

UTILIZAÇÃO DO COLÁGENO CROMATADO COMO INDICADOR EM ESTUDOS DE DIGESTÃO COM CAPRINOS.

KLEBER TOMÁS DE RESENDE¹, CLÁUDIA LOPES FURLAN³, ROBERTO GERMANO COSTA², ATUSHI SUGOHARA¹, VÂNIA RODRIGUES VASCONCELOS², FRANCISCO FERNANDO RAMOS DE CARVALHO², CLÁUDIA GUIDEL³

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi estudar a viabilidade de utilização do colágeno cromatado como indicador externo em estudos de digestão, comparando-o com os indicadores internos cinza insolúvel em ácido (CIA) e fibra em detergente ácido indigerível (FDAI) e com o método de coleta total. Foram utilizados seis cabritos da Raça Alpina, castrados, pesando, em média, 33,4 kg, os quais foram alojados em gaiolas de metabolismo. A alimentação foi baseada em 60 g/kg PV^{0,75} de ração peletizada, por animal, fornecida diariamente em duas refeições (7 e 16 h). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Os resultados permitiram concluir que o colágeno cromatado foi o que melhor se destacou entre os indicadores estudados, sendo este, portanto, mais um indicador com possibilidades de ser utilizado. A CIA e a FDAI mostraram-se menos eficientes, subestimando a digestibilidade do alimento.

Palavras-chave: Caprinos, colágeno cromatado, digestibilidade, indicadores

¹ Professor do Dep. de Zootecnia de Ruminantes da FCAV/JUNESP, Rodovia Carlos Tonanni, Km 5 - 14870-000 - Jaboticabal, SP.

² Doutorando em Produção Animal na FCAV/JUNESP

³ Zootecnista.

UTILIZATION OF CHROMATED COLLAGEN AS AN INDICATOR IN STUDIES OF DIGESTION WITH GOATS

ABSTRACT - The objective of this research was to study the feasibility of utilizing chromated collagen as an external indicator of digestibility by comparing it to acid insoluble ash (AIA) and indigestible acid detergent fiber (IADF) as internal markers, and to the total collection method. Six castrated Alpine breed kid goats with an average weight of 33,4 kg were used. They were housed in metabolism cages. Feeding was based on 60 g/kg PV^{0,75} of a pelleted ration per animal, supplied daily in two meals (7 am and 4 pm). The experimental design was completely randomized with four treatments and six replications. The results permitted the conclusion that the chromated collagen was the best of the indicators studied, and therefore, is one more indicator which can be used. The AIA and IADF were less efficient and underestimated the digestibility of the feed.

Key Words: goat, cromated collagen, digestibility, indicator.

INTRODUÇÃO

O método tradicional de coleta total de fezes para a determinação da digestibilidade dos alimentos requer um controle rigoroso das ingestões e excreções. Este controle, às vezes, é trabalhoso e implica em manter os animais presos em gaiolas ou amarrados com arreios e, em determinadas

circunstâncias, é impossível de ser realizado. Isto levou a idealização de outros métodos, os quais têm recebido o nome de métodos indiretos dos indicadores ou dos marcadores (SILVA, 1979).

Embora a técnica dos indicadores venha sendo usada desde o início do século, a maioria dos indicadores utilizados apresenta pelo menos uma característica indesejável que limita seu uso (FAICHNEY, 1975), sendo dois os problemas mais limitantes: a recuperação incompleta e a variação diurna na excreção. Por essa razão, a procura de indicadores ideais constitui um dos assuntos de grande interesse na pesquisa de técnicas que facilitem os estudos de nutrição animal.

O colágeno cromatado é um produto que possui, na sua composição, fibra de origem animal, que é estabilizada pela ligação com o cromo, sendo de baixo custo e alta disponibilidade no mercado. Presumindo-se sua indigestibilidade no trato digestivo, o colágeno cromatado poderá ser utilizado como indicador externo em estudos de digestão.

