

AVALIAÇÃO DO USO DE ÓXIDO CRÔMICO EM CÁPSULAS PARA ESTIMAR A DIGESTIBILIDADE APARENTE EM GATOS

(EVALUATION OF THE USE OF CHROMIC OXIDE IN CAPSULES TO ESTIMATE THE DIGESTIBILITY IN CATS)

(EVALUACIÓN DEL USO DEL OXIDO CRÓMICO EN CAPSULAS PARA ESTIMAR LA DIGESTIBILIDAD APARENTE EN GATOS)

R. S. VASCONCELLOS¹, A. C. CARCIOFI², F. PRADA³, R. S. BAZOLLI¹, G. T. PEREIRA⁴, M. A. DE C. PICINATO⁵

RESUMO

Este trabalho avaliou a administração de óxido crômico em cápsulas de gelatina para estimar os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes para gatos. Os CDA de duas rações extrusadas foram determinados pelo método de coleta total de fezes e estimados pelo óxido crômico. Cápsulas de gelatina com aproximadamente 140 mg de óxido crômico foram fornecidas para os animais, mediante ingestão forçada, imediatamente antes das refeições, sendo estes alimentados duas vezes ao dia. Foram utilizados 12 gatos adultos castrados, alojados individualmente em gaiolas metabólicas, totalizando seis animais por ração. O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado num esquema de parcelas subdivididas, sendo as rações as parcelas, os métodos as subparcelas e cada gato uma unidade experimental. Não houve diferença estatística entre os CDA dos nutrientes determinados pela coleta total de fezes ou estimados pelo óxido crômico ($p>0,05$). As taxas de recuperação do óxido crômico foram de $97,78\pm 4,0\%$ e $98,07\pm 5,5\%$. Apesar disto, a avaliação visual das fezes demonstrou que a coloração verde conferida pelo óxido crômico às excretas não foi homogênea entre os segmentos fecais de uma mesma defecação, o que sugere que a distribuição do indicador não foi uniforme no bolo alimentar.

PALAVRAS-CHAVE: Cápsulas de gelatina. Digestibilidade. Gatos. Óxido crômico. Taxa de recuperação.

ABSTRACT

This study evaluated the use of chromic oxide in gelatin capsules to estimate the coefficient of apparent digestibility (CAD) of nutrients for cats. The CAD of two extruded diets were determined using both the fecal total collection method and the chromic oxide method. The cats were given orally approximately 140 mg of chromic oxide in gelatin capsules twice a day, immediately before feeding. Twelve adult neutered cats were used, housed individually in metabolism cages, a total of six animals per diet. The experiment was carried out in a completely randomized design, with two among-subjects factors (foods), two within-subjects factors (methods), and considering the cat as the experimental unit. There was no statistical

¹ Médico Veterinário. Aluno de Doutorado. Universidade Estadual Paulista. Unesp - Jaboticabal - SP.

² Professor Assistente Doutor. Unesp - Jaboticabal - SP. Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n. CEP: 14.884-900 -Jaboticabal - SP. Fone: (16) 3209-2626. Fax: (16) 3203-1226. E-mail: aulus.carciofi@gmail.com

³ Professor Titular Aposentado. Unesp - Jaboticabal - SP.

⁴ Professor Assistente Doutor. Unesp - Jaboticabal - SP. Departamento de Ciências Exatas, campus de Jaboticabal.

⁵ Aluna do curso de graduação em Medicina Veterinária. Unesp - Jaboticabal - SP.

difference ($p>0,05$) between the CAD of nutrients determined by the fecal total collection method or estimated by the chromic oxide method. The fecal recovery of the marker was $97,78\pm 4,0\%$ and $98,07\pm 5,5\%$. Notwithstanding the similar CAD obtained, visual evaluation of the feces showed that the green color of the chromic oxide was not uniformly distributed throughout the feces, which possibly indicates that the marker did not become evenly distributed in the gastrointestinal tract.

Key-Words: Cats. Chromic oxide. Digestibility. Fecal recovery. Gelatin capsules.

