

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINARIA
Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação

**INDICADORES EXTERNOS DE DIGESTIBILIDADE APARENTE EM
OVINOS**

MÉRCIA REGINA PEREIRA DE FIGUEIREDO

Belo Horizonte
Escola de Veterinária da UFMG
2011

MÉRCIA REGINA PEREIRA DE FIGUEIREDO

Indicadores Externos de Digestibilidade em Ovinos

**Dissertação apresentada à Escola de Veterinária da
Universidade Federal de Minas Gerais, como
requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em
Zootecnia**

Área de concentração: Nutrição Animal

Orientadora: Eloísa de Oliveira Simões Saliba

Co-orientação: Iran Borges

Belo Horizonte

UFMG – Escola de Veterinária

Dissertação defendida e aprovada, no dia 03 de fevereiro de 2011, pela comissão examinadora constituída por:

Prof^a Eloísa de Oliveira Simões Saliba
(Orientadora)

Prof^a Janaína Januário da Silva

Prof^a Ana Luiza da Costa Cruz Borges

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pela confiança e compreensão depositada em mim e pelo incentivo em minha incansável caminhada em busca do conhecimento.

Aos meus irmãos pela paciência, carinho e presença constante em minha vida.

A professora Eloísa de Oliveira Simões Saliba pela orientação, ensinamentos, paciência e confiança.

Ao professor Iran Borges pela amizade, por ser exemplo de profissionalismo, ética, gentileza e pelos momentos agradáveis que passamos juntos.

Ao professor Lúcio Carlos Gonçalves pela concessão dos animais, alimentos e materiais para a realização desse trabalho.

A Embrapa Gado de Leite pelo fornecimento de parte das dietas experimentais.

A minha querida grande amiga Gesiane pela paciência, compreensão, presença sempre. Seu apoio foi fundamental para realização desse trabalho. Ao seu marido, Dr. Marco Aurélio, pela disposição, paciência e solidariedade.

Aos amigos Meliza, Hemilly, Tássia, Felipe, Carol, Isabela, Raquel, Bruno, Nélio pela presteza nos momentos difíceis e disponibilidade em ajudar.

Aos funcionários do laboratório de Nutrição Animal: Kely, Toninho, Marcos, Amanda, “Margot”, Regiane e Carlos pela amizade, paciência e apoio durante as análises.

Aos colegas do mestrado e dos Grupos GIL e NEPPER pela amizade e conhecimento compartilhados.

A Universidade Federal de Minas Gerais e ao Departamento de Zootecnia por proporcionarem meu desenvolvimento acadêmico-profissional.

A CAPES (Coordenação de apoio a pesquisa de ensino superior) pela concessão da bolsa de estudos.

A todos que acreditaram e confiaram em mim.

*"Confia no Senhor e faze o bem;
habitarás na terra, e verdadeiramente serás alimentado.
Deleita-te também no Senhor, e te concederá os desejos do teu coração.
Entrega o teu caminho ao Senhor; confia nele, e ele tudo fará".
Salmos 37.3-5*

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	
LISTA DE FIGURAS.....	
ANEXOS.....	
RESUMO.....	
ABSTRACT.....	
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO GERAL.....	13
CAPÍTULO II – REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2 - Técnicas de Determinação da Digestibilidade em Animais.....	16
2.1 – Métodos Diretos.....	16
2.2 – Métodos Indiretos.....	16
2.3 – Indicadores.....	17
2.3.1 – Óxido Crômico.....	17
2.3.2 – Dióxido de Titânio.....	21
2.3.3 – LIPE®.....	21
2.3.4 – NANOLIPE®.....	23
2.4 – Digestibilidade.....	24
2.5 – Uso de Forragens Conservadas na Alimentação Animal.....	25
2.5.1 – Silagem de Cana-de-Açúcar.....	26
2.5.2 – Silagem de Sorgo.....	28
2.5.3 – Feno de Tifton.....	28
2.6 – Caroço de Algodão.....	29
2.7 - Comportamento Ingestivo Animal.....	30
3 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

CAPÍTULO III – EXPERIMENTO I -INDICADORES EXTERNOS EM ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DE OVINOS ALIMENTADOS COM DIETAS A BASE DE SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR OU FENO DE TIFTON E CONCENTRADO

RESUMO.....	39
ABSTRACT.....	39
1 – INTRODUÇÃO.....	40
2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	41
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
4 – CONCLUSÃO.....	49
5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

EXPERIMENTO II – COMPORTAMENTO INGESTIVO DE OVINOS ALIMENTADOS COM DIETAS A BASE DE SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR OU FENO DE TIFTON E CONCENTRADO

RESUMO.....	52
ABSTRACT.....	52
1 – INTRODUÇÃO.....	53
2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	54
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
4 – CONCLUSÃO.....	59
5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

CAPÍTULO IV – EXPERIMENTO I - INDICADORES EXTERNOS EM ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DE OVINOS ALIMENTADOS COM DIETAS A BASE DE SILAGEM DE SORGO OU FENO DE TIFTON E CONCENTRADO

RESUMO.....	61
ABSTRACT.....	61
1 – INTRODUÇÃO.....	62
2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	63
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
4 – CONCLUSÃO.....	71
5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72

**EXPERIMENTO II – METODOLOGIA PARA AVALIAR O COMPORTAMENTO
INGESTIVO DE OVINOS ALIMENTADOS COM DIETAS A BASE DE SILAGEM
DE SORGO OU FENO DE TIFTON E CONCENTRADO**

RESUMO.....	75
ABSTRACT.....	75
1 – INTRODUÇÃO.....	76
2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	77
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	78
4 – CONCLUSÃO.....	82
5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
CAPÍTULO V - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO III – EXPERIMENTO I - INDICADORES EXTERNOS EM ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DE OVINOS ALIMENTADOS COM DIETAS A BASE DE SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR OU FENO DE TIFTON E CONCENTRADO

