.* (2000) e GOMES (1991) não obtiveram efeito dos níveis de concentrados sobre o consumo de MS.

Aumentos estatisticamente significativos foram registrados neste trabalho sobre o

consumo de MS ao aumentar o nível de concentrados na dieta e conseqüentemente aumentar sua energia disponível. Provavelmente o maior consumo se deve à maior taxa de digestão. Todavia, segundo Minson (1990), quando o teor de fibra da forragem é elevado, o consumo pode ser reduzido, pois a digestibilidade da MS é baixa. Tal fato poderia acarretar maior tempo de retenção do alimento no rúmen, limitando fisicamente o consumo de alimentos (ÍTAVO *et al.*, 2002). Além disso, os aumentos lineares de consumo verificados podem ser atribuídos ao aumento de consumo de MS e à maior concentração de nutrientes (PB, EE) nas rações com maiores teores de concentrado. Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB, FB, EE, ENN, FDN e FDA, e os teores de NDT são mostrados na Tabela 3.

Houve efeito linear para as digestibilidades aparentes da MS ($P=0,0151$), da FB ($P=0,0018$) e do ENN ($P=0,0003$), e para os teores de NDT ($P=0,0057$). As digestibilidades máximas desses nutrientes foram alcançadas com 75% de concentrados na dieta, exceto para a digestibilidade da FB que sofreu decréscimo quando esse nível de concentrado foi utilizado. As equações de

regressão da Tabela 3 mostram claramente tal efeito, onde Y =nutrientes e x =a % concentrados da dieta.

O aumento linear da digestibilidade aparente de MS provavelmente reflete o aumento dos consumos de carboidratos não-estruturais. Os incrementos lineares da digestibilidade aparente do EE podem ser explicados pela redução relativa da contribuição das perdas endógenas e pelo aumento no consumo destes nutrientes, bem como pela síntese de lípidios microbianos no rúmen. O comportamento verificado para a digestão total da FB se deve ao fato de que aumentos nas proporções de concentrado das dietas tendem a provocar redução da digestibilidade aparente total da FB, em razão da depressão da digestibilidade ruminal da fibra. Os resultados obtidos neste trabalho concordam com o efeito da mudança da relação volumoso e concentrado sobre os coeficientes de digestibilidade de MS, EE e FB observados por TIBO *et al.* (2000) e BÜRGER *et al.* (2000). Os resultados também estão de acordo com os encontrados por VALADARES FILHO (1991) e OLIVEIRA (1991), que verificaram maior digestibilidade da MS com o aumento do nível de concentrado.

Tabela 2 - Médias referentes ao consumo de matéria seca (CMS), em quilos, consumo de matéria seca por quilo de peso vivo (CMS/kgPV), em gramas, e consumo por quilo de peso metabólico (CMS/kgPV^{0,75}), em gramas, com relação a proporção de volumoso:concentrados na dieta e seus respectivos coeficientes de variação.

	Tratamento			Média	C.V.	Equação
	25	50	75			
CMS	9,20	10,60	11,76	10,52	19,89	$Y=7,96+0,0512.x$
CMS/kgPV	15,35	17,30	19,04	17,23	18,82	$Y=13,54+0,0737.x$
CMS/kgPV ^{0,75}	75,87	86,00	94,81	85,56	18,50	$Y=66,61+0,3789.x$

Tabela 3 - Efeito da proporção volumoso:concentrados sobre os coeficientes de digestibilidade (CD%) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), extrato não nitrogenado (ENN), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) e sobre os nutrientes digestíveis totais (NDT).

	Tratamento			Média	C.V.	Equação
	25	50	75			
MS	38,75	50,02	54,38	48,46	24,76	Y=32,44+0,3059.x
PB	60,50	57,58	61,02	59,70	11,73	-
FB	45,17	40,42	35,78	40,22	22,38	Y=49,84+(-0,1877).x
EE	50,12	50,91	56,32	52,63	20,52	-
ENN	26,32	51,72	60,67	47,10	41,50	Y=12,39+0,6794.x
FDN	40,01	45,97	46,05	44,30	25,56	-
FDA	29,69	31,62	35,76	32,49	40,46	-
NTD	39,27	50,15	54,77	48,80	22,21	Y=32,88+0,3040.x