RESUMEN

Este trabajo avalúo la administración de óxido crómico en capsulas de gelatina para estimar los coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) de los nutrientes para gatos. Los CDA de dos raciones estrujadas fueron determinados por el método de colecta total de heces y estimados por el óxido crómico. Capsulas de gelatina con aproximadamente 140mg de óxido crómico fueron fornecidas para los animales, mediante la ingestión forzada inmediatamente antes de las comidas, siendo estos alimentados dos veces al día. Fueron utilizados 12 gatos adultos castrados, alojados individualmente en jaulas metabólicas, totalizando seis animales por tipo de ración. El experimento siguió un delineamiento enteramente casualizado en un esquema de parcelas subdivididas, siendo las raciones las parcelas, los métodos de las subparcelas y cada gato una unidad experimental. No hubo diferencia estadística entre los CDA de los nutrientes determinados por la colecta total de heces o estimados por el óxido crómico ($p>0,05$). Las tasas de recuperación del óxido crómico fueron de $97,78\pm 4,0\%$ y $98,07\pm 5,5\%$. A pesar de esto, la evaluación final de las heces demostró que la coloración verde conferida por el óxido crómico excretado no fue homogénea entre los segmentos fecales de una misma defecación, lo que sugiere que la distribución del indicador no fue uniforme en el bolo alimentar.

PALABRAS-LLAVE: cápsulas de gelatina, digestibilidad, gatos, óxido crómico, tasa de recuperación

INTRODUÇÃO

A busca de métodos mais precisos e práticos para a realização dos ensaios de digestibilidade levou ao estudo dos indicadores. Estas substâncias podem proporcionar uma série de informações, incluindo-se: a quantidade ingerida de alimento, a taxa de passagem da digesta pelo trato digestório e a digestibilidade do alimento ou de nutrientes específicos (ITURBIDE, 1967). Por este motivo, uma grande quantidade de indicadores tem sido testada e empregada em diversas espécies animais. Dentre as substâncias índices, o óxido crômico (Cr_2O_3) é o mais utilizado até o presente momento (OLIVEIRA et al., 1991).

Para a realização dos ensaios de digestibilidade em cães e gatos, tem sido recomendada a completa homogeneização do óxido crômico na ração (AAFCO, 2004). No entanto, quando se pretende avaliar alimentos industrializados já preparados, a inclusão do indicador externo exige a moagem da ração para posterior homogeneização da substância. Em nossa experiência, os felinos não ingerem alimento seco moído, mesmo que umedecido em água, inviabilizando o emprego do óxido crômico nesta condição.

Para espécies ruminantes têm-se fornecido o óxido crômico em cápsulas ou envelopes de papel, pois a homogeneização do indicador no volumoso é praticamente inviável (PRIGGE et al., 1981; OLIVEIRA et al., 1991; ZEOULA et al., 1992; MAURÍCIO et al., 1996). LÔBO Jr. et

al. (2001) forneceram óxido crômico em cápsulas de gelatina para estimar a digestibilidade aparente em cães e obtiveram uma taxa de recuperação de 93,7% do indicador por este método. Quando o indicador é administrado separadamente do alimento, é essencial que este sofra completa homogeneização com o alimento no estômago para posterior uniformidade na excreção fecal (ZEOULA et al., 1992). Não há descrição na literatura consultada sobre o emprego de indicadores em cápsulas para gatos.

Este trabalho teve como objetivo comparar os coeficientes de digestibilidade aparente determinados pelo método de coleta total com os estimados pelo óxido crômico fornecido em cápsulas de gelatina em gatos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas duas rações extrusadas (R1 e R2) para a manutenção de gatos adultos. A composição química e ingredientes empregados nas duas rações encontram-se na Tabela 1.

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos “Prof. Dr. Flávio Prada” da FCAV/UNESP – Jaboticabal. Foram utilizados 12 gatos adultos, sem raça definida, com peso médio de $4,36\pm 0,43\text{kg}$, previamente vacinados, desverminados e submetidos ao exame clínico, hematológico e coproparasitológico. Estes foram

distribuídos aleatoriamente em dois grupos experimentais de seis animais, recebendo as rações R1 e R2, respectivamente. Os gatos foram mantidos em gaiolas metabólicas individuais em inox, com dimensões de 80 x 80 x 90 cm, durante os 14 dias destinados ao ensaio de digestibilidade, sendo sete dias de adaptação e sete de coleta total de fezes.

As cápsulas contendo óxido crômico foram manipuladas para apresentarem 140 mg do indicador. Antes do início do experimento retirou-se aleatoriamente uma amostragem constituída por 50 cápsulas para se quantificar o indicador, que foi pesado em balança analítica.