Tabela 1 – Proporção dos Ingredientes das Dietas Experimentais com base na Matéria Seca (MS) e Composição Bromatológica.....	42
Tabela 2 – Consumo de matéria seca (CMS), digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO) nas dietas T1(silagem de cana-de-açúcar +concentrado), T2 (silagem de cana-de-açúcar+concentrado + 15% de caroço de algodão), T3 (silagem de cana-de-açúcar) e T4 (feno de Tifton), e coeficiente de variação (CV), em ovinos.....	46
Tabela 3 - Valores médios de produção fecal e recuperação fecal obtidos pelos métodos da Coleta Total, Óxido Crômico, Dióxido de Titânio e LIPE.....	47
Tabela 4- Médias de digestibilidade aparente da matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO), estimados pelos indicadores, óxido crômico (OC), LIPE® e dióxido de titânio (TIT), comparado com coleta total de fezes..	48

EXPERIMENTO II - COMPORTAMENTO INGESTIVO DE OVINOS ALIMENTADOS COM DIETAS A BASE DE SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR OU FENO DE TIFTON E CONCENTRADO

Tabela 5 - Proporção dos Ingredientes das Dietas Experimentais com base na Matéria Seca (MS) e Composição Bromatológica.....	54
Tabela 6 - Consumo de matéria seca (CMS), tempo despendido com alimentação (TAL), ruminação (TRU), ócio (TOC) e mastigação total (TMT), eficiência de alimentação (EAL) ruminação (ERU), número de bolos ruminais (BOL), tempo gasto com mastigações por bolo ruminal (MMtb), número de mastigações por bolo ruminal (MMnb) e, respectivos coeficientes de variação (CV), de ovinos alimentados com diferentes fontes de fibra.....	56

CAPÍTULO IV – EXPERIMENTO I - INDICADORES EXTERNOS EM ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DE OVINOS ALIMENTADOS COM DIETAS A BASE DE SILAGEM DE SORGO OU FENO DE TIFTON E CONCENTRADO

Tabela 7 – Proporção dos Ingredientes das Dietas Experimentais com base na Matéria Seca (MS) e Composição Bromatológica.....	64
Tabela 8 – Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), matéria mineral (DMM), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN), fibra em detergente ácido (DFDA), lignina (DLIG) nas dietas T1 (feno de Tifton), T2 (feno de Tifton +concentrado), T3 (silagem de sorgo), T4 (silagem de sorgo + concentrado) e coeficiente de variação (CV), em ovinos.....	68
Tabela 9 – Valores médios de produção fecal e recuperação fecal obtidos pelos métodos da Coleta Total, Óxido Crômico, Dióxido de Titânio	69

Tabela 10– Digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), matéria orgânica (DAMO), proteína bruta (DAPB), fibra em detergente neutro (DAFDN), fibra em detergente ácido (DAFDA) e coeficiente de variação (CV%) das dietas estimada pelos indicadores e comparado com a coleta total.....70

Tabela 11 – Valores médios de produção fecal e recuperação fecal obtidos pelos métodos da Coleta Total, NANOLIPE®, Óxido Crômico e Dióxido de Titânio no primeiro dia de coleta de fezes71

Tabela 12 - Valores médios de produção fecal e recuperação fecal obtidos pelos métodos da Coleta Total, NANOLIPE®, Óxido Crômico e Dióxido de Titânio no segundo dia de coleta total.....71

EXPERIMENTO II – METODOLOGIA PARA AVALIAR O COMPORTAMENTO INGESTIVO DE OVINOS ALIMENTADOS COM DIETAS A BASE DE SILAGEM DE SORGO OU FENO DE TIFTON E CONCENTRADO

Tabela 13 – Proporção dos Ingredientes das Dietas Experimentais com base na Matéria Seca (MS) e Composição Bromatológica.....78

Tabela 14 - Tempos médios despendidos por alimentação, ruminação e ócio em ovinos alimentados com feno de Tifton (T1), feno de Tifton e concentrado (T2), silagem de sorgo (T3) e silagem de sorgo e concentrado (T4) em diferentes tempos.....79

Tabela 15 - Consumo de matéria seca (CMS), de fibra em detergente neutro (CFDN), tempo despendido com alimentação (TAL), ruminação (TRU), ócio (TOC) e mastigação total (TMT), e respectivos coeficientes de variação (CV), de ovinos alimentados com dietas a base de feno de tifton e silagem de sorgo e concentrado.....80

Tabela 16 - Eficiência de alimentação (EAL) ruminação da Matéria Seca (ERU MS), da fibra em detergente neutro (ERU FDN), número de bolos ruminais (BOL), tempo gasto com mastigações por bolo ruminal (MMtb), número de mastigações por bolo ruminal (MMnb) e, respectivos coeficientes de variação (CV), de ovinos alimentados com dietas a base de feno de Tifton (T1), feno deTifton e concentrado (T2), silagem de sorgo (T3) e silagem de sorgo e concentrado (T4).....82

]

ANEXOS

Anexo 1 – Certificado CETEA.....

