



Acta Scientiarum. Animal Sciences

ISSN: 1806-2636

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá  
Brasil

da Silva Morais, Jucileia Aparecida; Berchielli, Telma Teresinha; de Oliveira, Simone Gisele; Soares Queiroz, Maria Fernanda; Toro-Velásquez, Paula Andrea; Rivera-Rivera, Astrid  
Diferentes procedimentos na determinação de indicadores internos para estimativa de produção fecal e fluxo duodenal de matéria seca em bovinos

Acta Scientiarum. Animal Sciences, vol. 32, núm. 2, 2010, pp. 213-218  
Universidade Estadual de Maringá  
.png, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303126500003>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica  
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# Diferentes procedimentos na determinação de indicadores internos para estimativa de produção fecal e fluxo duodenal de matéria seca em bovinos

Jucileia Aparecida da Silva Morais<sup>1\*</sup>, Telma Teresinha Berchielli<sup>2</sup>, Simone Gisele de Oliveira<sup>3</sup>, Maria Fernanda Soares Queiroz<sup>4</sup>, Paula Andrea Toro-Velásquez<sup>2</sup> e Astrid Rivera-Rivera<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, 49100-000, São Cristóvão, Sergipe, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. <sup>4</sup>Departamento de Agropecuária, Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, Paraíba, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: juci\_morais@yahoo.com.br

**RESUMO.** Avaliou-se tempos de incubação *in situ* (144 e 288h) dos indicadores internos FDAi e FDNi e o efeito do procedimento (lavagem ou não dos sacos de náilon durante a incubação) em amostras da dieta, digesta duodenal e fezes bovina. O fluxo duodenal de matéria seca e a produção fecal utilizando esses indicadores internos em comparação ao indicador externo óxido crômico também foram estimados. Os animais receberam dietas compostas de silagem de híbridos de sorgo, concentrado ou uréia durante o experimento. O delineamento experimental adotado foi o quadrado latino 4x4 duplicado, sendo os tratamentos distribuídos em esquema fatorial (dois tempos de incubação x dois procedimentos de lavagem). Não houve efeito do tempo de incubação ou procedimento na concentração dos indicadores internos FDNi e FDAi sendo a incubação *in situ* por 144h indicada para reproduzir a fração indigestível dos indicadores nas amostras incubadas. Na estimativa da produção fecal o indicador externo óxido crômico apresentou resultado (1,26 kg dia<sup>-1</sup>) mais próximo ao da coleta total de fezes (1,49 kg dia<sup>-1</sup>). Para o fluxo duodenal de matéria seca, ambos indicadores internos superestimaram os resultados quando comparados ao indicador externo óxido crômico.

**Palavras-chave:** FDAi, FDNi, procedimento de incubação.

**ABSTRACT.** Different procedures for internal markers determination in fecal production and duodenal flow of dry matter estimate in cattle. Times of *in situ* incubation (144 and 288h) for determination of internal markers IADF and INDF and the effects of different procedures (wash or not the nylon bag every 72h incubation) was evaluated in samples of diet, duodenal digesta and cattle feces. The duodenal flow dry matter and fecal production utilizing the internal markers to compare with the external marker chromium oxide there was estimated. The animals were fed with sorghum silage, concentrate or urea. In this experiment, a latin square design was used, in a factorial scheme (two times of incubation x two processing nylon bag). No was observed effect of the incubation time or processing in the internal markers INDF and IADF concentration and the *in situ* incubation after 144h is adequate to reproduce the indigestible markers fraction in samples. For fecal production estimation, the external marker chromium oxide presented similar result (1.26 kg day<sup>-1</sup>) as the total fecal collection (1.49 kg day<sup>-1</sup>). Both the internal markers overestimate the duodenal flow dry matter when compared with the external marker chromium oxide.

**Keywords:** IADF, INDF, incubation procedure.

## Introdução

A utilização de indicadores é valiosa em estudos de nutrição animal por possibilitar a estimativa de parâmetros como produção fecal, coeficientes de digestibilidade, ingestão de alimentos e fluxo de nutrientes pelo trato gastrointestinal dos animais, e

que, em determinadas situações, não podem ser obtidos facilmente pela impossibilidade de manipulação constante dos animais.

Indicadores internos são componentes naturais dos alimentos da dieta, enquanto os indicadores externos são administrados aos animais com o

alimento podendo posteriormente ser identificado e quantificado nas fezes ou ao final do segmento em estudo (WARNER, 1981).

O óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) apesar de ser o indicador externo mais utilizado em pesquisas na nutrição animal não apresenta consenso nas pesquisas, superestimando em alguns casos a produção fecal (BERCHIELLI et al., 2005) e o fluxo de matéria seca duodenal (FREITAS et al., 2002) e subestimando parâmetros em outros casos.

Os indicadores internos, representados por frações indigestíveis dos alimentos, como a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) podem ser obtidos por incubações *in situ* ou *in vitro*. Na literatura há divergência quanto ao tempo de incubação necessário para representar a fração da amostra indigestível no rúmen, sendo sugeridos períodos variáveis como 96 (RUIZ et al., 2001), 144 (BERCHIELLI et al., 2000), 192 (ZEOULA et al., 2002) e 288 horas (HUHTANEN et al., 1994). Segundo Berchielli et al. (2000) há diminuição da digestibilidade dos alimentos ao se reduzir o tempo de exposição da amostra à microbiota ruminal, ocasionando também a irreal reprodução da fração indigestível das amostras. Outro aspecto a ser considerado no caso da incubação *in situ* é a possibilidade de obstrução dos poros do saco de náilon pela deposição de matéria degradada ou de microorganismos ruminais. Contudo, em alguns protocolos experimentais há o procedimento de limpeza periódica dos sacos de náilon durante a incubação enquanto outros protocolos não o realizam. No entanto, nenhum trabalho foi conduzido até o momento para estudar a necessidade ou não da lavagem dos sacos de náilon durante o período de incubação.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar dois tempos para incubação *in situ* de amostras (144 e 288h) e determinar o efeito da retirada, lavagem e retorno ao rúmen dos sacos de náilon para incubação, sobre a concentração dos indicadores internos FDNi e FDAi em amostras da dieta, digesta duodenal e fezes e a estimativa da produção fecal e do fluxo duodenal de MS.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Avaliação de Alimentos e Digestibilidade no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal da FCAV/Unesp, em Jaboticabal, Estado de São Paulo.

## Animais e dietas

Foram utilizados oito novilhos castrados da raça Nelore com peso inicial médio de 215 kg, implantados com cânula no rúmen e no duodeno proximal. O experimento foi composto de quatro períodos com duração de 17 dias, utilizando-se os dez dias iniciais para adaptação dos animais às dietas e os sete dias subsequentes para coleta de dados. Durante o período de adaptação os animais foram mantidos em baias individuais semi-cobertas, com cochos para alimentação e bebedouro e, no período de coleta das amostras, permaneciam em gaiolas para estudo de metabolismo, com piso ripado de madeira, bebedouro, cocho e bandejas para coleta total de fezes.

As dietas foram fornecidas uma vez ao dia, às 8h, e eram compostas de silagem de híbrido de sorgo, o IF 305 ou o BR 700 e dois suplementos, um concentrado composto por 66% de milho e 34% de farelo de soja preparado na hora de fornecimento, participando com 60% da matéria seca da dieta, ou uréia na quantidade de 1,15% da matéria seca da dieta (Tabela 1). Uma amostra do oferecido aos animais era coletada diariamente e congelada para posteriores análises químicas quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB), de acordo com AOAC (1995); fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina, segundo Silva (2002). As análises de FDN foram realizadas com adição de  $\alpha$ -amilase termoestável e sulfito de sódio.

**Tabela 1.** Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais fornecidas para bovinos de corte.

Ingredientes (% MS)	Dietas			
	N1 + U	N1 + C	N2 + U	N2 + C
Silagem de sorgo (nível 1 de tanino)	98,85	40,00	-	-
Silagem de sorgo (nível 2 de tanino)	-	-	98,85	40,00
Milho	-	39,60	-	39,60
Farelo de soja	-	20,40	-	20,40
Uréia	1,15	-	1,15	-
<b>Nutrientes</b>				
MS (%)	38,71	69,01	37,06	68,34
<b>MS (%)</b>				
MO	92,34	95,40	93,14	95,72
PB	11,57	17,76	11,68	17,80
FDN	56,43	36,31	54,11	35,38
FDA	28,05	13,34	26,93	12,88
Lignina	1,61	1,73	2,42	2,06

N1 + U = Silagem de sorgo nível 1 de tanino + uréia; N1 + C = Silagem de sorgo nível 1 de tanino + concentrado; N2 + U = Silagem de sorgo nível 2 de tanino + uréia; N2 + C = silagem de sorgo nível 2 de tanino + concentrado; MS = Matéria seca; MO = Matéria orgânica; PB = Proteína bruta; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido.

