



Acurácia e precisão das estimativas da digestibilidade aparente de dietas para eqüinos obtidas pelo indicador cutina

Renata Farinelli de Siqueira², Rodrigo da Costa Gomes³, Romualdo Shiguelo Fukushima⁴, Paulo Henrique Mazza Rodrigues⁴, Alexandre Augusto de Oliveira Gobesso⁴

¹Parte da dissertação de Mestrado da primeira autora

²Mestre pelo Departamento de Nutrição e Produção Animal VNP/FMVZ/USP – e-mail: refarinelli@yahoo.com.br

³Doutorando da FZEA/USP, Departamento de Zootecnia

⁴Docentes do Departamento de Nutrição e Produção Animal VNP/FMVZ/USP

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a acurácia e a precisão dos indicadores cutina, lignina em detergente ácido (LDA) e óxido crômico em comparação com a coleta total de fezes na estimativa da digestibilidade aparente da matéria orgânica (DAMO) de dietas para eqüinos. Foram utilizados 4 eqüinos machos, com idade aproximada de 10 meses e peso médio de 197 kg (170 a 216 kg). O experimento foi realizado em 4 períodos com duração de 11 dias cada (8 de adaptação e 3 de colheita dos materiais). O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 4X4. A acurácia e a precisão foram determinadas pela comparação dos dados preditos com os observados (viés). A LDA foi o indicador que obteve a melhor recuperação fecal (100%) e a melhor acurácia (viés médio de - 0,56), portanto, o indicador mais eficiente para estimar a DAMO. O óxido crômico apresentou baixa recuperação fecal (88%), pouca acurácia (viés médio de - 4,69), subestimou a DAMO, embora tenha sido o mais preciso (erro residual de 3,14). A cutina não se mostrou eficiente como indicador interno, pois se obteve 151% de recuperação fecal, superestimou a DAMO, apresentou a menor acurácia (viés médio de 9,97) e precisão (erro residual de 7,19).

Palavras-chave: Acurácia, Cutina, Eqüinos, Indicadores, Precisão.

Abstract: This research aimed to compare organic matter digestibility coefficient (OMDC) of diets composed of alfalfa cubes, alfalfa cubes with soybean oil, alfalfa hay and alfalfa hay with soybean oil by total feces collection and the internal markers cutin and acid detergent lignin (ADL) and the external marker chromic oxide. Four male weanling horses (approximately 10-months old, 197 kg BW average) were used in a 4 x 4 Latin Square design. Evaluation of OMDC estimated by markers was performed by a model considering the bias, i.e., the difference between OMDC estimated by marker and by total feces collection. It was evaluated accuracy and precision. The ADL recovery did not differ from 100% and it was the most accurate (- 0,56 bias), therefore the most appropriated marker for this kind of diet. The chromic oxide recovery was 88%, it underestimated the OMDC but it was the most precise (3,14). The cutin recovery was 151% and it overestimated the OMDC showing to be the less accurate and precise among the evaluated markers.

Key words: Accuracy, Cutin, Digestibility, Horses, Markers, Precision.

Introdução

A recuperação de frações indigeríveis do alimento é a base para os indicadores internos, que são utilizados em estudos nos quais são necessárias estimativas de digestibilidade. O erro de amostragem pode ser reduzido se um componente indigestível de alta porcentagem na matéria seca puder ser encontrado. Nesse sentido, tem sido sugerido que as frações fibrosas indigeríveis do alimento sejam utilizadas com este propósito.

Os objetivos deste trabalho foram testar o uso da cutina como possível indicador interno e avaliar a acurácia e a precisão dos indicadores cutina, lignina em detergente ácido e óxido crômico, em comparação a coleta total de fezes, na estimativa da digestibilidade aparente da matéria orgânica em dietas para eqüinos.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas dependências do setor de Eqüideocultura da FMVZ/USP e as análises realizadas no Laboratório de Bromatologia e no Laboratório de Lignina, ambos do VNP/FMVZ/USP, no Campus Administrativo de Pirassununga, SP.

Foram utilizados 4 eqüinos machos, filhos do mesmo garanhão, sem raça definida, com idade aproximada de 10 meses e peso médio de 197 kg (170 a 216 Kg), alojados em baias individuais.

O experimento foi realizado em 4 períodos com duração de 11 dias cada, sendo que os 8 primeiros foram para adaptação às dietas e os 3 subseqüentes, para coletas dos materiais.