Durante o experimento 40g de alimento foi fornecido aos animais às 07h30min e 40g às 17h30min. A ração permaneceu disponível por um período de 30 minutos, sendo então retiradas e quantificadas as sobras. Imediatamente antes das refeições, cada gato recebeu uma cápsula de óxido crômico por via oral. O consumo das cápsulas foi induzido por meio de ingestão forçada.

Antes de cada refeição as fezes dos animais foram coletadas, pesadas e congeladas para posterior análise. A colheita de fezes respeitou as recomendações da AAFCO (2004) para o método de coleta total, de forma a permitir o cálculo da taxa de recuperação do indicador. Porém, apenas parte das fezes de cada defecação, representada por aproximadamente 30% do material, foi acondicionada em freezer, simulando desta forma a colheita fecal pelo método dos indicadores. Ao final do período de coleta, as fezes foram descongeladas, homogeneizadas, secas em estufa com ventilação forçada de ar, a 65 °C, durante 72 horas e posteriormente moídas em moinho de facas, em peneira de 1mm, para proceder-se às análises laboratoriais.

Nas rações e fezes foram determinados, segundo a metodologia descrita pela AOAC (1996), os teores de matéria seca (AOAC-4.1.06), proteína bruta (AOAC-4.2.02), gordura em hidrólise ácida (AOAC-4.5.02) e matéria mineral (AOAC-4.1.10). A energia bruta foi determinada em calorímetro Parr® (modelo 1281). Para a quantificação laboratorial do óxido crômico, utilizou-se o método colorimétrico de Fenton e Fenton (1979).

A taxa de recuperação (TR) dos indicadores e os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes (CDAN) e da matéria seca (CDAMS) foram calculados, pelo método dos indicadores, segundo as equações:

$$TR (\%) = \frac{\text{indicador ingerido (g)} \times 100}{\text{indicador excretado (g)}}$$

$$CDAN (\%) = 100 - \left(100 \times \frac{\% \text{ indicador alimento}}{\% \text{ indicador fezes}} \times \frac{\% \text{ nutriente fezes}}{\% \text{ nutriente alimento}} \right)$$

$$CDAMS (\%) = 100 \times \left(1 - \frac{\% \text{ indicador alimento}}{\% \text{ indicador fezes}} \right)$$

A concentração de indicador presente no alimento foi calculada considerando-se a ingestão de matéria seca de cada indivíduo, com a fórmula:

$$[\text{Indicador no alimento}] = \frac{\text{indicador administrado via cápsula (g)} \times 100}{\text{ingestão de matéria seca (g)}}$$

Pela coleta total de fezes (CT) os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) foram calculados de acordo com a seguinte fórmula:

$$CDA (\%) = \frac{\text{nutriente ingerido (g)} - \text{nutriente excretado (g)}}{\text{nutriente ingerido (g)}} \times 100$$

O arranjo dos tratamentos seguiu um esquema em parcela subdividida com medidas repetidas, sendo as parcelas constituídas pelas duas rações (fator entre os animais) e as sub-parcelas os dois métodos de avaliação da digestibilidade (fator dentro dos animais), em um delineamento inteiramente casualizado com seis animais para cada ração, totalizando 12 gatos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estas análises foram realizadas com auxílio do programa computacional SAS (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As cápsulas de óxido crômico manipuladas para este estudo apresentaram (média±erro padrão) 139,24±0,98 mg do elemento, resultado muito próximo do almejado. Este valor foi utilizado nos procedimentos de cálculo.

O consumo alimentar dos animais, por unidade de peso vivo, não diferiu entre os grupos ($p>0,05$), sendo de 15,22±0,32 gramas por quilograma de peso vivo para os animais que receberam a ração 1 e 14,45±0,67 gramas por quilograma de peso vivo para os que receberam a ração 2. Os coeficientes de digestibilidade aparente auferidos pelo método de CT e do Cr₂O₃, assim como as taxas de recuperação do indicador encontram-se na tabela 2. Os CDA obtidos pelos dois métodos, para as duas rações, não diferiram ($p>0,05$) entre si.

Neste experimento o Cr₂O₃ foi administrado imediatamente antes da alimentação dos gatos, sendo esta fornecida por tempo controlado (disponível por 30 minutos em cada refeição). Com isto objetivou-se obter uma melhor homogeneização do indicador com o alimento ainda no estômago dos animais. Segundo Iturbide (1967) a administração de óxido crômico imediatamente antes das refeições proporciona uma excreção mais uniforme do indicador nas fezes, sendo preferível o fornecimento da substância duas vezes ao dia para a redução da variabilidade de sua excreção diária.