## Procedimentos experimentais

Durante o período de coleta das amostras, as sobras da dieta do dia anterior eram mensuradas e amostradas diariamente para determinação do

consumo de matéria seca e consumo de indicadores internos.

A coleta de fezes para a determinação indireta da produção fecal por meio dos indicadores foi realizada diretamente do reto dos animais duas vezes ao dia (7h e 30 min. e 17h e 30 min.), durante 5 dias consecutivos. Amostras de fezes eram colhidas diariamente nas bandejas durante sete dias, pesadas, homogeneizadas e amostradas para determinação da produção fecal diária pelo método da coleta total.

A determinação do fluxo da digesta duodenal foi realizada coletando-se 500 mL de conteúdo duodenal, durante dois dias (2º e 3º dias de coleta), em intervalos de seis horas, atrasando a coleta em três horas no segundo dia, em relação ao dia anterior, para que o período de 24 horas fosse representado. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos e congelado a -20°C. Ao final do período foi feita uma amostra composta por animal e por período. O indicador externo utilizado foi o óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), fornecido 2 vezes ao dia (7h e 30 min. e 17h e 30 min.), envolto em papel toalha, na quantidade de 5 g em cada fornecimento, diretamente via cânula ruminal. Sua administração iniciou-se 7 dias antes do período de coleta para que fosse atingido o equilíbrio do indicador no trato gastrointestinal do animal. Nas amostras secas e moídas de digesta duodenal e fezes foi determinada a concentração de cromo de acordo com Williams et al. (1962). A leitura da concentração de cromo nos extratos foi realizada em espectrofotômetro de absorção atômica.

Os indicadores internos utilizados foram a FDNi e a FDAi e para sua determinação foi utilizada a metodologia de incubação *in situ*. As amostras da dieta, da digesta duodenal e das fezes foram moídas em moinho com peneira com crivos de 5 mm de diâmetro e acondicionadas em sacos de náilon com dimensões de 7 x 14 cm e diâmetro de poros de 50 µm.

Avaliou-se dois tempos de incubação (144 e 288h) associados a retirada ou não dos sacos de náilon do rúmen dos animais para lavagem a cada 72h.

Sacos em duplicata contendo amostras de alimentos, digesta duodenal e fezes foram incubados simultaneamente no rúmen de 8 bovinos, por meio da fixação dos sacos com mosquetões à uma corrente com chumbadas o que permitiu a completa imersão de todos os sacos no conteúdo ruminal dos animais. Nos tratamentos em que se realizava a lavagem periódica, os sacos eram retirados do rúmen a cada 72h e lavados em água corrente até que a mesma se tornasse transparente, voltando em seguida os sacos para dentro do rúmen dos animais. Depois de atingido o tempo total de incubação (144 ou 288h), os sacos de náilon foram retirados do rúmen, lavados

até que a água se tornasse transparente e posteriormente submetidos à secagem em estufa com ventilação forçada a 55°C por 72h. A determinação da FDN e FDA nas amostras antes e após a incubação foram realizadas de acordo com Silva (2002).

Como valor referência para a determinação do poder de estimativa dos indicadores internos foi estimado o fluxo da digesta duodenal por meio do marcador externo óxido crômico e produção fecal pelo método da coleta total de fezes.

A produção fecal ( $\text{kg MS dia}^{-1}$ ) foi estimada, baseando-se na razão entre a quantidade do indicador administrado ao animal e sua concentração nas fezes:

$$\frac{\text{Indicador ingerido (g dia}^{-1}\text{)}}{\text{Concentração do indicador nas fezes (g kg}^{-1}\text{ MS)}}$$

Para os cálculos do fluxo duodenal ( $\text{kg MS dia}^{-1}$ ) foram utilizadas as equações, em função do tipo de indicador (externo ou interno):

#### Indicador externo:

$$\frac{\text{Indicador ingerido (g dia}^{-1}\text{)}}{\text{Concentração do indicador na MS duodenal (g kg}^{-1}\text{ MS)}}$$

#### Indicador interno:

$$\frac{\text{MSF (kg dia}^{-1}\text{)} \times \% \text{ FDNis ou FDAis na MSF}}{\% \text{ FDNis ou FDAis na MS duodenal}}$$

em que: MSF = matéria seca fecal obtida pela coleta total, FDNis = FDN obtida após incubação *in situ* por 144 ou 288h e FDAis = FDA obtida após incubação *in situ* por 144 ou 288h.