A alimentação dos animais foi realizada 2 vezes ao dia, sendo a ração total (feno + concentrado) dividida em partes iguais entre os dois horários (7 e 19 horas). A dieta foi fornecida em 2,5% do peso vivo com base na matéria seca. Seguindo um delineamento em Quadrado Latino 4 x 4, os animais foram distribuídos aleatoriamente a um dos tratamentos: dieta contendo feno de alfafa disposto em cubos; dieta contendo feno de alfafa disposto em ramas; dieta com feno de alfafa em cubos adicionado de óleo de soja refinado; dieta com feno de alfafa em ramas adicionado de óleo de soja refinado.

As coletas totais de fezes foram realizadas do 9º ao 11º dia experimental (3 períodos de 24 horas), com os animais mantidos nas baias sem cama. As fezes foram recolhidas do chão, pesadas e identificadas individualmente. Das fezes coletadas, após homogeneização, foram retiradas frações correspondentes a 10% do total, acondicionadas em sacos plásticos e congeladas a -20°C para posteriores análises laboratoriais.

Em todos os dias de cada período de coleta, junto às 2 refeições que recebiam, foram adicionados 20 g do óxido crômico por dia. A quantificação do cromo nas fezes se deu de acordo com a metodologia proposta por Uden *et al.* (1980) utilizando-se espectrofotometria de absorção atômica (aparelho Hitachi, modelo Z-8200).

A determinação das concentrações de lignina em detergente ácido (LDA) nos alimentos utilizados e nas fezes foi realizada conforme metodologia descrita por Van Soest (1964). As análises do conteúdo de cutina nos ingredientes e fezes foram realizadas a partir da LDA, como proposto (Comunicação pessoal)¹.

O uso dos indicadores cutina, LDA e óxido crômico para a estimativa da DAMO em equínos foi avaliado quanto à acurácia (viés médio) e precisão (RQMEP e erro residual), em relação à coleta total de fezes.

O cálculo do viés médio foi realizado segundo a fórmula abaixo:

$$\text{Viés médio} = \frac{\sum(\text{predito} - \text{observado})}{n^{\circ} \text{ observações}}$$

O erro residual e o RQMEP foram calculados como segue:

$$\text{RQMEP} = \sqrt{\frac{\sum(\text{predito} - \text{observado})^2}{n^{\circ} \text{ observações}}}$$

$$\text{Erro residual} = \sqrt{[\text{RQMEP}^2 - (\text{viés}_\text{médio})^2]}$$

Para se comparar a acurácia entre os indicadores, o viés médio foi submetido à análise de variância (teste F) e a comparação entre as médias foi realizada pelo teste de Tukey. Para a determinação da significância do valor médio do viés foi utilizado o teste T para media igual a zero, pelo PROC UNIVARIATE (SAS, 1998). O nível de significância utilizado foi o de 5%.

Para se comparar a precisão entre os indicadores, os valores do erro residual foram submetidos ao teste de homogeneidade de variâncias (teste de Hartley), sendo comparados dois a dois, utilizando-se para tal, o PROC TTEST (SAS, 1998).

Resultados e Discussão

A estatística descritiva da recuperação fecal dos indicadores internos LDA e cutina e do indicador externo óxido crômico é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Recuperação fecal dos indicadores cutina, lignina em detergente ácido (LDA) e óxido crômico para estimativa da digestibilidade aparente da matéria orgânica (DAMO) em equínos

Recuperação fecal	Indicador		
	Cutina	LDA	Óxido crômico
n	16	16	16
média, % ^{a, a}	151 ^{A *}	100 ^{B ns}	88 ^{B **}
máxima, %	196	135	98
mínima, %	76	67	73
desvio padrão	33,4	20,7	6,90
CV ^c	22,1	20,7	7,87

^a médias na mesma linha, seguidas de letras distintas, diferem entre si pelo teste HSD-Tukey ao nível de 5% de significância.

¹ FUKUSHIMA, R. S. (Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga/SP). Comunicação pessoal, 2007.



^b Probabilidade do teste t para média = 100. ns = não significativo (P>0,05); * P<0,01; ** P<0,0001.

^c coeficiente de variação.

Houve diferença para a recuperação fecal entre os indicadores utilizados (P<0,05). A recuperação para a cutina foi maior quando comparado à da LDA e óxido crômico, enquanto que não houve diferença entre os dois últimos. Aplicando-se o teste t para média igual a 100, pode-se verificar que apenas para a LDA houve uma recuperação fecal adequada, ou seja, de 100%, enquanto que as quantidades dos indicadores cutina e óxido crômico recuperadas nas fezes foram maior e menor que 100, respectivamente. A alta recuperação fecal da cutina pode ter levado a uma subestimativa da excreção da fração matéria orgânica pelas fezes, o que resultou em coeficientes de digestibilidade, aproximadamente, 10% maiores. Ao contrário, a recuperação fecal da lignina sendo igual a 100%, permitiu valores estimados da DAMO iguais ao obtido pelo método de coleta total de fezes.

