

MACHADO, A.S. et al. Utilização de óxido crômico e LIPE® como indicadores externos na estimativa de digestibilidade em ruminantes. **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 20, Ed. 167, Art. 1124, 2011.



PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.

Utilização de óxido crômico e LIPE® como indicadores externos na estimativa de digestibilidade em ruminantes

Alan Soares Machado¹, Marcelo Marcondes de Godoy², Milton Luiz Moreira Lima³, Oscar Lopes de Faria Júnior¹, Hélber Souto Morgado¹, Ernane Peixoto de Araújo⁴

¹Aluno de doutorado da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás (EV/UFG)

²Professor Dr. do IFGoiano – Campus Ceres

³Professor Dr. da EV/UFG

⁴Aluno de Mestrado EV/UFG

Resumo

Saber a quantidade de alimento ingerido por um animal e o quanto ele absorve de nutrientes é essencial para que se faça alterações a respeito do alimento e da resposta do animal, assim a estimativa da produção fecal é uma das ferramentas que facilita avaliar o consumo de matéria seca pelos ruminantes, principalmente, quando consideradas as dificuldades para determiná-lo, em animais sob pastejo. Logo, esta revisão, procura comparar o uso de óxido crômico e LIPE® como indicadores externos na estimativa de digestibilidade de bovinos.

Use chromium oxide and LIPE® as indicators in foreign estimate digestibility in ruminants

Abstract

Knowing the amount of food ingested by an animal and how it absorbs nutrients is essential to make changes regarding food and animal's response, so the estimation of fecal output is one of the tools that assess the dry matter intake by ruminants, especially when considering the difficulties to determine it, in grazing animals. Therefore, this review seeks to compare the use of chromic oxide and LIPE ® as external markers to estimate digestibility of cattle.

INTRODUÇÃO

O setor agropecuário exerce importante papel na economia brasileira, sendo responsável por 42% das exportações totais e 37% dos empregos nacionais (BRASIL, 2010), contribuindo, com 33% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro no ano de 2009 (CEPEA, 2009). O Brasil possui o primeiro rebanho comercial de bovino do mundo, com aproximadamente 205,9 milhões de animais (IBGE, 2007).

O Brasil apresenta condições favoráveis para a criação de bovinos, em especial sobre os sistemas de pastagens, em função de sua extensão territorial e condições edafo-climáticas. Por isso, a forma predominante de produção bovina de carne e leite brasileira está centrada nestes sistemas. Grande parte dessa produção ocorre em pastagens de baixo valor nutricional, em função da ineficiência de grande parte dos pecuaristas em manejar as pastagens o que torna o consumo de matéria seca (CMS) determinante do processo produtivo. Dessa forma, a baixa produtividade dos bovinos nos trópicos, e em especial no Brasil, pode ser atribuída, ao baixo CMS (DETMANN et al., 2004).

Progressos sobre o entendimento dos fatores que interferem no CMS têm sido lentos em virtude da inabilidade em medir, o que impossibilita melhor

MACHADO, A.S. et al. Utilização de óxido crômico e LIPE® como indicadores externos na estimativa de digestibilidade em ruminantes. **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 20, Ed. 167, Art. 1124, 2011.

identificação da influência do animal e da dieta, limitando a aplicação de estratégias para a melhoria da produção (DETMANN et al., 2004). A estimativa correta do CMS é importante para a formulação de dietas balanceadas, que buscam o uso eficiente dos nutrientes presentes nos alimentos, com a finalidade de aumentar o desempenho animal e diminuir o impacto ambiental.

Por isso, saber a quantidade de alimento ingerido por um animal e o quanto ele absorve de nutrientes é essencial para que se faça alterações a respeito do alimento e da resposta do animal. Medidas confiáveis da ingestão de matéria seca (MS) passa a ser importante no âmbito do programa de melhoramento genético e para o programa de nutrição, no que se refere ao processo de digestão e metabolismo de nutrientes (GENRO et al, 2004).

Medidas diretas ou estimadas do consumo de matéria seca em pastagens têm despertado interesse da pesquisa em nutrição animal (MOORE & SOLLENBERGER, 1997). Uma das técnicas mais utilizadas para estimar o consumo em pastejo é baseada no princípio de que a excreção fecal por um animal é inversamente proporcional à digestibilidade, mas diretamente relacionada à quantidade de alimento ingerido.