#### Análise estatística

O delineamento adotado foi o quadrado latino 4 x 4 duplo, sendo os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 2 x 2 (dois tempos de incubação e dois procedimentos de lavagem - com ou sem lavagem). As médias foram analisadas pelo teste de Tukey a 5% de significância por meio do pacote estatístico SAS (2003). Não se considerou o efeito de dieta na análise dos dados, obtendo-se dessa forma, uma média do fluxo duodenal e produção fecal dos oito animais estimados conforme o procedimento para incubação das amostras.

#### Resultados e discussão

A adoção de diferentes tempos de incubação e lavagem ou não dos sacos de náilon, a cada período de 72h, não resultou em diferenças no teor dos indicadores internos nas amostras de dieta, fezes ou digesta duodenal, assim como não

houve interação entre os fatores tempo e processamento ( $p > 0,05$ ) (Tabela 2).

Zeoula et al. (2002) citam que a utilização de tempos variáveis de incubação resulta em diferenças nas estimativas de digestibilidade, sendo que períodos curtos de incubação não produzem a real fração indigestível do alimento.

**Tabela 2.** Concentração dos indicadores internos FDNi e FDAi em amostras da dieta, digesta duodenal e fezes (% da MS).

Tratamentos	Concentração dos indicadores (% MS)					
	FDNi			FDAi		
	Dieta	Digesta	Fezes	Dieta	Digesta	Fezes
144SL	29,13	26,24	40,42	8,26	9,81	12,99
144CL	27,43	25,80	39,91	7,76	9,58	13,03
288SL	27,04	25,88	39,85	8,45	10,15	12,57
288CL	28,24	26,47	40,71	7,83	9,94	13,24
CV (%)	42,71	19,60	14,21	42,88	39,81	21,32
Efeitos Principais						
Tempo						
144h	28,28	26,02	40,17	8,01	9,74	13,01
288h	27,64	26,18	40,28	8,14	10,04	12,91
Procedimento						
Com lavagem	27,83	26,14	10,31	7,78	9,76	13,13
Sem lavagem	28,08	26,06	40,14	8,35	10,03	12,78
Probabilidade						
Tempo (T)	0,766	0,866	0,909	0,832	0,670	0,834
Procedimento (P)	0,907	0,931	0,863	0,369	0,703	0,476
T x P	0,4981	0,5768	0,5057	0,9244	0,9306	0,5284

144SL - 144h de incubação *in situ* sem lavagem do material; 144 CL - 144h de incubação com lavagem do material em intervalos de 72h; 288SL - 288h de incubação *in situ* sem lavagem do material; 288 CL - 288h de incubação com lavagem do material em intervalos de 72h; FDNi - Fibra em detergente neutro indigestível; FDAi - Fibra em detergente ácido indigestível; CV - Coeficiente de variação.

Os autores trabalhando com incubação *in situ* por 192h concluíram que a cinza insolúvel em ácido (CIA), a FDNi e a FDAi mostraram-se adequadas na estimativa da digestibilidade, com coeficientes semelhantes aos obtidos pelo método da coleta total. No entanto, constatou-se no presente trabalho que o tempo de incubação de 144h foi adequado para representar a fração indigestível das amostras pelo fato de não apresentar diferença significativa ( $p > 0,05$ ) com os resultados obtidos após incubação por 288h. Resultado este semelhante ao relatado por Berchielli et al. (1998) que concluíram que o período de incubação de 144h reproduziu a fração indigestível do alimento. Esse resultado demonstra a possibilidade de determinação dos indicadores internos FDNi e FDAi pela incubação *in situ* em menor tempo de análise, permitindo menor custo de alimentação dos animais e menor tempo de utilização dos mesmos. Por outro lado, é importante ressaltar a variabilidade dos resultados conforme o tipo de dieta utilizada. De acordo com Berchielli et al. (2005), a partir da avaliação de indicadores internos e óxido crômico em diferentes volumosos, concluíram que, pela alta variabilidade de resultados obtidos, observa-se, possivelmente, a existência de um indicador adequado para cada volumoso utilizado. Torres et al. (2009) observaram que em bovinos leiteiros em crescimento alimentados com palma forrageira, a matéria seca

indigestível obtida pela incubação por um período de 144h e a FDN e FDA indigestíveis obtidas por um período de incubação de 288h estimaram de forma eficiente a produção de matéria seca fecal e a digestibilidade de matéria seca quando comparadas a coleta total de fezes. Oliveira Jr. et al. (2004) levantam ainda outra questão relativa a composição da dieta fornecida aos animais. Os autores observaram que em dietas com alta proporção de concentrado o indicador interno FDNi incubado por 144h *in vitro* não representou a fração indigestível da dieta, sugerindo a necessidade de mais informações acerca de sua recuperação para viabilizar seu uso.

