R. Bras. Zootec., v.27, n.6, p.1177-1181, 1998

Uso de Indicadores para Estimar Fluxos de Matéria Seca Ileal em Eqüinos Fistulados[1]

Ana Alix Mendes de Almeida Oliveira[2], Sebastião de Campos Valadares Filho[3], Augusto César de Queiroz[3], Maria Ignez Leão[3], Paulo Roberto Cecon[4], José Carlos Pereira[3]

RESUMO - Este experimento foi realizado com seis potros machos, 1/2 sangue Bretão-Campolina, fistulados no íleo, para se avaliarem diferenças nos fluxos de matéria seca ileal estimados por óxido crômico, celulose, FDN, lignina e lignina fecal, por meio das coletas de digesta ileais, a intervalos de 28 horas, totalizando seis amostras por animal, iniciadas às 10 h. Os animais foram alimentados à vontade com as seguintes rações: R1: capim-elefante, R2: capim-elefante + milho triturado e R3: capim-elefante + milho + farelo de soja. Foi feita análise descritiva dos resultados, com base nos coeficientes de variação. Os valores de coeficientes médios de digestibilidade pré-cecal foram, respectivamente, para as rações 1, 2 e 3, em seis horários, para celulose (-16,4; 21,4; e 6,6%), FDN (-34,7; 28,8; e -12,8%) e lignina (-51,5; -5,1; e -25,7%) e em dois horários para celulose (-13.4; 25,6; e 21,5%), lignina fecal (-37,1; 16,6; e -6,4%) e óxido crômico (-219,3; 36,4; e 9,5%). Os coeficientes de variação foram, respectivamente, para as rações 1, 2 e 3, em seis horários, celulose (148,3; 107,5; e 522,7%), FDN (95,4; 80,9; e 314,3%), lignina (210,2; 752,3; e 209,6%); e em dois horários para celulose, (148,5; 80,7; e 70,0%), lignina fecal, (262,4; 177,9; e 723,5%) e óxido crômico, (141,1; 158,9; e 473,4%). Na ração 1, os fluxos de matéria seca ileal foram superestimados por todos os indicadores, mostrando que os horários de coletas adotados para estimar estes fluxos não foram adequados. Com base nos coeficientes de variação, das rações 2 e 3, a celulose em dois horários foi o indicador mais adequado para a determinação do fluxo da matéria seca ileal.

Palavras-chave: eqüinos, fluxo e matéria seca, fístula, indicadores, íleo

The Use of Marker to Estimate Ileum Dry Matter Flow in Fistulated Equine

ABSTRACT - This experiment was carried out with six half-bred "Bretão-Campolina"colts with ileum fistulated to evaluate the difference in the ileum dry matter flow estimated by chromic oxide, cellulose, NDF, lignin and fecal lignin through the collection of ileum samples digesta at 28 h intervals, totalizing six samples per animal, starting at 10:00 a.m. The animals were fed ad libitum with the following diets: R1: elephantgrass, R2: elephantgrass plus ground corn, and R3: elephantgrass plus ground corn plus soybean meal. The data was statistically described, based on the coefficient of variation. The values of dry matter prececal digestion coefficients were, respectively, for diets 1, 2 and 3, at six schedules, for cellulose (-16.4; 21.4 and 6.6%), NDF (-34.7; 28.8 and -12.8%), to lignin (-51.5; -5.1 and -25.7%), in two schedules for cellulose (-13.4; 25.6 and 21.5%), fecal lignin (-37.1; 16.6 and -6.4%) and chromic oxide (-219.3; 36.4 and 9.5%). The coefficients of variation were, respectively, for the diets 1, 2 and 3, at six schedules, for cellulose (148.3; 107.5 and 522.7%), NDF (95.4; 80.9 and 314.3%), lignin (210.2; 752.3 and 209.6%), at two schedules for cellulose (148.5; 80.7 and 70.0%), fecal lignin, (262.4; 177.9 and 723.5%) and chromic oxide (141.1; 158.9 and 473.4%). In diet 1, the ileum dry matter flow were over estimated for all markers, showing that chosen collection time to estimate the flows were not adequate. Based on the coefficient of variation of the diets 2 and 3, the cellulose at two schedules was the most marker indicator to determine the ileum dry matter flow.