CONCLUSÃO

São vários os estudos que abordam correlações entre a quantidade de concentrado fornecida e FB presente nos alimentos e o consumo e digestibilidade. Os resultados obtidos caracterizam a energia de volumosos e concentrados, fatores físicos limitantes, composição dos alimentos e nível nutricional das rações fornecidas. No presente estudo, aumentos e regressões lineares foram observadas na determinação do consumo, além de

digestibilidades aparentes da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), extrativo não nitrogenado (ENN), fibra em detergente neutro (FDN), da fibra em detergente ácido (FDA) e dos nutrientes digestíveis totais (NDT), mostrando que esses nutrientes foram afetados pelo aumento do nível de concentrados na dieta de fêmeas bovinas mestiças holandesas x zebu, com grau de sangue variável não-lactantes e não-gestantes.

REFERÊNCIAS

A.R.C. Agricultural Research Council. The nutrient requirements of ruminant livestock. **Farnham Royal**, p.45, 1980. (Sup 1.)

BATEMAN, J. **Nutrition animal**: manual de métodos analíticos. México: Herrero Hermanos, 1970. p.405-449.

BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; SILVA, J.F.C.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; CECON, P.R.; MONTEIRO, H.C.F. Consumo e digestibilidade aparente total e parcial em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes

níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.206-214, 2000.

CONSEA. Colégio Brasileiro de Experimentação Animal. Disponível em: <<http://www.cobea.org.br/etica.htm#3>> Acesso em: 25 de nov. 2004.

DIAS, H.L.C. **Consumo, digestibilidade e eficiência microbiana em novilhos F1 Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado**. 1999. 76f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

GOMES, B.V. **Influência das características químicas e físicas das forragens sobre o consumo, degradação e cinética da digesta ruminal.** 1991. 115f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

GRANER, C.A.F. **Determinação do crômio pelo método colorimétrico da s-difenilcarbazida,** 1972. 112f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, São Paulo.

ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F.; VALADARES, R.F.D.; CECON, P.R.; ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAES, E.H.B.K.M.; PAULINO, P.V.R. Consumo, degradabilidade ruminal e digestibilidade aparente de fenos de gramíneas do gênero *Cynodon* e rações concentradas utilizando indicadores internos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.1024-1032, 2002.

JONES, A.L.; GOETSCH, A.L.; STOKES, S.R. Intake and digestion in cattle fed warm or cool-season grass hay with or without supplemental grain. **Journal of Animal Science**, v.66, p.194, 1988.

MERTENS, D.R. Kinetics of cell wall digestion and passage in ruminants. In: _____. **Forrage cell wall structure and digestibility.** Madison, USA, 1993. p. 535-570.

MINSON, D.J. **Forrage in ruminant nutrition.** New York: Academic Press, 1990. 483p.

OLIVEIRA, M.A.T. **Estimativa da digestibilidade através de indicadores e coleta total de fezes, consumo alimentar e biometria do trato gastro intestinal, em bovinos de cinco grupos genéticos.** 1991. 57f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

OTT, R.L. **An introduction to statistical methods and data analysis.** 4. ed. Wadsworth: 1993.

PEREIRA, M.L.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; CAMPOS, J.M.S.; LEÃO, M.I.; PEREIRA, C.A.R.; PINA, D.S.; MENDONÇA, S.S. Consumo, digestibilidade aparente total, produção e composição do leite em vacas no terço inicial da lactação alimentadas com níveis crescentes de proteína bruta no concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.1029-1039, 2005.

RODRIGUEZ, L.R.R. **Consumo alimentar, digestibilidade, balanço de nitrogênio e excreção de minerais em bovinos (taurinos e zebuínos) e bubalinos.** 1994. 69f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

SAS User's guide: statistics. 5. ed., SAS Cary Institute, NC, 1985.

TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; SILVA, J.F.C.; CECON, P.R.; LEÃO, M.I.; SILVA, R.B. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 simental X nelore. 1. Consumo e digestibilidades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.910-920, 2000.

THIAGO, L.R.L.S.; GILL, M. **Consumo voluntário:** fatores relacionados com a degradação e passagem da forragem pelo rúmen. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 1990. 65p.

VALADARES FILHO, S.; SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I.; EUCLYDES, R.F.; VALADARES, R.F.D.; CASTRO, A.C.G. Degradabilidade "in situ" da matéria seca e proteína bruta e vários alimentos em vacas em lactação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.20, p.111, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutricional ecology of the ruminant.** 2. ed. London: Constock Publ. Associates, 1994. 476p.