Oliveira et al. (2003) concluíram que o óxido crômico foi inadequado para as estimativas de digestibilidade em eqüinos, pois relacionaram estes resultados com a baixa recuperação do indicador nas fezes. A baixa recuperação fecal do óxido crômico em ensaios de digestão com eqüinos foi relatada por vários autores, o que concorda com os dados do presente estudo.

Os valores referentes às medidas de acurácia e precisão dos indicadores apresentam-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros de avaliação da acurácia e precisão da estimativa da digestibilidade aparente da matéria orgânica (DAMO) em eqüinos pelos indicadores cutina, lignina em detergente ácido (LDA) e óxido crômico

Parâmetro	Indicador		
	Cutina	LDA	Óxido Crômico
n	16	16	16
DAMO observada	68,1	68,1	68,1
DAMO predita	77,2	66,7	63,4
Viés médio ^{a, b}	9,97 A *	-0,56 B ^{ns}	-4,69 B **
RQMEP ^{c, d}	11,7	6,07	5,40
Erro residual	7,19	7,02	3,14

^a Médias na mesma linha, seguidas de letras distintas, diferem entre si pelo teste HSD-Tukey, ao nível de 5% de significância.

^b Probabilidade do teste t para média = 0. ns = não significativo (P>0,05); * P <0,01; ** P < 0,0001.

^c Valores na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Hartley ao nível de 5% de significância.

^d Raiz quadrada da média do erro de predição.

Ao analisar os vieses médios, nota-se que o indicador cutina estimou a DAMO com maior viés (9,97), seguido pelo óxido crômico (-4,69) e pela LDA (-0,56). Os vieses médios do óxido crômico e da LDA não diferem (P>0,05), entretanto apenas o viés médio da LDA foi considerado igual a zero pelo teste t, mostrando que a lignina em detergente ácido foi o indicador mais acurado para a estimativa da DAMO. Quanto à precisão, óxido crômico apresentou raiz quadrada do erro de predição (RQMEP) e erro residual numericamente menor (5,40 e 3,14, respectivamente) que cutina (11,7 e 7,19) e LDA (6,07 e 7,02), sugerindo ser o indicador mais preciso, apesar de não ter havido observado diferença estatística (P>0,05).

Provavelmente, a técnica de determinação laboratorial da cutina utilizada neste trabalho quantificou inadequadamente alguma fração do material analisado como sendo cutina, superestimando a concentração desta nas fezes, o que resultou numa superestimativa da DAMO.

Dificuldades foram encontradas em relação à comparação de nossos resultados devido a poucos estudos terem sido publicados até então avaliando a utilização da cutina como indicador para estimar digestibilidade de frações de dietas para animais.

Conclusões

Segundo o modelo de avaliação utilizado, conclui-se que o indicador interno lignina em detergente ácido apresentou recuperação fecal média de 100% e maior acurácia, sendo assim, considerado, nas condições que foram desenvolvidas este experimento, o mais adequado para estimar a digestibilidade aparente da matéria orgânica. Os indicadores cutina e óxido crômico não se mostraram eficientes para estimar a digestibilidade aparente da matéria orgânica nas dietas para eqüinos compostas por concentrado, alfafa em rama, alfafa em cubos e óleo de soja.

Como a cutina começa neste momento a ser testada como indicador interno em eqüinos, recomenda-se que novos estudos sejam conduzidos, com outros tipos de dietas, com a finalidade de validar seu uso nesta espécie animal.



Literatura Citada

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient and requirements of horses**. 5. ed. rev. Washington: National Academy Press, 1989. 100 p.

OLIVEIRA, C. A. A.; ALMEIDA, F. Q.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Estimativa da digestibilidade aparente de nutrientes em dietas para eqüinos, com o uso de óxido crômico e indicadores internos. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.6, p.1681-1689, 2003.

SAS, 1998. SAS/STAT User's Guide, Release 7.0 ed. SAS Institute, Cary, NC.

UDEN, P.; COLUCCI, P.E.; VAN SOEST P.J. Investigation of chromium, cerum and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. **Journal of Agricultural Science**, v.31, p.625-632, 1980.