RESUMO

Foram conduzidos quatro experimentos com o objetivo de avaliar os indicadores externos óxido crômico (Cr_2O_3), dióxido de titânio (TiO_2), LIPE® e NANOLIPE®, para estimativa de digestibilidade aparente de nutrientes e produção fecal, bem como comportamento ingestivo em ovinos. No primeiro e segundo experimentos foram utilizados dezesseis carneiros SRD, peso vivo médio de 41,5Kg alimentados com dietas à base de silagem de cana-de-açúcar e feno de Tifton 85, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com arranjo em parcelas subdivididas. Para estimativa de produção fecal e digestibilidade de nutrientes foram utilizados os indicadores externos óxido crômico (Cr_2O_3), dióxido de titânio (TiO_2) e LIPE®, comparados com a coleta total de fezes. Não houve diferença significativa ($P>0,05$), entre os indicadores óxido crômico e LIPE® para estimativa de digestibilidade aparente dos nutrientes, quando comparado com a coleta total. Já o indicador dióxido de titânio, superestimou a produção fecal e subestimou a digestibilidade dos nutrientes. No experimento de avaliação do comportamento ingestivo dos animais foram obtidos os tempos despendidos para alimentação, ruminação e ócio. As dietas a base de feno de Tifton apresentaram maior tempo de alimentação e menor tempo de ócio, quando comparadas às dietas de cana-de-açúcar. No terceiro e quarto experimentos foram utilizados vinte carneiros SRD, peso vivo médio de 41,5Kg alimentados com dietas à base de silagem de sorgo e feno de Tifton 85, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com arranjo em parcelas subdivididas. Para estimativa de produção fecal e digestibilidade aparente dos nutrientes foram utilizados os indicadores externos óxido crômico (Cr_2O_3), dióxido de titânio (TiO_2) e NANOLIPE®. Não houve diferença significativa ($P>0,05$), entre os indicadores óxido crômico, NANOLIPE® e a coleta total. O dióxido de titânio superestimou a produção fecal e subestimou a digestibilidade dos nutrientes. No experimento de comportamento ingestivo animal, avaliou-se uma metodologia de obtenção de tempos para mensuração dos parâmetros relativos ao comportamento ingestivo animal, sendo o tempo de 10 minutos confiável para avaliação dos mesmos. Houve diferença ($P<0,05$) entre os tratamentos para os tempos despendidos com alimentação e ócio, sendo que o tempo despendido com alimentação diminuiu e com ócio aumentou para dietas a base de volumoso e concentrado, quando comparado com dietas exclusivas de volumoso. A eficiência de alimentação e ruminação aumentou com a adição de concentrado às dietas.

Palavras chave: nutrição, marcadores, ruminantes

ABSTRACT

Four trials were conducted to evaluate the external indicators chromic oxide (Cr_2O_3), titanium dioxide (TiO_2), LIPE® and NANOLIPE®, to estimate the apparent digestibility of nutrients and fecal output and feeding behavior in sheep. In the first and second experiment were used sixteen sheep SRD, average body weight of 41.5 kg fed diets based on silage, sugar cane and Tifton 85 hay, distributed in a completely randomized design with split plots. To estimate fecal output and dry matter digestibility and organic matter were used indicators external chromic oxide (Cr_2O_3), titanium dioxide (TiO_2) and LIPE®, compared with the total collection. There was no significant difference ($P > 0.05$) between the chromic oxide and LIPE® to estimate the apparent digestibility of nutrients when compared with the total collection. The indicator, titanium dioxide production overestimated and underestimated the fecal digestibility of nutrients. In the experiment to evaluate the ingestive behavior of animals we obtained the time spent feeding, ruminating and resting. The diets based on hay Tifton had more time feeding and less leisure time compared to the diets of cane sugar. In the third and fourth experiments we used SRD twenty sheep, live weight of 41.5 kg fed diets based on sorghum silage and Tifton 85 hay, distributed in a completely randomized design with split plots. To estimate fecal output and apparent digestibility of nutrients were used the indicators external chromic oxide (Cr_2O_3), titanium dioxide (TiO_2) and NANOLIPE®. There was no significant difference ($P > 0.05$) between the markers chromic oxide, NANOLIPE® when compared with the total collection. Titanium dioxide production overestimated and underestimated the fecal digestibility of nutrients. Ingestive behavior in the animal experiment, we evaluated a method of obtaining times for measurement of parameters relating to animal feeding behavior, and the time of 10 minutes for reliable assessment. There was significant difference ($P < 0.05$) between treatments for time spent on food and leisure, and the time spent on food decreased and increased leisure time for diets based on forage and concentrate, compared with exclusive diets of roughage. The efficiency of feeding and rumination increased with the addition of concentrate to the diets.

Keywords: nutrition, markers, ruminants

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

A importância dos ovinos como fonte de alimentos protéicos em regiões subdesenvolvidas e em desenvolvimento tem merecido destaque nos últimos anos, devido ao elevado crescimento populacional, já que a necessidade de proteína animal pela população tem excedido a produção. Os ovinos apresentam elevado potencial fisiológico para produção de carne, pele e lã, constituindo fonte de proteína de alta qualidade para a população humana.

De acordo com Rogério (2005), os ovinos apresentam-se como espécie de grande importância, tendo-se difundido por todas as regiões do mundo. No Brasil, o Rio Grande do Sul e o nordeste brasileiro destacam-se como regiões onde a exploração ovina apresenta grande significado econômico. Entretanto, nos últimos anos, esse panorama vem sofrendo alterações, e a região sudeste, bem como a centro-oeste, passam a assumir lugar de destaque na ovinocultura, com rebanhos significativos, explorando lã e principalmente carne. Mediante as perspectivas favoráveis, principalmente para a produção de carne no Brasil, a exploração de ovinos tem merecido atenção especial.

Diante desse cenário favorável, cada vez mais a pesquisa tem buscado sistemas de produção eficientes capazes de fornecer adequada quantidade de energia e nutrientes digestíveis/metabolizáveis para o animal. Esse objetivo vem sendo alcançado com a melhoria na eficiência de produção animal, onde os alimentos são utilizados de forma racional, contribuindo para redução da contaminação ambiental e perdas de lucratividade, possibilitando dessa forma, maior competitividade e sustentabilidade na atividade.

O valor nutritivo de um alimento é determinado por dois componentes principais: digestibilidade e consumo alimentar. A aplicação prática da avaliação dos alimentos assume que eles são variáveis e as respostas animais são comparativamente reproduzíveis. Uma possível maneira de definir a qualidade da dieta seria o produto da digestibilidade pelo consumo de matéria seca, intimamente correlacionado com o consumo de energia. Assim, as estimativas de digestibilidade têm grande valor prático para a alimentação

animal, tendo em vista que a digestão incompleta normalmente representa a maior perda no processo da utilização da energia consumida (Rodriguez *et al.*, 2006).