A estimativa da produção fecal é uma das ferramentas que facilita avaliar o consumo de matéria seca pelos ruminantes, principalmente, quando consideradas as dificuldades para determiná-lo, em animais sob pastejo. A produção fecal dos animais pode ser determinada baseando-se na relação entre a quantidade de um indicador administrado ao animal e sua concentração nas fezes ou ainda determinado pelo método tradicional, onde se procede à coleta total das fezes com o auxílio de sacolas próprias para este fim.

O uso dos indicadores tem despertado grande interesse da pesquisa em nutrição animal por representarem avanços no entendimento do processo digestivo. Cada vez são mais empregados em substituição ao tradicional método de colheita total das fezes (RODRÍGUEZ et al., 2006).

Esta revisão propõe descrever o uso de óxido crômico e LIPE® como indicadores externos na estimativa de digestibilidade de bovinos.

REVISÃO DE LITERATURA

O consumo de forragem é o principal fator de desempenho de animais em pastejo, é influenciado por vários fatores associados ao animal, ao pasto, ao ambiente e às suas interações. Mesmo que os procedimentos experimentais e analíticos tenham evoluído ao longo do tempo, as estimativas do consumo em pastejo ainda continuam sendo deficientes e de baixa confiabilidade.

PENNING et al (1998) listou em vários de seus trabalhos, a temática de determinação de consumo de bovinos em condições de pastejo, e relatou que o uso de novos marcadores, como os alcanos, e os progressos na automação dos registros do comportamento ingestivo dos animais, demonstraram avanços na compreensão do processo de pastejo.

Em sintonia com esses avanços, a compreensão dos fenômenos envolvidos na seleção e aquisição da forragem pelos ruminantes em pastejo evoluiu consideravelmente nos últimos anos. Com isto, houve avanço no conhecimento dos fatores que afetam o consumo em pastejo, em destaque para aqueles associados à estrutura do pasto e à regulação metabólica (PROVENZA et al., 2007).

E um destes avanços ocorreu no uso de indicadores, uma referência, por se tratar de um material usado na estimativa, qualitativa ou quantitativa de fenômenos fisiológicos ou nutricionais (SALIBA, 1998) e capaz de monitorar características químicas, como a hidrólise e síntese de compostos, e físicas da digestão, como a taxa de passagem (OWENS & HANSON, 1992).

Estas substâncias, também denominadas marcadores, traçadores, substâncias de referência ou substâncias indicadoras, são rotineiramente utilizadas para estimar o fluxo da digesta, digestibilidade e a produção fecal em diversas espécies animais (SOARES, 2010).

Segundo MERCHEN (1993), nenhuma das substâncias utilizadas como indicador preenche as características ideais, mas são suficientemente adequadas para fornecer dados significativos. Por essa razão, a procura de

indicadores ideais constitui um dos assuntos de grande interesse na busca de técnicas que facilitem os estudos de nutrição animal.

Uma das formas de se estimar o consumo e a digestibilidade dos alimentos é pela determinação da produção fecal. No entanto, há algumas situações que impossibilitam ou dificultam muito a pesagem total das fezes, como é o caso de estudos com animais em condições de pastejo.

Muitas técnicas podem ser usadas na determinação da digestibilidade de alimentos volumosos e concentrados. A técnica de determinação pelo método de indicadores foi desenvolvida em função do inconveniente de realizar a coleta total de fezes excretada (RODRÍGUEZ et al., 2006).

O uso de indicadores em avaliações da digestibilidade dos nutrientes nos alimentos não é recente. Esta técnica foi inicialmente utilizada décadas atrás, com a finalidade de facilitar a determinação da produção fecal, realizada mediante a coleta total, que na maioria das vezes além de ser bastante trabalhoso, também provocava queda no consumo. O uso dos indicadores consiste em detectar e quantificar a sua concentração nas fezes (BERCHIELLI et al., 2006).

Os métodos mais apropriados para estudos da estimativa de consumo de ruminantes em pastejo, embora apresentando alguma variabilidade entre animais, são aqueles baseados nas estimativas da produção diária de fezes (PF) e da digestibilidade *in vitro* (DIVMS) da forragem ingerida, a partir da fórmula: $(\text{Consumo} = \text{PF} / 1 - \text{DIVMS})$, em que a produção fecal pode ser estimada com o auxílio de indicadores externos (AROEIRA et al., 2001).