Key Words: equine, flow and dry matter, fistula, markers, ileum

Introdução

Os ensaios comumente utilizados para estudos de digestibilidade aparente total, com eqüinos, não fornecem informações a respeito da contribuição de diferentes segmentos específicos como íleo e ceco. O uso de animais fistulados no íleo possibilita estudos de digestibilidade pré-cecal, sendo necessário também o uso de indicadores internos e ou externos para estimativa dos fluxos de matéria seca (MS) ileal.

No Brasil ainda não foram realizados trabalhos de digestibilidade pré-cecal em eqüinos. A metodologia de coleta e o uso do indicador mais adequado para estimar o fluxo de MS ileal e a digestibilidade pré-cecal ainda não foram estabelecidos.

O uso de indicadores em eqüinos foi na maioria das vezes destinado à estimativa da digestibilidade aparente total. HAENLEIN et al. (1966), VEIGA et al. (1974) e PARKINS et al. (1981) citaram as vantagens do uso de indicadores, para estimar a

[1] Parte da Tese de Mestrado do primeiro autor, financiada pela CAPES.
[2] Estudante de Doutorado- UNESP-Jaboticabal.
[3] Professor DZO-UFV, Pesquisador do CNPq.
[4] Professor DMA-UFV.

digestibilidade aparente total, ao permitir o descarte do uso de equipamentos, entre os quais: (1) gaiolas de metabolismo, por limitarem a atividade física diária exigida pelo animal; e (2) uso de arreios com bolsas coletoras de fezes, que são desconfortáveis, dificultam o livre movimento e precisam ser esvaziadas quatro ou cinco vezes por dia. O indicador externo mais utilizado em eqüinos para a determinação da digestibilidade aparente total parece ser o óxido crômico. MAURÍCIO (1992) avaliou a digestibilidade aparente total em eqüídeos, com a utilização do óxido crômico, da lignina fecal e da coleta total de fezes. Concluiu que os coeficientes de digestibilidade da PB, MS, FDN, e FDA estimados pela lignina e óxido crômico resultaram em valores diferentes e inferiores aos observados pela coleta total de fezes.

Para estudos de digestibilidade pré-cecal, KIENZLE (1994) citou que o óxido crômico é considerado ideal por não apresentar diferenças quanto à sua taxa de passagem e nutrientes, em nível de intestino delgado, podendo ser usado com sucesso na estimativa da digestibilidade pré-cecal do amido, desde que esteja combinado com uma metodologia de coleta mais adequada. Wilke, em 1992, citado por MEYER et al. (1993), utilizou a metodologia de coleta de digesta via fístula ileal, encontrando alta correlação (r = 0,82 e n = 176) entre os resultados do indicador (óxido crômico) e o método da coleta, ao adotar um período de 11 horas, com coletas feitas a cada hora, a intervalos de 15 minutos.

Trabalhos utilizando indicadores internos são excassos na literatura consultada. GLADE (1983) trabalhou com o método do abate e estimou a digestibilidade parcial nos diferentes segmentos, utilizando como indicador interno cinza insolúvel em ácido. HINTZ et al. (1971) forneceram o indicador diretamente com rações peletizadas, abatendo os animais 4 horas após a alimentação, e estimaram a digestibilidade dos nutrientes com o uso do óxido crômico. A coleta da digesta *post morten* pode superestimar ou subestimar os cálculos de digestibilidade, quando comparada à coleta da digesta *in vivo*. Geralmente, as produções de MS fecais estimadas pelos indicadores são comparadas à coleta total, verificando se o indicador usado difere ou não do valor excretado. Essa prática é impossível de ser feita com a digesta pré-cecal, devido às fístulas ou mesmo por comprometer a integridade do trato gastrintestinal, caso seja feita a coleta total da digesta ileal.