Assim, na avaliação completa do valor nutritivo dos alimentos, os efeitos dos processos de consumo, digestão, absorção e metabolismo animal devem ser considerados, além da sua composição química.

A busca por métodos de estimativa do valor nutricional tem sido alvo de inúmeras pesquisas nacionais e internacionais na nutrição de ruminantes, uma vez que os ensaios com animais são caros, laboriosos e relativamente longos.

Entretanto, os métodos *in vivo* continuam a ser importantes, uma vez que são referência, tanto na avaliação de alimentos, como na validação dos métodos de estimação. A determinação da digestibilidade tem sido o principal objetivo da experimentação *in vivo*, uma vez que esta variável quantifica a disponibilidade dos nutrientes dos alimentos no trato gastrointestinal dos animais, envolvendo mensurações de consumo e da excreção fecal. Considerando o elevado consumo de alimentos pelos ruminantes e a proporcional elevada excreção fecal, a coleta total de fezes por determinado período de tempo torna-se impraticável, o que levou à utilização de indicadores para a estimação da excreção fecal e da digestibilidade (Moraes, 2007).

O uso de indicadores externos ou internos em avaliações de digestibilidade de nutrientes dos 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, procedimento bastante trabalhoso, feito com sacolas que, na maioria das vezes, provocam quedas significativas de consumo. A determinação da digestibilidade pelo método de indicadores não requer o manuseio de grandes quantidades de material, pois, para o cálculo de produção fecal leva-se em conta a quantidade do indicador fornecido ao animal e a sua concentração nas fezes (Rodriguez *et al.*, 2006).

Desde então, diversos experimentos tem sido conduzidos visando avaliar o comportamento dos indicadores no processo de digestão animal, quer seja através da interação dos mesmos com o organismo animal ou com a dieta fornecida, quer seja pela elevada variação de excreção destes, do tipo animal ou pelas metodologias utilizadas, o que faz com que as estimativas de produção fecal, consumo e digestibilidade representem de forma menos precisa e acurada a realidade.

Alguns trabalhos mostram que existe interação entre indicador e o tipo de fibra utilizada como volumoso em ensaios com animais. Dessa forma, a pesquisa busca

relacionar corretamente qual o indicador mais apropriado, dependendo da dieta utilizada, visando assim, obter dados menos conflitantes, e mais adequados, quando comparados aos da coleta total de fezes. No entanto, esses dados ainda são escassos e os resultados obtidos ainda muito divergentes.

Assim o objetivo desse trabalho foi avaliar em quatro experimentos, os indicadores externos óxido crômico, dióxido de titânio, LIPE® e validar o NANOLIPE® como indicador de consumo e digestibilidade em dietas com diferentes fontes de fibra, bem como o comportamento ingestivo dos animais com as referidas dietas. Para tanto, estão apresentados aqui o capítulo II onde têm-se uma revisão de literatura a cerca do tema abordado. No capítulo III, experimentos I e II foi feita a avaliação de indicadores externos e o comportamento ingestivo em ovinos alimentados com silagem de cana-de-açúcar ou feno de Tifton 85 como fontes de volumosos; No capítulo IV, experimentos II e II, avaliou-se o uso de indicadores externos e a validação do NANOLIPE® , bem como o comportamento ingestivo de ovinos alimentados com silagem de sorgo ou feno de Tifton 85 como volumosos e, finalizando, no Capítulo V, serão apresentadas as considerações finais.

CAPÍTULO II - REVISÃO DE LITERATURA

2 – Técnicas de Determinação da Digestibilidade em Animais

2.1 Métodos Diretos

A digestibilidade *in vivo* da dieta é medida tradicionalmente pelo uso da coleta total de fezes (CT), por intermédio de sacolas coletoras ou pela utilização de gaiolas metabólicas com dispositivo para separação de urina e fezes, sem contaminação, e com reduzida volatilização de nitrogênio. Apesar de ser um método simples, pode ser considerado oneroso, tendo como maior fator limitante o número de animais utilizados nos ensaios (Silva & Leão, 1979).

Nastis & Cordesse (1996) ainda destacaram outros inconvenientes dessa técnica como a falta de adaptação dos animais quando do uso da bolsa coletora de fezes, razão pela qual são constantemente substituídos. E ainda pelo fato das bolsas coletoras interferirem no comportamento do animal em pastejo (Lascano *et al.*, 1990), pela imposição de frequentes esvaziamentos (Le Du & Penning, 1982; McMeniman, 1997), o que pode levar a diminuição no consumo, em razão de provocarem desconforto, fadiga ou estresse nos animais. Outros problemas inerentes à técnica são a incompleta recuperação de fezes, em consequência de perdas de material (Le Du & Penning, 1982; Lippke, 2002), e distorção das pernas traseiras dos animais, pelo peso cumulativo das fezes nas bolsas (Burns *et al.*, 1994).

2.2 Métodos Indiretos

Em muitos casos, devido às dificuldades ou impossibilidade de realização da coleta total de fezes para determinação da digestibilidade, tem-se recorrido ao emprego de substâncias inertes conhecidas como indicadores. Esses compostos têm algumas vantagens sobre a coleta total de fezes como a simplicidade e conveniência de utilização e podem proporcionar uma série de informações, incluindo-se a quantidade ingerida de alimentos ou

nutrientes específicos, a taxa de passagem de digesta por todo trato digestivo e a digestibilidade do alimento ou de nutrientes específicos (Silva, 1990).