A produção fecal, obtida diretamente pela coleta total de fezes, foi de 1,49 kg MS dia<sup>-1</sup>. Valor semelhante, de 1,26 kg MS dia, foi encontrado pela estimativa com o Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> para a produção fecal, indicando que o Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pode também estimar de forma adequada o fluxo da digesta duodenal, sendo, portanto, adotado como referência para as estimativas de fluxo duodenal e produção fecal na comparação entre indicadores. Não se observou efeito do tempo de incubação e do procedimento de lavagem nos parâmetros de produção fecal e fluxo de duodenal da MS ( $p < 0,05$ ) (Tabela 3). Esse resultado era esperado uma vez que os tratamentos não afetaram a concentração dos indicadores na dieta, digesta duodenal e fezes (Tabela 2) e consequentemente não afetariam as estimativas.

**Tabela 3.** Fluxo da digesta duodenal e produção fecal estimados por meio de indicadores internos.

Tratamentos	Parâmetros			
	Fluxo digesta duodenal (kg dia <sup>-1</sup> )		Produção fecal (kg dia <sup>-1</sup> )	
	FDNi	FDAi	FDNi	FDAi
144SL	4,80	3,86	3,05	2,75
144CL	4,54	3,77	2,92	2,62
288SL	4,57	3,91	2,87	2,89
288CL	4,55	3,71	2,93	2,54
CV (%)	30,34	38,47	29,48	31,54
Efeitos Principais				
Tempo				
144h	4,67	3,81	2,99	2,68
288h	4,56	3,81	2,90	2,71
Procedimento				
Com lavagem	4,54	3,74	2,93	2,58
Sem lavagem	4,69	3,88	2,96	2,82
Probabilidade				
Tempo (T)	0,663	0,981	0,581	0,843
Procedimento (P)	0,565	0,575	0,823	0,108
T x P	0,625	0,848	0,526	0,465

144SL - 144h de incubação *in situ* sem lavagem do material; 144 CL - 144h de incubação com lavagem do material em intervalos de 72h; 288SL - 288h de incubação *in situ* sem lavagem do material; 288 CL - 288h de incubação com lavagem do material em intervalos de 72h; FDNi - Fibra em detergente neutro indigestível; FDAi - Fibra em detergente ácido indigestível; CV - Coeficiente de variação.

No entanto, ao se comparar as estimativas feitas a partir das concentrações dos indicadores obtidos após a incubação em diferentes tempos e procedimentos de lavagem dos sacos de náilon

incubados, os indicadores internos superestimaram ( $p < 0,05$ ) a produção fecal, sendo que a FDNi apresentou média de  $2,95 \text{ kg dia}^{-1}$  e a FDAi média de  $2,70 \text{ kg dia}^{-1}$  (Tabela 3).

A superestimativa na produção fecal obtida com o indicador interno FDNi neste trabalho, concorda com os resultados obtidos por Zeoula et al. (2000) e Ítavo et al. (2002) que afirmam que a FDNi subestima a digestibilidade (em decorrência da elevada produção fecal estimada) e apresenta altos coeficientes de variação. Freitas et al. (2002) também obtiveram superestimativa na produção fecal utilizando este indicador interno. A superestimativa na produção fecal para o indicador FDAi por sua vez, discorda de Berchielli et al. (2000) e Ítavo et al. (2002) que concluíram que este indicador apresentou resultado semelhante ao da coleta total na estimativa da digestibilidade.