Comparando com processos invasivos, os indicadores minimizam a interferência com os padrões de comportamento animal e simplificam os procedimentos, tendo em vista a não necessidade de utilização de cânulas reentrantes no trato digestivo, sacolas de coleta de fezes e até mesmo esvaziamento do trato digestivo ou abate dos animais (RODRIGUEZ et al. 2006).

Uma vez conhecida a produção fecal, parâmetro referência de indigestibilidade, o próximo passo é estimar, de forma indireta, a

MACHADO, A.S. et al. Utilização de óxido crômico e LIPE® como indicadores externos na estimativa de digestibilidade em ruminantes. **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 20, Ed. 167, Art. 1124, 2011.

digestibilidade a partir de amostras representativas da dieta ingerida, geralmente provenientes de pastejo simulado ou de fístula esofágica. Os métodos empregados neste procedimento são, geralmente, a digestibilidade *in vitro* ou a digestibilidade *in situ*. Entretanto, outros métodos têm sido empregados (produção de gás *in vitro*, do uso de marcadores internos e também da Espectroscopia de Reflectância do Infravermelho Próximo (MOORE & SOLLENBERGER, 1997).

O princípio que rege a utilização dos indicadores baseia-se no fato de que à medida que o alimento transita pelo trato gastrointestinal, a concentração do indicador aumenta progressivamente pela remoção de constituintes do alimento por digestão e absorção (ASTIGARRAGA, 1997).

O aumento na concentração é proporcional à digestibilidade e, portanto, esta última pode ser calculada a partir das concentrações do indicador no alimento e nas fezes. Os cálculos de digestibilidade da matéria seca podem ser feitos, conhecendo-se a concentração do indicador na dieta e nas fezes (RODRÍGUEZ et al., 2006).

De acordo com LIPPKE et al. (1986), o indicador começa a ser excretado nas fezes geralmente entre 6 e 15 horas após o fornecimento da dosagem.

Os indicadores podem ser classificados como internos e externos, porém de acordo com SALIBA (2005), há uma proposta de uma nova classe de indicadores chamada de intra indicadores.

Os indicadores internos, representados por substâncias indigestíveis presentes naturalmente em algum componente da dieta, (cinza insolúvel em ácido, cinza insolúvel em detergente ácido, lignina em detergente ácido indigestível, FDNi e FDAi) apresentam a vantagem de estarem presentes no alimento e, de modo geral, permanecerem uniformemente distribuídos na digesta durante o processo de digestão e excreção (PIAGGIO et al., 1991). Para DETMANN et al (2001) os indicadores internos apresentam variabilidade na metodologia e falta de padronização no método de determinação (LIPPKE et al., 1986).

MACHADO, A.S. et al. Utilização de óxido crômico e LIPE® como indicadores externos na estimativa de digestibilidade em ruminantes. **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 20, Ed. 167, Art. 1124, 2011.

Os indicadores externos são variedade de compostos inertes, administrados aos animais. Tendo, a limitação por não se comportarem como partículas do alimento, e quando aderidos a sua porção fibrosa, podem alterar algumas características químicas e físicas, como a gravidade específica (EHLE et al., 1984).

Entre os indicadores externos existentes, o óxido crômico é o mais empregado, apresentando as vantagens de ser barato e facilmente incorporado à dieta. Contudo, vários problemas têm sido correlacionados ao seu uso, como incompleta mixagem com a digesta ruminal, passagem mais rápida pelo rúmen que o material fibroso e possibilidade de acúmulo em alguma parte do trato digestivo e, dificuldades na análise.

A proposta dos Intra indicadores, descrita por SALIBA (2005), revela que estes indicadores possui, características semelhantes dos indicadores externos. Apresentando como exemplo, metoxila, hidroxilas fenólicas e grupamento de molécula de lignina.

Tendo este grupo, o indicador LIPE®, (lignina purificada e enriquecida) como destaque, produzida por pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais, se trata de uma técnica alternativa, que exige menor tempo de adaptação dos animais, é de baixo custo e pode ser recuperado nas fezes quase que em sua totalidade, sendo esta, considerada característica essencial para um bom indicador. No entanto, a escolha do indicador externo vai depender da disponibilidade, simplicidade na análise e custo (SOARES, 2010).