Foi objetivo desta pesquisa estudar e verificar possíveis diferenças entre os indicadores celulose, FDN, lignina, lignina fecal e óxido crômico, na estimativa dos fluxos de MS no íleo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. Foram utilizados seis potros machos, mestiços das raças Bretão-Campolina, com idade média de 18 meses, pesando em média 196 kg. Os animais fistulados foram alojados em baias individuais, com bebedouro automático e mistura mineral e vitamínica à vontade. O volumoso foi oferecido junto com o concentrado, sendo metade às 8 h e a outra parte às 16 h. As rações experimentais utilizadas consistiam basicamente em: (1) capim-elefante; (2) capim-elefante mais grão de milho triturado; e (3) capim-elefante mais grão de milho triturado e farelo de soja. A proporção dos ingredientes e a composição das rações encontram-se na Tabela 1 e a composição química dos alimentos, na Tabela 2. Somente a ração 3 atendia as exigências nutricionais energético-protéicas dos animais, segundo o NRC (1989). A proporção de volumoso: concentrado utilizada foi de 50:50% para R 2 e R3. As quantidades de concentrados utilizados foram oferecidas na base de 1,25% do peso vivo.

O experimento constou de três períodos de 26 dias cada, sendo os 15 primeiros dias utilizados para

Tabela 1 - Composição dos nutrientes utilizados nas rações experimentais

Table 1 - Nutrient compositions of experimental diets

Item	Ração experimental[1] *Experimental diet*		
	1	2	3
Capim-elefante *Elephantgrass*	100	50	50
Milho triturado *Cracked corn*	-	50	35,6
Farelo de soja *Soybean meal*	-	-	14,4
Matéria seca *Dry matter*	25,80	55,70	52,19
Matéria orgânica[1] *Organic matter*	92,33	95,65	95,04
Proteina bruta[1] *Crude protein*	3,00	6,15	11,71
Extrato etéreo[1] *Ether extract*	0,83	3,06	4,77
FDN[1] *NDF*	84,01	46,51	46,37
FDA[1] *ADF*	54,80	28,90	28,9
Celulose[1] *Cellulose*	41,02	21,16	23,61
Lignina[1] *Lignin*	11,41	6,37	6,48

[1]% na MS *(% in DM)*.

Tabela 2 - Composição dos alimentos utilizados nas rações experimentais

Table 2 - Feed composition used in the experimental diets

Nutriente *Nutrient*	Alimento[1] *Feed*		
	Capim-elefante *Elephantgrass*	Farelo de soja *Soybean meal*	Milho triturado *Ground corn*
Matéria seca *Dry matter*	25,80	89,0	85,6
Matéria orgânica[1] *Organic matter*	92,3	94,7	99,0
Proteina bruta[1] *Crude protein*	3,0	48,0	9,3
Extrato etéreo[1] *Ether extract*	0,8	1,7	5,3
FDN[1] *NDF*	84,0	14,0	9,0
FDA[1] *ADF*	54,8	10,0	3,0
Celulose[1] *Cellulose*	41,0	6,2	5,3
Lignina[1] *Lignin*	11,4	1,5	1,3
Ca[1]	0,1	0,3	0,02
P[1]	0,07	0,7	0,3

[1]% na MS *(% in DM)*.

adaptação, cinco dias para a coleta de fezes e seis dias para as coletas de digestas. Utilizou-se o óxido crômico, como indicador externo, fornecido em duas doses diárias de 5 g, pela manhã e tarde, via oral, sempre às 8 e 16 h. Foram coletadas amostras dos alimentos fornecidos e das sobras diáriamente durante os períodos de coletas de digesta do íleo, sendo todas acondicionadas em sacos plásticos. As digestas de íleo foram coletadas a intervalos de 28 horas, totalizando seis amostras por animal, iniciando-se às 10 h e encerrando-se às 6 h, segundo a metodologia adotada para ruminantes.