Um fator que deve ser levado em consideração é o método de amostragem das fezes. A distribuição uniforme do indicador na digesta é fundamental para que seja garantida a representatividade das amostras em relação à concentração do indicador avaliado. Indicadores que não apresentem um fluxo uniforme pelo trato gastrointestinal e que consequentemente não sejam uniformemente excretados poderão não prever com confiabilidade o fluxo da digesta e a produção fecal quando as amostras sejam obtidas pontualmente. No presente trabalho, a concentração dos indicadores foi determinada em amostras de fezes coletadas pontualmente, diretamente do reto dos animais 2x ao dia durante 5 dias. Esse fato pode ter contribuído para a baixa precisão das estimativas, devido a possível baixa representatividade da amostra coletada em relação à amostra obtida pela coleta total de fezes. Moraes (2008) observou que a concentração de indicadores nas amostras pontuais é superior à das amostras obtidas por coleta total de fezes, fato que afetou diretamente as estimativas de produção fecal, digestibilidade e ingestão de MS em bovinos. Também Kozloski et al. (2006) constataram que a precisão das estimativas de ingestão aumenta se amostras de fezes forem coletadas em vários horários de um período de 24h. A maioria dos trabalhos que comparam a eficiência de diferentes indicadores em estimar parâmetros como produção fecal e digestibilidade é conduzido com amostras obtidas pela coleta total de fezes, que são geralmente mais representativas do que amostras pontuais, podendo assim não simular os resultados obtidos quando as estimativas são realizadas utilizando a concentração dos indicadores obtidas por coleta pontual. A questão do método de coleta das amostras, assim como dos procedimentos de determinação dos

indicadores nas amostras, ainda gera dúvidas entre os pesquisadores. No presente trabalho, podemos inferir que o tempo e o procedimento de incubação não foi o fator responsável pela imprecisão dos resultados obtidos, uma vez que não se observou diferenças entre os procedimentos (tempo e lavagem) na concentração e nas estimativas da produção fecal e do fluxo duodenal.

Para fluxo da digesta duodenal os valores médios encontrados na estimativa com os indicadores internos FDNi e FDAi foram  $4,61 \text{ kg dia}^{-1}$  e  $3,81 \text{ kg dia}^{-1}$ , respectivamente. Os resultados obtidos ( $p < 0,05$ ) o fluxo da digesta duodenal quando comparados ao indicador externo  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  que estimou em  $3,00 \text{ kg dia}^{-1}$ .

Freitas et al. (2002) relataram que os indicadores internos FDAi e FDNi, em incubações *in situ* e *in vitro*, não diferiram entre si na estimativa do fluxo duodenal de matéria seca. Isto possivelmente pode ser explicado em função dos indicadores internos estarem presentes no alimento e na digesta duodenal, em geral, de forma uniforme, permanecendo assim durante o processo de digestão e excreção ao longo do trato digestório (BERCHIELLI et al., 1998). Os autores relataram que os indicadores FDAi e FDNi estimaram adequadamente o fluxo duodenal de matéria seca o que não pode ser observado no presente trabalho, onde o fluxo de matéria seca foi em média superestimado em 27 e 53% com os indicadores FDAi e FDNi, respectivamente. De acordo com Ítavo et al. (2002), a presença de hemicelulose pode ser a responsável pelas variações encontradas nos estudos avaliando a FDNi como indicador, sendo os resultados utilizando a FDAi menos variáveis. No presente trabalho, entretanto, observou-se maiores coeficientes de variação para a FDAi, apesar de sua melhor estimativa do fluxo, podendo esse fato ser consequência de erros acumulados na determinação sequencial dos teores de FDA nos resíduos de incubação ou problemas na filtragem durante a análise de FDAi (DETMANN et al., 2001).

Nenhum dos parâmetros estudados foi afetado pelo procedimento de lavagem dos sacos de náilon a cada 72h de incubação ( $p < 0,05$ ) (Tabela 2 e 3). Até o momento não se dispõe na literatura de nenhum trabalho comparando a lavagem ou não dos sacos de náilon. A partir dos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que a permanência dos sacos de náilon por longos períodos no rúmen não prejudica a obtenção da fração indigestível dos alimentos, da digesta e das fezes e consequentemente as estimativas obtidas a partir destes.

## Conclusão

A incubação *in situ* por 144h reproduz a fração indigestível dos indicadores internos FDNi e FDAi, sendo a lavagem dos sacos de náilon dispensável durante a incubação em bovinos alimentados a base de silagem de sorgo. Consequentemente, o tempo (144 e 288h) e o procedimento de incubação (com e sem lavagem a cada 72h) das amostras não afetaram as estimativas de produção fecal e fluxo duodenal de matéria seca em bovinos.