Em razão da falta de trabalhos na literatura e da provável potencialidade do colágeno cromatado como indicador em estudos de digestão, o presente trabalho teve como objetivo estudar a sua viabilidade e compará-lo com indicadores internos: cinza insolúvel em ácido (CIA) e fibra em detergente ácido indigerível (FDAI) e com o método de coleta total das fezes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Caprinocultura da Faculdade

de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP - Campus de Jaboticabal, SP, em 1993.

Foram utilizados seis cabritos da raça Alpina, castrados, pesando em média 33,4 kg, alojados em gaiolas de metabolismo. O experimento teve a duração de 28 dias, sendo o período de adaptação de 21 dias. No 17º dia,

foram colocadas as bolsas para a coleta total de fezes e, após quatro dias, iniciou-se a fase de coleta de dados, com duração de sete dias.

O arraçãoamento foi realizado com base em 60-g de MS/kg PV^{0,75} de ração peletizada por animal, oferecida diariamente em duas refeições (7 e 16 h), cuja composição da ração en-

QUADRO 1 - Composição químico-bromatológica da ração

TABLE 1 - Chemical-bromatologic composition of the ration

Ingredientes	%
<i>Ingredients</i>	%
MDPS ¹	60,0
CCWH	
Calágeno cromatado	4,3
<i>Chromated collagen</i>	
Sal mineral	3,0
<i>Mineralized salt</i>	
Farelo de soja	25,9
<i>Soybean meal</i>	
Milho grão	6,8
<i>Corn grain</i>	
Constituintes	%
<i>Constituents</i>	
Matéria seca	93,9
<i>Dry matter</i>	
Proteína bruta	24,0
<i>Crude protein</i>	
Fibra bruta	22,6
<i>Crude fiber</i>	
Cinza	5,5
<i>Ash</i>	
Cinza insolúvel em ácido	0,9
<i>Acid insoluble ash</i>	
Fibra deterg ácido indigerível	4,9
<i>Indigestible acid deter. fiber</i>	
Cromo (ppm)	6,6
<i>Chromium</i>	

¹ Milho desintegrado com palha e sabugo

¹ Ground corn and cob with husks

contra-se no Quadro 1. Observou-se um valor alto de proteína bruta (24%), o qual se deve ao fato do colágeno cromatado ser constituído basicamente de proteína, porém na forma indisponível.

Durante a fase de coleta, foi retirada diariamente uma amostra de 50 g da ração oferecida e outra de 25 e 10%, respectivamente, das sobras de ração e das fezes coletadas. Essas amostras foram colocadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em "freezer" para posterior processamento e análise.

Ao término da fase da coleta de dados, foram tomadas amostras compostas das amostras de fezes e da ração oferecida. Em seguida, foram submetidas à secagem em estufa com circulação forçada a 60°C, durante 48h, para determinação da matéria seca parcial (ASA). A seguir, o material foi moído e acondicionado em sacos plásticos para futuras análises laboratoriais (SILVA, 1981).

Para a determinação da CIA, contida no alimento e nas fezes, utilizou-se o método estabelecido por VOGTMANN et al. (1975), que reco-

mendam, após a queima do material a 405°C, digestão com HCl 2N, levando-se o resíduo novamente à mufla.

A FDAI contida no alimento, foi analiticamente definida como sendo as sobras da FDA que passaram por um processo de digestão *in vitro*, utilizando-se saliva artificial + líquido ruminal, conforme a metodologia estabelecida por NELSON et al. (1990).

Para a determinação do cromo (Cr_2), utilizou-se o método clássico da absorção atômica proposto por WILLIAMS et al. (1962).

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 6 repetições, em que cada animal recebia todos os tratamentos.