A forma mais precisa de determinação da produção fecal é pelo método direto, que consiste na pesagem diária de todas as fezes produzidas pelo animal. O método convencional, com coleta total de fezes, é trabalhoso e, em determinadas circunstâncias, difícil de ser realizado e na maioria das vezes provocam quedas significativas de consumo (BORGES, 2007).

A digestibilidade é um dos parâmetros importantes para essa avaliação; entretanto, a determinação desta por intermédio do método direto coleta total de fezes requer controle rigoroso da ingestão e excreção, o que torna esta tarefa trabalhosa e onerosa (BERCHIELLI et al., 2006).

MACHADO, A.S. et al. Utilização de óxido crômico e LIPE® como indicadores externos na estimativa de digestibilidade em ruminantes. **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 20, Ed. 167, Art. 1124, 2011.

Para se contornar as dificuldades de coleta total de fezes, tem-se empregado o uso de indicadores que permitem a estimativa de produção fecal a partir de alíquotas de fezes. Um indicador ideal deve possuir as seguintes propriedades: ser inerte e não tóxico, não apresentar função fisiológica, não ser absorvido nem metabolizado, misturar-se bem ao alimento, permanecer uniformemente distribuído na digesta, não influenciar secreções intestinais, absorção ou motilidade, não influenciar a microflora do trato digestivo, possuir método específico e sensível de determinação e ser barato (RODRÍGUEZ, et al., 2006).

O cromo forma três óxidos:

- óxido cromoso (CrO)
- sesquióxido de cromo ou óxido crômico (Cr₂O₃)
- trióxido de cromo (CrO₃).

Sendo o óxido crômico o mais estudado, principalmente para cálculo da produção fecal (VALADARES FILHO et al., 2006).

O óxido crômico é o indicador mais utilizado. De acordo com TITGEMEYER (1997) apresentando as seguintes vantagens: baixo custo incorpora facilmente a dieta e é analisado com facilidade.

Contudo, vários problemas têm sido correlacionados ao seu uso, como variação de excreção entre animais, variação diurna de sua excreção nas fezes (OWENS & HANSON, 1992), passagem mais rápida pelo rúmen que o material fibroso (VAN SOEST, 1994) e, por fim, propriedade carcinogênica (PEDDIE et al., 1982).

Segundo ROCHA (1987), fatores relacionados à recuperação do indicador, tais como, variação diária na sua excreção, tipo e horário de alimentação, forma de administração, número de doses, método e horário de amostragem das fezes, duração dos períodos de adaptação e de colheita, e outros relacionados aos processos analíticos, podem influenciar a precisão da estimativa de excreção fecal por este método.

EUCLIDES et al (1993) não encontraram diferença significativa entre a excreção de óxido crômico (Cr_2O_3) nas fezes coletadas pela manhã ou à tarde. Entretanto OLIVEIRA et al. (2001) administrando cinco gramas de óxido crômico, duas vezes ao dia, durante 12 dias (colheita nos cinco últimos dias), observaram variação no padrão de excreção fecal entre dias e turnos, sendo maiores as excreções nos três primeiros dias de colheita e no período da manhã. SMITH & REID (1995) obtiveram bons resultados, utilizando Cr_2O_3 como indicador, contudo, concluíram que a variação da concentração do indicador é alta no decorrer do dia.

Em estudos com ruminantes, o óxido crômico pode ser ministrado através de cápsulas de gelatina, impregnado em papel de filtro ou na forma de peletes, sendo fornecido uma ou duas vezes ao dia, em cápsulas de 1 a 10 gramas e alcança equilíbrio em torno de seis a sete dias (RODRÍGUEZ, et al., 2006).

Para KOZLOSKI et al (2006), em trabalho com vacas leiteiras, observaram que os resultados indicaram que a determinação do óxido crômico em amostras coletadas pela manhã tende a superestimar e, às da tarde e noite, subestimar a produção fecal destes animais, concluindo que o uso deste indicador, só terá precisão se a coleta de fezes for realizada em vários horários no período de 24h, (Tabela 1).