No final dos três períodos de coletas, as amostras da digesta do íleo, das sobras e dos alimentos fornecidos que estavam congeladas a -5ºC foram descongeladas à temperatura ambiente, homogeneizadas manualmente, pesadas e secas em estufa de ventilação forçada a 65ºC, por 72 horas, e moídas em moinho com peneira de 1 mm[2]. As análises de MS, fibra em detergente ácido, FDN, celulose e lignina, foram feitas conforme recomendação de SILVA (1990). A determinação do óxido crômico foi realizada de acordo com a metodologia descrita por WILLIANS et al. (1962).

Foi utilizado delineamento em quadrado latino 3 x 3, formado por três períodos e três rações, com dois animais por ração. No entanto, algumas perdas de fístulas e animais durante o experimento comprometeram o delineamento adotado. Portanto, adotou-se a análise descritiva dos parâmetros avaliados: fluxo de MS ileal, fluxo de MS fecal, consumo de MS e digestibilidade aparente pré-cecal da MS.

Os fluxos de MS ileal foram obtidos utilizando-se, como indicadores, o óxido crômico, a lignina, a celulose, a FDN e a lignina fecal, e foram calculados dividindo-se as quantidades dos indicadores ingeridos pelas suas concentrações na digesta ileal, exceto para lignina fecal, que foi calculada dividindo-se a quantidade de lignina presente nas fezes pela sua concentração na digesta do íleo.

O cálculo do fluxo de MS fecal e o fluxo de MS ileal com uso de diferentes indicadores foi feito utilizando-se as seguintes fórmulas:

$$\text{Fluxo de MS fecal} = \frac{\text{Quantidade de indicador ingerido}}{\text{\% do indicador na MS Ileal}} \times 100$$

$$\text{Fluxo de MS Ileal} = \frac{\text{Quantidade de indicador ingerido}}{\text{\% do indicador na MS ileal}} \times 100$$

Resultados e Discussão

Os resultados mostrados nas Figuras 1, 2 e 3 referem-se às digestibilidades pré-cecais da matéria seca, estimadas pelos indicadores FDN, celulose, lignina, lignina fecal e óxido crômico, e ao fluxo de MS ileal. Notou-se que os horários de coletas, na ração 1, das 22 h às 6 h; na ração 2, das 10 e 6 h; e na ração 3, das 14 às 6 h, apresentaram fluxos mais constantes; por conseguinte, adotaram-se também os valores estimados com a celulose, em dois horários, para comparação com os demais indicadores. A escolha dos indicadores internos, FDN e celulose, baseou-se no fato de que não ocorre digestão desses constituintes por ação das enzimas produzidas e secretadas no lúmen do intestino delgado dos mamíferos. A lignina é considerada como o constituinte mais indigestível da parede celular.

Nota-se que na ração 1 (Figura 1) todas as digestibilidades da MS foram negativas, ou seja, o fluxo de MS estimado no íleo foi maior que a MS consumida, sendo que os resultados encontrados para todos indicadores foram bastante heterogêneos, conforme pode ser comprovado pelos elevados coeficientes de variação encontrados: 148,3; 95,4; 210,2; 262,4; 148,5; e 141,1%, respectivamente, para celulose, FDN, lignina, lignina fecal, celulose, em dois

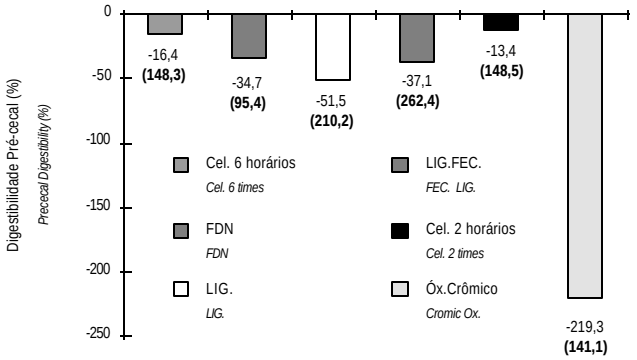

Figura 1 - Coeficientes médios de digestibilidade pré-cecais da matéria seca estimados pela celulose, FDN, lignina, lignina fecal, celulose em dois horários e óxido crômico, para a ração 1.