Os tratamentos aplicados no experimento foram:

- T1 - método da coleta total das fezes.
- T2 - colágeno cromatado;
- T3 - cinza insolúvel em ácido (CIA); e
- T4-fibra em detergente ácido indigerível (FDAI);

Os coeficientes de digestibilidade foram calculados usando a seguinte fórmula:

% do

indicador na MS do alimento

Coef. dig. MS = $100 - 100 \left(\dots\dots\dots \right)$

% do indicador na MS das fezes

Para análise das variáveis digestibilidade, recuperação do indicador e fluxo da digesta, utilizou-se o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij},$$

em que

Y_{ij} = observação referente ao tratamento i e repetição j;

μ = média geral;

T_i = efeito do tratamento i; e

e_{ij} = erro experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de digestibilidade obtidos pelos métodos de coleta total, colágeno cromatado, CIA e FDAI, encontram-se no Quadro 2.

Observou-se que somente o colágeno cromatado não diferiu estatisticamente do método da coleta total. O colágeno obteve um valor médio de digestibilidade de 80,0% que foi superior ($P < 0,05$) aos valores de 69,2 e 58,4% encontrados para CIA e FDAI, respectivamente. O resultado da digestibilidade para CIA diverge dos valores obtidos por VAN KEULEN e YOUNG (1977), TANIGUCHI et al. (1986), CORTADA e VELLOSO (1987) e CARVALHO et al. (1992), que obtiveram resultados semelhantes aos da coleta

total, ao trabalharem com carneiros, vacas leiteiras, bovinos mestiços e cabras, respectivamente.

Os valores dos coeficientes de digestibilidade encontrados para a CIA e a FDAI subestimaram a digestibilidade, devido à baixa recuperação (Quadro 3) que ambos os indicadores apresentaram (73,3% para a CIA e 54,3% para a FDAI). CARVALHO et al. (1992) afirmam que a recuperação de um indicador diferente de 100% ou de um valor fixo pode comprometer o seu uso como indicador, porque irá sub ou superestimar os coeficientes de digestibilidade. Assim, o colágeno cromatado, em face da sua boa recuperação (112,8%), obteve resultado satisfatório da digestibilidade, não diferindo estatisticamente do método da coleta total.

QUADRO 2 - Coeficiente de digestibilidade da MS para coleta total, colágeno cromatado, cinza insolúvel em ácido (CIA) e fibra em detergente ácido indigerível (FDAI).

TABLE 2 - Dry matter digestibility by total collection, cromated collagen, acid insoluble ash(AIA) and indigestible acid detergent fiber(IADF)

Tratamentos <i>Treatments</i>	Coef. Dig. (%) <i>Digest. Coeff (%)</i>	Desvio Padrão <i>Standard deviation</i>
Coleta total <i>Total collection</i>	77,6a ¹	2,0
Colágeno cromatado <i>Chromated collagen</i>	80,0 a	2,0
CIA <i>AIA</i>	69,2 b	2,8
FDAI <i>IADF</i>	58,4 c	4,2
CV (%)		4,5

¹ Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem ($P > 0,05$), pelo teste de Tukey.

¹ Means followed by the same letter in the row do not differ. ($P > 0,05$), by Tukey test

Os resultados obtidos para recuperação dos indicadores (Quadro 3) indicam que o colágeno cromatado foi o que apresentou melhor recuperação, quando comparado com a CIA e a FDAI, com média de recuperação de 112,8%, não diferindo ($P < 0,05$) do obtido pelo método da coleta total.

A recuperação de 73,3% para a CIA foi maior que o obtido para FDAI e inferior ($P < 0,05$) ao encontrado pelo método de coleta total e colágeno cromatado. Esses resultados assemelham-se aos encontrados por PIAGGIO et al. (1991), que, trabalhando com ovinos, relataram recuperação de 83,8%, todavia, sugerem não ser a CIA bom indicador. A porcentagem da CIA na matéria seca (MS) do alimento foi de 0,9% (Quadro 1), sendo este um provável motivo de sua baixa recuperação e da inadequabilidade como indicador, em concordância com

SHERROD et al. (1988), que relatam ser a CIA indicador adequado quando sua participação na MS da ração for superior a 3%. Igualmente, SEIN e TODD (1988) concluíram que, para se ter exatidão na análise, é necessária grande quantidade de CIA na amostra. Além disso, este método apresenta alguns empecilhos na sua determinação, devido a problemas, como falta de homogeneidade da amostra, contaminação com terra, o que pode levar a conclusões errôneas.