A inspeção visual das fezes dos animais, no entanto, sugere que a homogeneização do indicador foi incompleta, pois pôde-se perceber acentuada

Tabela 1 - Composição química e ingredientes das rações experimentais.

Nutrientes	Ração 1 ^a	Ração 2 ^b
Matéria seca (%)	92,01	94,14
Proteína bruta (%) ¹	31,84	32,64
Gordura em hidrólise ácida (%) ¹	13,85	12,10
Matéria orgânica (%) ¹	90,85	92,18
Energia bruta (kcal/g) ¹	4,92	4,86

a – Farinha de peixe, farinha de atum, farinha de salmão, farelo de soja, farinha de subprodutos de frango, farelo de glúten de milho, farinha de carne, gordura animal estabilizada, quirera de arroz, miúdos de aves hidrolisados, levedura seca de cervejaria, ácido fosfórico, cloreto de sódio, carbonato de cálcio, DL-metionina, L-lisina, cloreto de colina, taurina, cloreto de potássio, corantes, premix vitamínico, premix mineral.

b – Milho integral moído, farinha de subprodutos de frango, farelo de glúten de milho, farinha de peixe, farelo de soja, quirera de arroz, gordura animal estabilizada, palatabilizante, levedura seca de cervejaria, ácido fosfórico, cloreto de sódio, carbonato de cálcio, fosfato bicálcico, cloreto de potássio, cloreto de colina, DL-metionina, L-lisina, taurina, premix mineral e vitamínico.

¹ Valores na matéria seca.

Tabela 2 - Coeficientes de digestibilidade aparente (média ± erro padrão) das rações experimentais, determinados pela coleta total de fezes e estimados pelo óxido crômico e taxas de recuperação do indicador.

	Coleta Total	Óxido Crômico
Ração 1		
Matéria seca (%)	72,51±0,6	71,46±1,5
Proteína bruta (%)	81,48±0,6	80,78±1,1
Extrato etéreo em hidrólise ácida (%)	85,16±0,4	84,59±0,9
Matéria orgânica (%)	80,91±1,6	75,95±1,4
Energia bruta (%)	77,89±0,6	77,04±1,2
Taxa de Recuperação (%)	-	97,78±4,0
Ração 2		
Matéria seca (%)	81,79±0,4	81,03±1,2
Proteína bruta (%)	83,31±0,6	82,46±1,5
Extrato etéreo em hidrólise ácida (%)	87,95±0,6	87,31±1,2
Matéria orgânica (%)	85,14±0,5	84,49±1,1
Energia bruta (%)	84,67±0,5	83,96±1,2
Taxa de Recuperação (%)	-	98,07±5,5

heterogeneidade de sua coloração. Segmentos diferentes de uma mesma defecação apresentaram porções verde escuro e marrom claro, sugerindo distribuição não uniforme do óxido crômico no bolo fecal.

Imbeah et al. (1995) observaram em suínos um padrão de excreção bifásico do Cr₂O₃. Atribuíram este padrão de excreção à existência de dois momentos de saída do indicador do estômago, o primeiro acompanhando as partículas mais finas de alimento e o segundo com o restante do conteúdo gástrico. Em cães, Hill et al. (1996)

observaram que o Cr₂O₃, mesmo misturado à ração, apresentou um pico de passagem ileal, ao redor de 5 a 9 horas após a refeição.

O pico de esvaziamento gástrico dos gatos ocorre ao redor de 60 minutos e o tempo total de trânsito gastrointestinal varia de 25 a 35 horas, conforme constatado por Peachey et al. (2000). O tempo curto do trânsito digestivo nesta espécie pode ter contribuído para a incompleta homogeneização do Cr₂O₃ no bolo alimentar.

Não foram encontrados trabalhos na literatura, utilizando-se cães ou gatos, nos quais o Cr₂O₃ tenha sido fornecido em *bolus* aos animais e a colheita de fezes tenha sido realizada de acordo com as recomendações para o uso do método dos indicadores (AAFCO, 2004), ou seja, a colheita esparsa de amostras das fezes eliminadas, procedimento adotado no presente estudo. Lôbo Jr. et al. (2001) também forneceram Cr₂O₃ acondicionado em cápsulas de gelatina para cães, no entanto praticaram a colheita total de fezes. Os autores não informaram a respeito da ocorrência ou não de problemas de homogeneização do indicador no bolo fecal.