Segundo Owens & Hanson (1992), um indicador é um composto de referência usado para monitorar aspectos químicos (hidrólise e síntese) e físicos (fluxo) da digestão. Assim, indicadores são usados rotineiramente para estimar o fluxo de digesta, digestibilidade e produção fecal em diversas espécies animais. Esses compostos são considerados substâncias indigestíveis, normalmente de fácil determinação podendo ser administrados com o alimento ou diretamente em algum segmento do aparelho digestório, sendo posteriormente identificados e quantificados nas fezes ou ao final do segmento em estudo.

Considera-se um bom indicador fecal aquele que possua as propriedades de ser inerte e atóxico; ser totalmente indigerível e inabsorvível; não apresentar função fisiológica; poder ser processado com o alimento; misturar-se bem ao alimento e permanecer uniformemente distribuído na digesta; não influenciar e não ser influenciado por secreções intestinais, absorção, motilidade, nem pela população microbiana intestinal; possuir método específico e sensível de determinação (Saliba, 2005; Rodriguez *et al.*, 2006).

O princípio que rege a utilização dos indicadores fecais 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 dos alimentos digeridos e absorvidos. O aumento na concentração é proporcional a digestibilidade e, portanto, essa última pode ser calculada a partir das concentrações do indicador no alimento e nas fezes (Astigarra, 1997).

Ao se trabalhar com metodologias que utilizam indicadores, estas devem se basear numa técnica padrão, conhecida como coleta total de fezes, que é a que mais representa a realidade em estudos com animais.

Tradicionalmente, os indicadores são classificados em internos e externos. Os indicadores internos, que são constituintes naturais das dietas, têm a vantagem de serem baratos e ainda podem ser particularmente úteis na experimentação animal com animais domésticos ou silvestres, facilitando a obtenção de respostas essenciais ao desempenho dos mesmos. Embora muitos indicadores internos pareçam promissores, poucos têm ganhado aceitação, principalmente porque podem sofrer alterações no processo digestivo (Marais, 2000).

A maior limitação do uso de indicadores internos em ensaios metabólicos é a sua recuperação variável nas fezes. Já alguns indicadores externos não se comportam como as partículas do alimento e, quando aderidos a sua porção fibrosa podem alterar algumas características químicas e físicas, como a gravidade específica e, inclusive, essa é uma de suas limitações (Rodriguez *et al.*, 2006).

Dos indicadores internos usados em experimentação animal, destaca-se a Sílica, a Lignina, o Nitrogênio fecal, o Cromogênio, a Fibra em Detergente Neutro (FDN) e a Fibra em Detergente Ácido (FDA) Indigestíveis, a Cinza Insolúvel em Ácido e os N-alcanos.

Os indicadores externos são substâncias indigeríveis que são adicionadas ou ligadas ao alimento ou a digesta. Esses indicadores podem ser administrados pela boca, através de fístulas ou ainda por meio de dispositivos de liberação controlada no trato digestivo do animal. Essas substâncias são representadas por uma variedade de compostos inertes como o óxido crômico, os elementos terras raras (Lantano, Samário, Cério, Ytérbio, Disprósium), o Rutênio Fenantrolina, o Cromo mordante, dióxido de titânio, utilizados para fase sólida e o Cobalto-EDTA, Cromo-EDTA e o Polietilenoglicol (PEG), utilizados para fase líquida (Rodriguez *et al.*, 2006).

Recentemente, uma nova classe de indicadores foi proposta, os intra-indicadores. De acordo com esta nova denominação, não se designam substâncias únicas, mas, grupamentos constituintes de substâncias que podem ser utilizadas como indicadores, tendo em vista que atendem as regras de um indicador característico (Saliba, 2005).

A escolha do indicador utilizado é definida por cada pesquisador levando-se em conta, custo, facilidade de obtenção e análise. Merchen (1993) relata que nenhuma das substâncias utilizadas como indicador preenche todas as características, mas várias são suficientemente adequadas para fornecer dados importantes. Recuperação incompleta nas fezes, variação no fluxo de passagem do rúmen, amostragens pouco representativas e delineamento estatístico são os problemas primários associados a experimentos que utilizam indicadores (Merchen, 1988; Titgmeier, 1997) e previamente devem ser considerados quando do planejamento e realização desses experimentos.

2.3 Indicadores

2.3.1 – Óxido crômico

O indicador externo óxido crômico, também denominado óxido de cromo III ou sesquióxido de cromo (Cr_2O_3) é um pó extremamente fino, de coloração verde escura, pouco solúvel em água (Iturbide, 1967), mas ligeiramente solúvel em álcalis e ácidos (Marais, 2000). Foi inicialmente proposto como indicador em 1918 em estudos com vacas leiteiras e desde então esse composto vem sendo extensivamente utilizado como indicador externo em ensaios de digestibilidade. A sua concentração nos alimentos é baixa, em torno de $0,1\mu\text{g/g}$ (Kotb & Luckey, 1972).

O procedimento tradicional de utilização deste indicador consiste na aplicação de duas doses diárias, de mesmo peso, em intervalos de tempos definidos, com colheitas concomitantes. Esse procedimento, apesar de referido em diversos trabalhos, pode causar alterações no comportamento animal, levando a redução do consumo, e excreção fecal. Assim, a metodologia de aplicação do óxido crômico uma vez ao dia poderia reduzir esse inconveniente. Detmann *et al.* (2001) ao avaliarem o consumo de matéria seca de vacas em pastejo, utilizando cromo em infusão contínua, dosado 1 ou 2 vezes ao dia, observaram que a metodologia de fornecimento de 1 dose/dia subestimou a produção fecal e o consumo de matéria seca. Já Silva *et al.* (2010) ao fornecerem óxido crômico 2 vezes ao dia a novilhas alimentadas com silagem de sorgo e cana-de-açúcar, encontraram que o mesmo subestimou o consumo dos animais, quando comparado com outros indicadores como Lignina Purificada e Enriquecida (LIPE®), Fibra em Detergente Neutro Indigestível (FDNi) e Fibra em Detergente Ácido Indigestível (FDAi).