A recuperação média do FDAI foi de 54,3%, sendo inferior aos valores observados para os demais indicadores, bem como para o método de coleta total, do qual diferiu ($P < 0,05$). Este resultado contrapõe-se aos obtidos por NELSON et al. (1990), SIDDONS et al. (1985) e PIAGGIO et al. (1991), os quais encontram, respectivamente, recuperação de 96,0; 95,9 e 92,9%,

QUADRO 3 - Recuperação dos indicadores para os métodos de coleta total, colágeno cromatado, cinza insolúvel em ácido (CIA) e fibra em detergente ácido indigerível (FDAI).

TABLE 3 - Recovery of the indicators by the total collection, chromated collagen, acid insoluble ashes(AIA) and indigestible acid detergent fiber (IADF) methods.

Tratamentos <i>Treatments</i>	Recuperação <i>Recovery</i>	Desvio padrão <i>Standard deviation</i>
Coleta total <i>Total collection</i>	100,0 a ¹	-
Colágeno cromatado <i>Cromated collagen</i>	112,8 a	10,6
CIA <i>AIA</i>	73,3 b	8,8
FDAI <i>IADF</i>	54,3 c	5,5
CV (%)		9,5

¹ Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

¹ Means followed by the same letter in the row do not differ ($P > 0,05$) by Tukey test.

em trabalhos com ovinos.

Os resultados insatisfatórios encontrados para a FDAI podem ser atribuídos à metodologia que se adotou para realização da filtragem do material retirado do aparelho digestor, que foi em papel de filtro qualitativo, devido a problemas na filtragem das amostras fecais, quando utilizados cadinhos filtrantes de vidro.

Os valores médios de fluxo para os indicadores utilizados e para o método da coleta total encontram-se no Quadro 4.

O fluxo obtido para o colágeno cromatado foi de 679,8 g, sendo este valor inferior a todos os outros indicadores, entretanto, não diferiu do método de coleta total.

Para a CIA o fluxo encontrado foi de 1047,4 g, que, apesar de ter sido maior que o método de coleta total, também não diferiu estatisticamente deste.

Dentre todas as variáveis estudadas, o fluxo da digesta foi o único em que a CIA não diferiu ($P>0,05$) do método de coleta total, provavelmente, devido ao fato da maior variabilidade dos dados para este parâmetro, em relação aos demais, conferidos pelos seus coeficientes de variação apresentados nos Quadros 2, 3 e 4.

A FDAI apresentou fluxo de 1412,3 g, sendo este superior ($P<0,05$) aos encontrados para os demais indicadores, incluindo o método de coleta total.

Em virtude da interrelação entre as variáveis estudadas, os resultados para o fluxo da digesta obtidos pelo FDAI, a exemplo dos encontrados para digestibilidade e recuperação do indicador diferiram ($P<0,05$) do método de coleta total, sugerindo a inadequabilidade da FDAI como indicador.

CONCLUSÕES

QUADRO 4 - Fluxo da digesta estimado pela coleta total, colágeno cromatado, cinza insolúvel em ácido (CIA) e fibra em detergente ácido indigerível (FDAI).

TABLE 4 - Digesta flow estimated of by total collection, chromated collagen, acid insoluble ashes(AIA) and indigestible acid detergent fiber (IADF)

Tratamentos <i>Treatments</i>	Fluxo (g) <i>Flow</i>	Desvio- padrão <i>Standard desviation</i>
Coleta total <i>Total collection</i>	756,0 bc ¹	113,9
Colágeno cromatado <i>Cromated collagen</i>	679,8 c	138,9
CIA <i>AIA</i>	1047,4 b	187,2
FDAI <i>IADF</i>	1412,3 a	270,9
CV (%)		21,0

¹ Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem ($P>0,05$) pelo teste de Tukey.