Figure 1 - Average coefficients of prececal digestion of dry matter estimated by cellulose, NDF, lignin, fecal lignin, celullose at two schedules and cromic oxide, for diet 1.

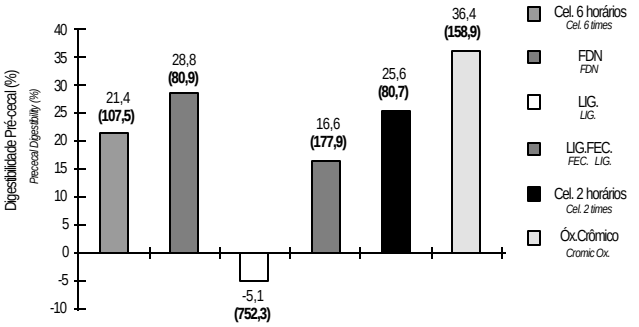

Figura 2 - Coeficientes médios de digestibilidades pré-cecais da matéria seca estimados pela Celulose, FDN, lignina, lignina fecal, celulose em dois horários e óxido crômico para a ração 2.

Figure 2 - Average prececal digestibility coefficients of dry matter estimated by cellulose, NDF, lignin, cellulose at two schedules and chromic oxide for diet 2.

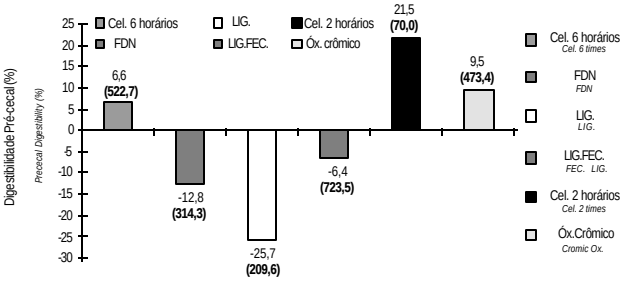

Figura 3 - Coeficientes médios de digestibilidade pré-cecais da matéria seca estimados pela celulose, FDN, lignina, lignina fecal, celulose em dois horários e óxido crômico, para a ração 3.

Figure 3 - Average prececal digestibility coefficients of dry matter estimated by cellulose, NDF, lignin, cellulose at two times and chromic oxide for diet 3.

horários, e óxido crômico. Nota-se que os fluxos de matéria seca ileal foram superestimados por todos os indicadores, o que sugere não serem os horários de coletas adotados adequados para estimar tais fluxos.

Para a ração 2 (Figura 2), apenas as digestibilidades estimadas pela lignina foram negativas (-5,07%), o que pode ser atribuído a problemas de determinação analítica da mesma. Nota-se que o menor coeficiente de variação, tanto para R2 (80,7%), quanto para R3, (70,0%), foi para o indicador celulose, estimado nos dois horários. Portanto, o indicador que melhor se enquadrou para a determinação do fluxo de MS ileal foi a celulose.

As digestibilidades pré-cecais obtidas para a ração 3 (Figura 3) apresentaram-se negativas, quando estimadas pela FDN, lignina e lignina fecal.

Analisando as digestibilidades pré-cecais, pode-se inferir que a metodologia de coletas de digestas de íleo provavelmente não foi muito adequada e que o melhor indicador foi a celulose, utilizando-se amostras referentes a dois horários de coletas.

Na Figura 4 são mostrados os consumos de matéria seca e as quantidades presentes no íleo e nas fezes, utilizando-se a celulose em dois horários como indicador, para as três rações. Nota-se que os fluxos permaneceram superestimados para a ração 1, observando-se quantidades médias de matéria seca presentes no íleo maiores que as consumidas. Porém, para as rações 2 e 3, os fluxos de matéria seca ileal podem ser considerados satisfatórios.

Conclusões

Com base nos coeficientes de variação, ocorreram diferenças entre os fluxos de matéria seca ileal, estimados pela celulose em seis e dois horários, FDN, lignina, lignina fecal e óxido crômico, entre as rações.