TABELA 1- Variação de concentração de cromo e estimativa de produção fecal de vacas de leite em pastejo em função do horário da amostragem

Horário	Cr (g/Kg de MS)	Fezes (Kg de MS/dia)
3	1,55	4,8
9	1,60	4,6
15	1,63	4,3
21	1,65	4,2
24	1,70	5,0

Fonte: Adaptado de KOZLOSKI et al., (2006)

MACHADO, A.S. et al. Utilização de óxido crômico e LIPE[®] como indicadores externos na estimativa de digestibilidade em ruminantes. **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 20, Ed. 167, Art. 1124, 2011.

Segundo SALIBA (1998) recomenda-se um percentual de 0,5% da MS ingerida para ovinos e bovinos. Geralmente, as coletas de amostras de fezes para estimativa de produção fecal com auxílio do óxido crômico são realizadas duas vezes ao dia. Essa metodologia tem sido amplamente utilizada pela conveniência de reunir os animais para o fornecimento de suplementação no cocho.

ZEOULA (1990) relata que vários trabalhos feitos sobre o uso de Cr₂O₃ como indicador, para estimativa da produção fecal e o consumo demonstraram resultados variáveis.

VALADARES FILHO (1989) encontrou valores médios de recuperação de Cr₂O₃ de 77,2 ± 12,4% e de 81,4 ± 12,4% nas digestas do duodeno e no íleo, respectivamente. A baixa recuperação de Cr₂O₃ leva a uma superestimativa nos fluxos de matéria seca.

Para LIMA et al. (2008) a aplicação de óxido crômico, uma vez ao dia, subestimou os valores de excreção fecal e, conseqüentemente, do consumo de matéria seca (CMS) de animais.

Em função destes inconvenientes, novos indicadores têm sido estudados e vêm frequentemente substituindo o óxido crômico em estudos de digestibilidade (RODRÍGUEZ et al., 2006).

Uma das novas opções de indicadores é a lignina purificada e enriquecida (LIPE[®]). Em 2002, pesquisadores da EV-UFMG começaram a trabalhar a molécula da lignina, no sentido de otimizar a sua determinação nas fezes. SALIBA et al. (2003) isolaram a lignina e a enriqueceram com grupamentos fenólicos não comumente encontrados na lignina da dieta animal, dando origem a um hidroxifenilpropano modificado e enriquecido denominado LIPE[®], indicador externo de digestibilidade desenvolvido especificamente para pesquisas.

No tocante à praticidade, o LIPE[®] merece destaque, denominação dada ao hidroxifenilpropano modificado e desenvolvido na Universidade Federal de Minas Gerais. Trata-se de uma técnica alternativa, que exige menor tempo de adaptação dos animais, é de baixo custo e pode ser recuperado nas fezes

MACHADO, A.S. et al. Utilização de óxido crômico e LIPE® como indicadores externos na estimativa de digestibilidade em ruminantes. **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 20, Ed. 167, Art. 1124, 2011.

quase que em sua totalidade. Para SILVA et al. (2006) o LIPE® mostrou ser o indicador de maior sensibilidade às mudanças no consumo e, conseqüentemente, na produção fecal em novilhas.

De acordo com SILVA et al. (2008), o período de colheita não causou alteração na excreção fecal do indicador LIPE®, determinando apenas uma coleta fecal diária como sendo o suficiente para uma estimativa confiável da produção fecal, (Tabela 2).

Em 24 horas depois de administrado, o produto passa a funcionar como um marcador biológico que não é absorvido pelo sistema digestivo e se mistura a digesta.

TABELA 2 - Coeficiente de digestibilidade aparente (%) da matéria seca observada e estimada pelos valores de produção fecal estipulada pelo indicador LIPE® em colheita fecal retal pela manhã (LIPE® manhã) pela tarde (LIPE® tarde) e pelo pool de amostras manhã e tarde (LIPE® pool) de cordeiros recebendo feno de tifton 85 e níveis crescente de torta de babaçu

%	Colheita	LIPE®	LIPE®	LIPE®	Média	CV (%) ¹
Babaçu	Total	Manhã	Tarde	POOL		
15	54,58	55,51	57,12	56,32	55,88	11,60
30	50,66	52,36	52,22	52,29	51,88	23,13
55	50,41	53,74	53,27	53,50	52,73	20,98
70	48,99	48,45	50,28	49,36	49,27	25,51
CV(%)	19,90	19,63	19,91	19,60	20,50	

¹Coeficiente de variação. Adaptado de SILVA et al. (2008)

Para SILVA et al. (2006) o óxido crômico subestimou a produção fecal em relação ao LIPE®, quando testados em sistemas de monocultura ou silvipastoril.