## Referências

- AOAC-Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis**. 16. ed. Arlington: AOAC International, 1995.
- BERCHIELLI, T. T.; RODRIGUEZ, N. M.; OSÓRIO NETO, E.; ROCHA, S. S. Comparação de indicadores de fase sólida para medir fluxo de matéria seca e matéria orgânica no duodeno. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 50, n. 2, p. 147-152, 1998.
- BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C. L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 3, p. 830-833, 2000.
- BERCHIELLI, T. T.; OLIVEIRA, S. G.; CARRILHO, E. N. V. M.; FEITOSA, W.; LOPES, A. D. Comparação de marcadores para estimativas de produção fecal e de fluxo de digesta em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 986-995, 2005.
- DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; VALADARES FILHO, S. C.; EUCLYDES, R. F.; LANA, R. P.; QUEIROZ, D. S. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1600-1609, 2001.
- FREITAS, D.; BERCHIELLI, T. T.; SILVEIRA, R. N.; SOARES, J. P. G.; FERNANDES, J. J. R.; PIRES, A. V. Produção fecal e fluxo duodenal de matéria seca e matéria orgânica estimados por meio de indicadores. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1521-1530, 2002. (Suplemento).
- HUHTANEN, P.; KAUSTELL, K.; JAAKKOLA, S. The use of internal markers to predict total digestibility and duodenal flow of nutrients in the cattle given six different diets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 48, n. 1, p. 211-227, 1994.
- 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.; PAULINO, P. V. R. Consumo, degradabilidade ruminal e digestibilidade aparente de feno de gramíneas do gênero *Cynodon* e rações concentradas utilizando indicadores internos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 1024-1032, 2002.
- KOZLOSKI, G. V.; NETTO, D. P.; OLIVEIRA, L.; MAIXNER, A. R.; LEITE, D. T.; MACCARI, M.; BRONDANI, I. L.; SANCHEZ, L. M. B.; QUADROS, F. L. F. Uso de óxido de cromo como indicador da excreção fecal de bovinos em pastejo: variação das estimativas em função do horário de amostragem. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 599-603, 2006.
- MORAIS, J. A. S. **Estimativa da ingestão e digestibilidade em bovinos de corte alimentados com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. 2008. 119f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.
- OLIVEIRA JR., R. C.; PIRES, A. V.; FERNANDES, J. J. R.; SUSIN, I.; SANTOS, F. A. P.; NASCIMENTO FILHO, V. F.; ARAÚJO, R. C. Avaliação de marcadores para estimar a digestibilidade dos nutrientes em novilhos nelore alimentados com dietas contendo alto teor de concentrado e fontes nitrogenadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 749-758, 2004.
- RUIZ, R.; VAN SOEST, P. J.; VAN AMBURGH, M. E.; FOX, D. G.; ROBERTSON, J. B. Use of chromium mordanted neutral detergent residue as a predictor of fecal output to estimate intake in grazing high producing Holstein cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 89, n. 1, p. 155-164, 2001.
- SAS Institute. **Statistical Analysis System Institute Inc**. Versión 9.0. Cary, 2003.
- SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002.
- TORRES, L. C. L.; FERREIRA, M. A.; GUIM, A.; VILELA, M. S.; GUIMARÃES, A. V.; SILVA, E. C. Substituição da palma-gigante por palma-miúda em dietas para bovinos em crescimento e avaliação de indicadores internos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 11, p. 2264-2269, 2009.
- WARNER, A. C. I. Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. **Nutrition Abstracts and Reviews**, v. 51, p. 789-820, 1981. (Series B).
- WILLIAMS, C. H.; DAVID, D. J.; ILSMMA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v. 59, n. 1, p. 381-385, 1962.
- ZELOULA, L. M.; KASSIES, M. P.; FREGADOLLI, F. L.; PRADO, I. N.; BRANCO, A. F.; CALDAS NETO, S. F.; DALPONTE, A. O. Uso de indicadores na determinação da digestibilidade parcial e total em bovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 22, n. 3, p. 771-777, 2000.
- ZELOULA, L. M.; PRADO, I. N.; DIAN, P. H. M.; GERON, L. J. V.; CALDAS NETO, S. F.; MAEDA, E. M.; PERÓN, P. D. P.; MARQUES, J. A.; FALCÃO, A. J. S. Recuperação fecal de indicadores internos avaliados em ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1865-1874, 2002.

Received on June 10, 2009.

Accepted on April 15, 2010.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.