¹ Means followed by the same letter in the row do not differ. ($P>0,05$) by Tukey test.

1. O colágeno cromatado revelou-se melhor entre os indicadores estudados, para se determinar o coeficiente de digestibilidade da MS, sendo este, portanto, mais um indicador com possibilidades de utilização.

2. CIA e a FDAI mostraram-se inadequados quando usadas como indicadores internos, fornecendo valores subestimados para a digestibilidade do alimento, sendo a FDAI o menos eficiente dos indicadores estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. CARVALHO, F.F.R.; QUEIROZ, A.C.; TEIXEIRA, M.R.; FONTES, C.A.A. Uso de indicadores internos para estimar a digestibilidade dos nutrientes de rações para cabras em lactação alimentadas *ad libitum*. *R. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.21, n.2, p.270-279, 1992.
02. CORTADA, C.N.M.; VELLOSO, L. Uso da cinza insolúvel em ácido como indicador natural para a determinação da digestibilidade em bovinos. *Rev. Fac. Med. Vet. e Zootec.*, São Paulo, v.24, n.1, p.65-70, 1987.
03. FAICHNEY, G.J. The use of markers to partition digestion within the gastrointestinal tract of ruminants. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RUMINANT PHYSIOLOGY, 4, 1974, Sidney. *Proceedings...*, Sidney, 1974. p.277-91.
04. VAN KEULEN, J.; YOUNG, B.A. Evaluation of acid insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.44, n.2, p.282-287, 1977.
05. NELSON, M.L.; MOTJOPE, L.; FINLEY, J.W.; PARISH, S.M. Ash free indigestible acid detergent fiber as an internal marker to estimate digestibility wither grazing ruminants. *J. Range Manage.*, Denver, v.43, n.3, p.224-229, 1990.
06. PIAGGIO, L.M.; PRATES, E.R.; PIRES, F.F.; OSPINA, H. Avaliação das cinzas insolúvel em ácido, fibra em detergente ácido indigestível e lignina em detergente ácido indigestível como indicadores internos da digestibilidade. *R. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.20, n.3, p.306-313, 1991.
07. SEIN, T.; TODD, J.R. Investigations into the use of indicator methods of estimating the digestibilities of feeds by ruminant animals. *J. Agric. Sci.*, Cambridge, v.110, p.315-320, 1988.
08. SHERROD, L.B.; SUMMERS, C.B.; ALBIN, R.C.; RATACLIFF, R.K. *ADF Insoluble ash, Hcl Insoluble ash, and lignin as indicators for determining ruminant digestibility*. Texas: Beef Research report, 1978. (Teach. Univ. Publication, T-5-135).
09. SIDDONS, R.C.; PARADINE, J.; BEEVER, D.E.; CORNELL, P.R. Ytterbium acetate as a particulate-phase digesta - Flow Marker. *Br. J. Nutr.* Cambridge, v.54, p.509-519, 1985.
10. SILVA, C.F.J. LEÃO, M.I. *Fundamentos de Nutrição dos Ruminantes*. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
11. SILVA, P.J. *Análise de alimento* (Métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG, UFV, Imp. Univ., 1981. 166p.
12. TANIGUCHI, K.; YAMATANI, Y.; OTANI, I. Acid insoluble ash as an indicator for determining the feed consumption and the digestibility in the lacting dairy cow. *Jap. J. Zootech. Sci.*, Taito-Ku, v.57, n.5, p.438-441, 1986.
13. VOTMANN, H.; PFISTER, H.P.; PRABUCKI, A.L. A new method of determining metabolizability of energy and digestibility of fatty acids in broiler diets. *Br. Poult. Sci.*, Oxon, v.16, p.531, 1975.
14. WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; IISMAA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.59, n.1, p.381, 1962.