MACHADO, A.S. et al. Utilização de óxido crômico e LIPE[®] como indicadores externos na estimativa de digestibilidade em ruminantes. **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 20, Ed. 167, Art. 1124, 2011.

Além disso, os resultados obtidos com óxido crômico foram muito variáveis e, com baixa confiabilidade. Em relação ao óxido crômico, o LIPE[®] coloca-se como opção mais confiável para determinação indireta do CMS de animais sob regime de pasto, uma vez que produziu resultados mais condizentes com as exigências e com o desempenho dos animais.

De acordo com OLIVEIRA (2006) a análise do LIPE[®] é realizada por meio de espectrofotômetro de luz infravermelha proximal. Essa técnica usa a emissão dessa radiação eletromagnética diretamente numa amostra de bolo fecal. A proporção da absorção de luz é variável para cada tipo de nutriente, como proteínas, vitaminas, matéria seca, carboidratos etc. Essa variação é analisada por um *software* que vai determinar e exibir o resultado da quantidade e da digestão de cada alimento. Se existir um índice maior dessa substância no alimento, é possível que ele tenha sido mais bem digerido pelo animal.

ASSIS (2005) avaliando respostas fisiológicas de vacas de leite sob pastejo suplementadas ou não com volumoso, utilizou o LIPE[®] como indicador externo para estimativa da produção fecal total. O tempo de uso do indicador foi de sete dias, sendo os dois primeiros destinados para obtenção do equilíbrio na ingestão e excreção, para que a coleta de fezes fosse realizada, diretamente no reto do animal a partir do terceiro dia.

Para RODRÍGUEZ et al. (2006) a amostragem única em horário fixo pode ser empregada com segurança, em função da uniformidade de distribuição deste indicador nas fezes.

SALIBA et al. (2004) utilizando a Ressonância Nuclear Magnética e produtos de oxidação com o nitrobenzeno, demonstrou que o LIPE[®], passou pelo trato gastrointestinal sem ser digerido e absorvido, sendo totalmente recuperado nas fezes. Revelando ainda que o LIPE[®] apresenta propriedades físico-químicas bastante estáveis e grande consistência químico-estrutural, inalterado no trajeto pelo trato gastrointestinal dos animais, sendo totalmente recuperado nas fezes. Estas características demonstram que o produto pode

MACHADO, A.S. et al. Utilização de óxido crômico e LIPE® como indicadores externos na estimativa de digestibilidade em ruminantes. **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 20, Ed. 167, Art. 1124, 2011.

ser usado como indicador externo em estudos de digestibilidade em ruminantes.

De acordo com RODRÍGUEZ et al. (2006) a apresentação comercial do LIPE® na forma de cápsulas é de: 100, 250 e 500 mg, em frascos contendo 100 cápsulas ou na forma de xarope na concentração de 10.000 mg por 100 mL em recipientes contendo 100 mL. O período de adaptação para que sua excreção seja uniforme é de 48 horas. O período experimental para a colheita de fezes é satisfatório a cinco dias de repetição. A dose recomendada se dá de acordo com o peso vivo do animal (PV), sendo que para animais acima de 100 kg de PV deverá ser fornecido 1 cápsula de 500 mg/dia, que deverá ser fornecida diretamente ao animal ou incorporar á dieta de forma que o mesmo ingira todo o indicador.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de indicadores é uma opção válida para determinar a produção fecal de animais a pasto, e assim estimar o consumo e digestibilidade sendo cada vez mais utilizados em substituição ao método de coleta total de fezes em sacolas próprias.

É condizente afirmar que, todos os indicadores possuem limitações. A escolha de um indicador deve ser baseada na sua taxa de recuperação fecal, validada em ensaios de coleta total de fezes e ao seu custo.

O uso da lignina purificada e enriquecida demonstra ter maior praticidade, menor custo e menor risco a saúde humana em relação ao óxido crômico.