O período de adaptação do óxido crômico é de cinco a sete dias, anterior ao início das coletas de fezes, a fim de alcançar um platô de concentração (Le Du & Penning, 1982; Owens e Hanson, 1992; Astigarra, 1997). Pond *et al.* (1989b) sugeriram que cinco dias seriam suficientes, sendo este o intervalo utilizado em diversos trabalhos (Rosado, 1991; Leopoldino, 2000; Bargo, 2002). Entretanto, Itavo *et al.* (2002), em estudo comparando óxido crômico e fibra em detergente ácido indigestível para estimar a produção de matéria seca fecal e a digestibilidade de nutrientes em duas metodologias de coleta (dois ou seis dias) observaram que não houve diferença para as digestibilidades dos nutrientes em ambas

metodologias e sugerem o uso da metodologia de dois dias de coleta para estimativa desses parâmetros.

O óxido crômico pode ser quantificado por dois métodos. A determinação colorimétrica é a mais simples, mas a interferência de pigmentos presentes nos alimentos e nas fezes sobre a leitura da absorvância pode limitar a precisão do método (Kozloski *et al.*, 2006). A Espectrofotometria de Absorção Atômica (EAA) é mais precisa, porém mais complexa e mais cara (Saha & Gilbreath, 1991).

O óxido crômico tem sido amplamente empregado na determinação da excreção fecal, apresentando as vantagens de ser barato, facilmente incorporado à dieta e analisado com relativa facilidade (Merchen, 1988). Apresenta, entretanto, algumas limitações, como baixa recuperação fecal (Curran *et al.*, 1967; Soares *et al.*, 2003), principalmente em animais sob pastejo (Titgemeyer, 1997), variação de excreção entre animais, variação diurna de excreção nas fezes (Owens e Hanson, 1992), passagem mais rápida pelo rúmen que o material fibroso (Van Soest, 1994) e, por fim, propriedade carcinogênica.

O cromo também é utilizado na forma de dicromato ligado a parede celular, complexo denominado de cromo mordente ou fibra mordantada (Van Soest, 1994), cuja técnica de utilização, conhecida como dose pulso, é amplamente empregada em estudos de cinética de trânsito.

O uso do óxido crômico, combinado às frações indigestíveis da matéria alimentar, tem proporcionado resultados variáveis de estimativas associadas aos ensaios de digestão no Brasil (Zeoula *et al.*, 2002), o que justifica a realização de estudos que contribuam para a identificação de possíveis fatores interferentes. Dentre esses fatores, está, indubitavelmente, o manejo dos animais no período de aplicação do óxido crômico, principalmente no caso de animais em pastejo, que podem afetar diretamente alguns dos itens estudados, merecendo destaque o consumo de matéria seca, o desempenho animal, a conversão alimentar e a eficiência alimentar.

Em função desses inconvenientes, novos indicadores têm sido estudados e vêm frequentemente substituindo o óxido crômico em estudos de digestibilidade (Lima *et al.*, 2008).

2.3.2 – Dióxido de titânio

O dióxido de titânio (TiO_2) é insolúvel em água e ácidos diluídos, não sendo absorvido pelas plantas (Marais, 2000). É um pó de coloração branca, sem odor ou gosto. Titgemeyer *et al.* (2001) demonstraram que o dióxido de titânio pode ser utilizado como indicador externo, em alternativa ao óxido crômico, em estudos de digestão e pode ser adicionado legalmente ao alimento em quantidades que não excedam 1,0% do produto final (Ferreira *et al.*, 2009). Ademais, segundo Valadares Filho *et al.* (2006), outra vantagem competitiva do TiO_2 diz respeito ao seu custo, relativamente menor do que o óxido crômico.

Ferreira *et al.* (2009), ao utilizarem o indicador dióxido de titânio e outros indicadores externos e internos, em novilhas alimentadas com cana-de-açúcar para avaliarem a digestibilidade dos nutrientes observaram que o mesmo apresentou valores semelhantes à coleta total de fezes. Esses mesmos autores ao realizarem outro experimento com vacas em lactação, alimentadas com silagem de milho e concentrado e os indicadores acima, encontraram comportamento semelhante para os dados obtidos para o dióxido de titânio e a coleta total de fezes. Com relação à metodologia de coleta das fezes, os referidos autores concluíram que 3 dias são suficientes para estimativa de digestibilidade para esse indicador.

Da mesma forma, Marcondes *et al.* (2007) ao avaliarem o dióxido de titânio e outros indicadores externos e internos para estimar a produção fecal em novilhas mestiças de corte alimentadas com cana-de-açúcar e concentrado, encontraram que esse indicador foi eficiente em estimar a produção de matéria seca fecal, bem como, o consumo de concentrado.

Glindemann *et al.* (2009), ao avaliarem a produção fecal e a taxa de recuperação fecal do dióxido de titânio em ovelhas a pasto, encontraram resultados satisfatórios para os parâmetros citados acima e recomendaram a aplicação desse indicador duas vezes ao dia.

2.3.3 – Lignina Purificada e Enriquecida (LIPE®)

Caracterizado como hidroxifenilpropano modificado e enriquecido, o LIPE® é um indicador externo de digestibilidade desenvolvido especificamente para pesquisas.

Pesquisas relacionadas à Lignina se iniciaram a partir dos trabalhos realizados no Departamento de Química, do Instituto de Ciências Exatas (ICEX) da UFMG, onde um grupo de pesquisadores conseguiu extrair e caracterizá-la estruturalmente a partir do eucalipto. Conjuntamente, iniciava-se no Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG um estudo abrangente envolvendo o isolamento da lignina de palhas de resíduos de cultura de milho e soja, seus efeitos sobre a digestibilidade da fibra e comportamento como indicador em ruminantes (Saliba, 1998; Saliba *et al.*, 1999a).