No presente estudo a amostragem fecal dos animais foi do tipo arbitrária (aproximadamente 30% de todo o material defecado) e, segundo Vogel (1992), as amostras obtidas por este método, podem não representar adequadamente o material como um todo, quando este é heterogêneo. Apesar disso, as TR foram satisfatórias nos dois ensaios, com valor médio de 97,93±11,22%.

Esta técnica de fornecimento de indicadores externos representa um método prático para a administração desta substância aos animais quando se utiliza alimentos já preparados, pois elimina a necessidade da moagem da ração para a incorporação do indicador, é bem aceita pelos gatos e não altera a textura e demais características sensoriais inerentes ao alimento.

CONCLUSÕES

Nas condições de realização deste trabalho, pôde-se concluir que o fornecimento do Cr₂O₃ em cápsulas de gelatina por via oral para a realização de ensaios de digestibilidade foi bem tolerado pelos gatos e a taxa de recuperação do indicador foi satisfatória.

ARTIGO RECEBIDO: Maio / 2005

APROVADO: Novembro / 2005

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAFCO - Association of American Feed Control Officials (AAFCO). **Dog and cat food substantiation methods**. Ottawa, 2004, 444p.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 16 ed., Gaithersburg, 1996, v.1, chap. 4, p.1-45.

FENTON, T.W., FENTON, M. – An improved procedure for the determination of chromic oxide in feed and feces. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, n.59, p. 631-634,1979.

HILL, R.C., BURROWS, C. F., ELLISON, G W., BAUER, J. E. The use of chromic oxide as a marker for measuring small intestinal digestibility in cannulate dogs. **Journal of Animal Science**, Champaign, n.74, p. 1629-1634, 1996.

IMBEAH, M., SAUER, W. C., CAINE, W. R. Comparison of the single dose and withdrawal methods for measuring the rate of passage of two digestibility markers digesta collected from the distal ileum and feces in growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, New York, v. 52, p. 41-50, 1995.

ITURBIDE, C.A. El óxido crómico como indicador externo para estimar producción fecal y consumo en las pruebas de digestibilidad. **Turrialba**, San José, v. 17, n.3, p.304-313, 1967.

LÔBO Jr., M.F., REZENDE, A. S. C., SALIBA, E. O. S., SAMPAIO, I. B.M. Coeficientes de digestibilidade aparente pelos métodos de indicadores e coleta total de fezes em cães. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.53, n.6, p.691-694, 2001.

MAURÍCIO, R.M., GONÇALVES, L. C., RESENDE, A. C., RODRIGUES, N. M. Determinação da digestibilidade aparente em eqüídeos através do óxido crômico, da lignina e da coleta total das fezes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48, n.6, p. 703-711,1996.

OLIVEIRA, R.F.M., FONTES, C. A. A., SILVA, J. F. C., PAULINO, M. F. Estudo da recuperação fecal do Cr_2O_3 e dos indicadores CIA, CIDA e LIGNINA em períodos de coleta de dois a sete dias, em bovinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.20, n.5, p.522-531, 1991.

PEACHEY, S.E., DAWSON, J. M., HARPER, E. J. Gastrointestinal Transit times in young and old cats. **Comparative Biochemistry and Physiology**, New York, Part A, v.126, p.85-90, 2000.

PRIGGE, E. C., VARGA, G. A., VICINI, J. L., REID, R. L. Comparison of ytterbium chloride and chromium sesquioxide as fecal indicators. **Journal of Animal Science**, Champaign, v 53, n.6, p 1629-1633,1981.

SAS Institute. SAS/STAT User's Guide, Version 6, 4 ed., v.1 e 2, Cary, North Carolina, SAS Institute Inc., 1997.

VOGEL, L.C. Amostragem. In: ___ **Manual de química analítica quantitativa**. Rio de Janeiro, LTC, 1992, p. 125-130.

ZEOULA, L.M., SILVA, J. F. C., LEÃO, M. I., VALADARES FILHO, S. C., OLIVEIRA, L. M., REZENDE, K. T. Utilização de cinza insolúvel em ácido, óxido crômico e celulose em estudos de digestão. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.21, n.1, p. 73-82, 1992.