REFERÊNCIAS

1. AROEIRA, L. J. M.; LOPES, F. C. F.; SOARES, J. P. G. Daily intake of lactating crossbred cows grazing elephantgrass rotationally. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 36, n. 6, p. 911-917, 2001.

2. ASSIS, F. A. **Respostas fisiológicas e produtivas de vacas de leite sob pastejo suplementadas ou não com volumoso em cochos sombreados no período mais quente do dia durante o verão.** 2005. 31f. Dissertação Mestrado em Zootecnia - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.
3. ASTIGARRAGA, L. Técnicas para la medición del consume de rumiantes en pastoreo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 1997. p.1-23.
4. BERCHIELLI, T. T.; PIRES, V. A.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes.** Jaboticabal: Funep, 2006. 583 p.
5. BORGES, A. L. C. C. **Avaliação do consume de pasto por bovino de corte, estimado pelos indicadores externos: óxido crômico e LIPE®.** 2007. 58f. Dissertação Mestrado em Zootecnia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.
6. BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Agronegócio Brasileiro: uma oportunidade de investimento.** 2010. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso: 10 mai. 2010.
7. BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal 2006.** Comunicação social 11 de setembro de 2007. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_imprensa.php?id_noticia=1053 . Acesso: 8 jun. 2010.
8. CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. **PIB do Agronegócio: perspectiva para o ano de 2009.** Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso: 16 dez. 2009.
9. DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; EUCLYDES, R. F.; LANA, R. P.; QUEIROZ, D. S. Avaliação da técnica de indicadores na estimação do consumo por ruminantes em pastejo. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia.** Belo Horizonte, n.46, p.40-57, 2004.
10. DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKISI, 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.** Viçosa. v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.
11. EHLE, F. R.; BAS, F.; BARNS, B. Particulate rumen turnover rate measurement as influenced by density of passage marker. **Journal of Dairy Science,** v.67, p.2910, 1984.
12. EUCLIDES, V. P. B.; S. THIAGO, L. R. L.; OLIVEIRA, M. P. Consumo de forragem por novilhos pastejando cinco gramíneas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30, 1993. Niterói. **Anais...** Niterói: SBZ, 1993. p.491.
13. GENRO, T. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; MEDEIROS, S.R. Ingestão de matéria seca por ruminantes em pastejo. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 2004. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, CD-ROM, 2004.
14. KOZLOSKI, G. V.; NETTO, D. P.; OLIVEIRA, L. 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,** Santa Maria 36. nº 2. mar/apr. 2006.
15. LIMA, J. B. M. P.; GRAÇA, D. S.; BORGES, A. L. C. C.; SALIBA, E. O. S.; SIMÃO, S. M. B. Uso do óxido crômico e do LIPE® na estimativa do consumo de matéria seca por bezerras