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.* (2003a) isolaram a lignina e a enriqueceram com grupamentos não comumente encontrados na lignina da dieta animal, originando o LIPE®.

O LIPE® foi inicialmente utilizado em estudo de consumo e digestibilidade comparada à coleta total de fezes em coelhos. As estimativas de produção fecal e digestibilidade revelaram a eficiência do LIPE® como indicador externo, não apresentando diferenças estatísticas com relação à coleta total. Além disso, apresentou as vantagens de um curto período de adaptação e ser de baixo custo. Em seguida, o LIPE®, foi comparado com a coleta total de fezes em experimento de avaliação do feno de *Tifton 85* para ovinos (Saliba *et al.*, 2003b). Os resultados obtidos pela técnica *in vivo* foram estatisticamente semelhantes aos encontrados pelo uso do indicador externo LIPE®, sendo os valores de coeficiente médio de digestibilidade de 63,23% e 64,78% e produção fecal de 365,39 g/dia e 383,07 g/dia, respectivamente.

Estudos conduzidos com o objetivo de investigar a capacidade do LIPE® na estimativa da digestibilidade, da produção fecal e do consumo em diferentes espécies animais, como aves, suínos, eqüinos e bovinos, demonstraram que o LIPE® assemelha-se às ligninas de madeiras duras, sendo totalmente recuperado nas fezes sem modificações, digestão ou absorção (Rodriguez *et al.*, 2006; Vasconcelos *et al.*, 2007). Além disso, o LIPE® não apresenta variação diurna de excreção nas fezes, possibilitando que o seu fornecimento e a amostragem das fezes sejam feitos uma vez ao dia (Rodriguez *et al.*, 2006). Esses estudos revelaram que o LIPE® apresenta propriedades físico-químicas bastante estáveis e uma grande consistência químico-estrutural.

De acordo com Ferreira *et al.* (2009), o óxido crômico ou o dióxido de titânio, adicionados ao concentrado e fornecido duas vezes ao dia, e o LIPE® podem ser

utilizados para estimativa da digestibilidade em ruminantes. A escolha do indicador externo vai depender da facilidade de análise, disponibilidade e o preço.

Oliveira *et al.* (2005) compararam o LIPE® e o óxido crômico em bovinos Nelore fistulados no esôfago, nas estimativas de excreção fecal e consumo voluntário em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, comparando ainda diferentes períodos de adaptação para os dois indicadores, (três e sete dias). O consumo estimado de matéria seca foi de 2,12; 2,09; 2,16 e 2,10 (%) do peso vivo para os tratamentos com óxido crômico ou LIPE® para três ou sete dias, respectivamente, não se observando diferenças estatísticas entre os mesmos ($P>0,05$). Quanto aos períodos de adaptação, três dias foram suficientes para estabilizar a concentração dos indicadores nas fezes dos animais. O LIPE® foi capaz de estimar com sucesso a excreção fecal e o consumo de bovinos de corte criados a pasto.

Saliba *et al.* (2004) utilizando a Ressonância Nuclear Magnética e produtos de oxidação com o nitrobenzeno, caracterizaram a composição estrutural do LIPE® antes e após a sua passagem pelo trato gastrointestinal de ovinos e verificaram que as amostras da lignina fecal mostraram espectros similares aos do LIPE®. Através deste experimento demonstrou-se que este indicador passou pelo trato gastrointestinal sem ser digerido e absorvido, sendo totalmente recuperado nas fezes. Com o auxílio da microscopia eletrônica de varredura pôde-se observar a integridade ultraestrutural do polímero recuperado nas fezes.

O período de adaptação para que a excreção do indicador seja uniforme é de 48 horas. O período experimental para a colheita de fezes é satisfatório com três (aves) a cinco (outras espécies) dias de repetição.

A técnica analítica para dosagem do indicador nas fezes é a Espectroscopia no Infravermelho, técnica rápida, sensível, barata e não destrutível da amostra.

2.3.4 – NANOLIPE®

A nanotecnologia engloba todo tipo de desenvolvimento tecnológico dentro da escala nanométrica, geralmente entre 0,1 e 100 nanômetros. Um nanômetro equivale a um milionésimo de milímetro. A nanotecnologia manipula átomos e moléculas para realizar processos, construir coisas ou construir seres vivos. Ela funciona re-arranjando a matéria na

escala de átomos, que são a forma estrutural mais elementar de qualquer coisa ou de qualquer ser vivo.

Estudos usando a nanotecnologia têm sido conduzidos na Escola de Veterinária da UFMG, visando desenvolver um indicador externo de digestibilidade que funcione com propriedades de nanopartículas, ou seja, se misture mais homogeneamente à digesta, de forma mais rápida, podendo reduzir, dessa forma, os períodos longos de adaptação do indicador à digesta e possibilitar maiores taxas de recuperação do mesmo. Esse indicador foi denominado de NANOLIPE®, e tem sido usado para fins de pesquisa, visando obter sua validação e maior utilização em ensaios de digestibilidade.

2.4 – Digestibilidade

Segundo Van Soest (1994), digestão pode ser definida como um processo de conversão de macromoléculas dos nutrientes em compostos mais simples, que podem ser absorvidos a partir do trato gastrointestinal. Medidas de digestibilidade servem para qualificar os alimentos quanto ao seu valor nutritivo, expressa pelo coeficiente de digestibilidade, que indica a quantidade percentual de cada nutriente do alimento que o animal tem condição de utilizar.