Para a ração 1, todos os fluxos foram superestimados com base nas quantidades médias de matéria seca presentes no íleo maiores que as consumidas, indicando digestibilidades pré-cecais da MS negati-

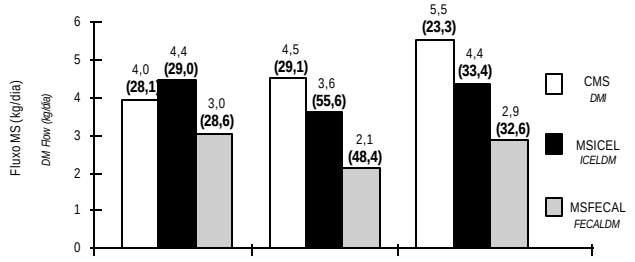

Figura 4 - Consumos médios de matéria seca (CMS) e quantidades médias presentes no ileo estimados com a celulose, (MSICEL) e nas fezes (MSFecal), estimados pela celulose em dois horários, para as três rações.

Figure 4 - Average dry matter intakes (DMI) and amounts present in the ileum (ICELDM) and feces (FECALDM), estimated by cellulose at two schedules for three diets.

vas. Os fluxos de MS estimados nas rações 2 e 3 foram satisfatórios, com exceção da lignina, e na ração 3, exceções para FDN e lignina fecal.

O melhor indicador para estimar fluxo de MS ileal foi a celulose em dois horários de coleta de digesta.

Novas metodologias sobre os horários de coleta da digesta devem ser adotadas em experimentos subseqüentes.

Referências Bibliográficas

GLADE, M.J. Nitrogen partition along the equine digestive tract. *J. Anim.Sci.*, v.57, n. 4, p.943-53, 1983.

HAENLEIN, G.F.W., SMITH, R.C., YOON, Y.M. Determination of the fecal excrection rate of horses with chromic oxide. *J. Anim.Sci.*, v. 25, n.4, p. 1091-5, 1966.

HINTZ, H.F, HOGUE, D.E, WALKER, E.F. et al Apparent digestion in various segments of the digestive tract of ponies,fed diets with varying roughage ration. *J.Anim.Sci*., V32. n.2, p.245-8.1971.

KIENZLE, E. Small intestinal digestion of starch in the horse. *R. Méd. Vét.*, V.145.n.2, p.199-204, 1994.

MAURÍCIO, R.M. *Determinação da digestibilidade aparente em eqüideos através do óxido crômico da lignina e da coleta total de fezes*. Belo Horizonte. Escola de Veterinária. UFMG. 63p. 1992. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1992.

MEYER, H. RADICKE, S., KIENZLE, E. et al. Investigations on preileal digestion of oats, corn,and barley starch in relation to grain processing. In: EQUINE NUTRITION AND PHYSIOLOGY SYMPOSIUM, 13, Gainesville, 1993. *Proceedings...* Gainesville, 1993. p.92-5.

NUTRIENTS REQUERIMENTS OF HORSES. 5 ed. Washinton: National Academic of Scince, 100p.1989.

PARKINS, J.J., SNOW, D.H., ADAMS, S. The apparent digestibility of complete diet cubes given to Throughbred horses and the use of chromic oxide as an inert faecal marker. *Br.Vet.J*., V.138. p.350-355, 1982.

SILVA, D.J. *Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)*. Viçosa, UFV. Imprensa Universitária, 164 p., 1990.

VEIGA, J.S.M., ANDREASI, F. MENDONÇA JR., D.X., Digestibilidade aparente da matéria seca em eqüinos ½ sangue Bretão e ½ sangue Inglês. *R. Fac. Med. Vet. Zootec*., v.11, p.7-19, 1974.

WILLIANS, C.H., DAVID, D.J., IISMAA, O. The determination of chromic oxide in feces samples by atomic absortion spectrophotometry. *J. Agric. Sci*., v. 59, n.3. p.38, 1962.

Recebido em: 03/12/96
Aceito em: 22/06/98