- de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte. v. 60, n. 5, p.1197-1204, 2008.
16. LIPPKE, H.; ELLIS, W. C.; JACOBS, B. F. Recovery of indigestible fiber from feces of sheep and cattle on forage diets. **Journal of Dairy Science**, v. 69, p.403-412, 1986.
 17. MERCHEN, N. R. Digestion, absorption and excretion in ruminantes In: CHURCH, D. C. (Ed.) **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. 4. ed. Carvallis: O & B Books, 1993, p.172-201.
 18. MOORE, J. E.; SOLLENBERGER, L. E. Techniques to predict pasture intake. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997. Viçosa. **Anais...** SBZ, 1997. p.81 - 96.
 19. OLIVEIRA, D. E.; MEDEIROS, S. R.; AROEIRA, L. J. M.; LANNA, D. P. D. Padrão da excreção fecal de cromo utilizado como indicador externo para estimativa da produção fecal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** SBZ, 2001, p.1118-1119.
 20. OWENS, F. N.; HANSON, C. F. External and internal Markest for Appraising Site and Extent of Digestion in Ruminants. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 9, p. 2605-2617, 1992.
 21. PEDDIE, J.; DEWAR, W. A.; GILBERT, A. B. The use of titanium dioxide for determining apparent digestibility in mature domestic fowls (*Gallus domesticus*). **Journal Agricola Science**, v. 99, p.233-263, 1982.
 22. PENNING P. D., GIBB M. J., PARSONS, A. J., ORR, R .J. HARVEY, A. **Behavioural and physiological factors imiting intake by grazing ruminants**. Ocasional Publication no Dublin. Teagasc, pp.10-20. 1998.
 23. PIAGGIO, L.M; PRATES, E.R.; PIRES, F.F. PATINO, H. O. Avaliação das cinzas insolúveis em ácido, fibra, em detergente ácido indigestível e lignina em detergente ácido indigestível com indicadores internos da digestibilidade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 20, n.3, p.306-312, 1991.
 24. PROVENZA, F. D.; VILLALBA, J. J.; HASKELL, J. W. The value to herbivores of plant physical and chemical diversity in time and space. **Crop Science**, v. 47, p.382-398, 2007.
 25. ROCHA, R. **Avaliação do pasto de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) na produção de leite de vacas mestiças Holândes-Zebu, suplementadas com diferentes fontes alimentares, no período da seca**. 1987. 76f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG.
 26. RODRÍGUEZ, N. M.; SALIBA, E. O. S.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Uso de indicadores para a estimativa de consumo a pasto e digestibilidade. In: SIMPÓSIO DA 43ª REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 43, 2006. João Pessoa. **Anais....** João Pessoa, SBZ, 2006, p.263-282.
 27. SALIBA, E.O.S. Uso de Indicadores: Passado, presente e futuro. In: I TELECONFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 2005, Belo Horizonte: **Anais...** Belo Horizonte - MG: Escola de Veterinária da UFMG, 2005. p. 04-22.
 28. SALIBA, E. O. S.; RODRIGUEZ, N. M et al. Structural characterization of lignin from *Eucalipitus Grandis* beforeand after exposure to the gastrointestinal tract of ruminants. In: 8º SIMPÓSIO MUNDIAL DE LIGNINAS, 2004. São Carlos: **Anais...**São Carlos, 2004.

29. SALIBA, E. O. S.; RODRIGUEZ, N. M.; PILÓ-VELOSO, D. Utilization of purified lignin extracted from *Eucalyptus grandis* (PELI), used as an external marker in digestibility trials in various animal species. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 9. 2003, Porto Alegre. **Proceedings...** Porto Alegre, 2003.
30. SALIBA, E. O. S. **Caracterização química e microscópica das ligninas dos resíduos agrícolas de milho e de soja expostos à degradação ruminal e seu efeito sobre a digestibilidade dos carboidratos estruturais.** 1998. 236f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
31. SILVA, A. G. M. E.; BORGES, I.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, M.; SALIBA, E. O. S.; MORAIS, S. A.; MORAIS, S. A.; SILVA, J. J.; MERLO, F. A.; SOUSA, T. A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, L. L.; GONÇALVES, N. C.; BARROS, V. P.; VALLE, R. C. A. **Avaliação do LIPE® como indicador externo de digestibilidade em ovinos recebendo dietas com torta de babaçu.** I CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL. Fortaleza, 2008.
32. SILVA, L. D. F.; EZEQUIEL, J. M. B.; AZEVEDO, P. S. CATTELAN, J. W. ; RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA, M. A.; CASTRO, V. S.; MENDES, A. R. Uso da cutina na estimativa das digestões total e parcial de alguns componentes de rações contendo diferentes fontes de nitrogênio, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v. 35, n 2, p.600-606, 2006.
33. SOARES, L. F. P. **Avaliação de indicadores e metodologia de coleta para estimativa da digestibilidade de nutrientes em bubalinos.** Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2010, 40f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife.
34. SMITH A. M.; REID, J. T. Use of chromic oxide as an indicator of fecal output for the purpose of determining the intake of pasture herbage by grazing. **Journal Dairy of Science**, v. 38, n5, p.515-524. 1995.
35. TITGEMEYER, E.C. Design and interpretation of nutrient digestion studies. **Journal Animal Science**, v. 75, p. 2235-2247, 1997.
36. VALADARES FILHO, S. C.; MORAES, E. H. B.; DETMANN, E. Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa, 2006, (CD-ROM).
37. VALADARES FILHO, S. C. **Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em ovinos e bubalinos.** 1989. Tese Doutorado em Zootecnia Faculdade de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
38. VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2 ed. Ithaca: Cornell University, 1994, 476p.
39. ZEOULA, L. M. **Efeitos da fonte de amido, do processamento e da adição de uréia sobre a fermentação in vitro e digestão parcial e total em bovídeos.** 1990. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1990.