Digestibilidade aparente de um alimento é considerada a proporção do ingerido que não foi excretado nas fezes, não considerando a matéria metabólica fecal, representada principalmente pelas secreções endógenas, contaminação por microorganismos e descamações do epitélio. Quando se desconta a perda de matéria fecal metabólica, obtém-se a digestibilidade verdadeira dos alimentos, valor esse sempre superior à digestibilidade aparente. No entanto, no caso da porção fibrosa do alimento, os valores de digestibilidade verdadeira e aparente são iguais, uma vez que não há produção endógena desse composto no organismo animal. Em dietas totais, proteínas e lipídios sempre têm perdas metabólicas nas fezes. Resíduos alimentares que ultrapassam o trato digestivo intacto são chamados de verdadeiramente indigestíveis.

A disponibilidade de nutrientes nos alimentos é essencialmente determinada pela constituição química dos alimentos: primeiro, com respeito às concentrações de componentes disponíveis e indisponíveis e, segundo, levando em consideração as estruturas orgânicas e os inibidores que podem limitar a disponibilidade dos componentes com os quais

estão associados. Sob o ponto de vista físico-químico, a digestibilidade está em função da disponibilidade cumulativa de nutrientes líquidos. A disponibilidade de nutrientes é limitada pela extensão da matéria indisponível obrigatória e pela competição entre as taxas de digestão e passagem, que resultam num material potencialmente digestível, não digerido. Caracterizar a disponibilidade de energia e proteína requer análises que estimem a digestibilidade e outros parâmetros de valor nutritivo.

Normalmente, a digestibilidade dos nutrientes de um alimento é a diferença entre as quantidades ingeridas e as excretadas nas fezes, ou seja, é a proporção de alimento consumido que desaparece no trato digestivo e, portanto, define quantitativamente a disponibilidade de nutrientes por unidade de consumo e envolve a medição de consumo e a excreção total das fezes. Pode ser determinada através da seguinte equação:

$$\text{DMS (\%)} = \frac{\text{Matéria Seca Ingerida} - \text{Matéria Seca Fecal}}{\text{Matéria Seca Ingerida}} \times 100$$

2.5 – Uso de forragens conservadas na alimentação animal

No Brasil, devido aos períodos de escassez e baixa qualidade de forragem, além da crescente demanda de melhorias em produtividade e competitividade no setor agropecuário, são adotadas práticas de conservação de forragem, que favorecem a maximização da utilização da terra e da produção de volumosos de bom valor nutritivo, dentre as quais pode se destacar a produção de silagens.

A silagem é a forragem verde e succulenta armazenada, na ausência de ar, em silos, no qual é conservada mediante fermentação. Dois são os princípios básicos para conservação do material ensilado: paralisação da respiração pela ausência de ar e inibição da fermentação pelo abaixamento do pH; as bactérias atuam sobre os carboidratos solúveis, transformando-os em ácidos, principalmente ácidos lático e acético que baixam o pH impedindo que as bactérias indesejáveis continuem a fermentação, pois estas não resistem à acidez elevada. O material é ensilado com pH entre 5,5 a 6,0 e a conservação ocorre em pH entre 3,5 a 4,2.

Os efeitos da utilização de silagens sobre o desempenho dos animais dependem da qualidade da silagem e da disponibilidade de nutrientes. Parâmetros como

conteúdo e digestibilidade da proteína bruta, bem como consumo e digestibilidade da matéria seca são critérios importantes para exprimir o valor nutritivo de gramíneas tropicais.

Já a fenação consiste na desidratação da forragem verde com 65-85% de umidade para 10 a 20%. A desidratação mais acentuada ocorre logo após o corte, diminuindo à medida que atinge valores abaixo de 65% de umidade, até atingir o ponto ideal. A rapidez com que o ponto de feno é obtido concorre para menores perdas de princípios nutritivos nesta fase.

O feno ideal deve possuir coloração esverdeada, cheiro agradável, ter boa percentagem de folhas, ser macio, livre de impurezas e elementos tóxicos e ter boa digestibilidade.

A qualidade das plantas forrageiras influencia a produtividade animal, já que o espaço ocupado pelos materiais fibrosos ou volumosos e o tempo de permanência destes materiais no rúmen são aumentados com a maturação da planta, podendo alterar a dinâmica da fermentação ruminal, como também a velocidade de passagem do alimento por este compartimento (Rodrigues, 1998).

2.5.1 – Silagem de cana-de-açúcar

A cultura da cana-de-açúcar caracteriza-se como uma das mais importantes atividades do agronegócio no Brasil. O país se destaca como maior produtor mundial, sendo que em 2007, alcançou a marca de 475 milhões de toneladas.

A cana-de-açúcar é uma gramínea perene, pertencente ao gênero *Saccharum*, própria de climas tropicais e subtropicais, provavelmente originária do sudeste da Ásia. Há várias espécies do gênero *Saccharum* (*S.officinarum*, *S. spontaneum*, *S. robustum*, etc), mas as variedades hoje em uso são quase todas híbridas. Caracteriza-se por apresentar elevada produtividade e se destaca dentre outras gramíneas tropicais pelo elevado potencial de produção de matéria seca e energia (nutrientes digestíveis totais) por unidade de área.

Torres (2001) ao avaliar o potencial forrageiro dessa planta destacam os seguintes atributos: cultivada em todo o território brasileiro; cultura permanente e de fácil implantação, requerendo poucos tratos culturais; produz elevados rendimentos de forragem

(mais de 120 ton/ha) em uma única colheita e exatamente no período de baixa disponibilidade de pasto; possui elevado conteúdo de sacarose; é bem consumida pelos animais.

Esta cultura se destaca no país devido às suas características agrônômicas, dentre elas a tolerância a períodos de estiagem e o alto potencial de produção de matéria seca e carboidratos por hectare. Quando o aspecto a ser avaliado é sua utilização como forragem, a cana se constitui numa das principais plantas forrageiras, contribuindo para significativas reduções nos custos de produção de carne e/ou leite. Entretanto, a cana-de-açúcar é um alimento desbalanceado, com baixos teores de proteína e altos teores de açúcar, sendo que este último nutriente depende da época do ano e da variedade utilizada. Por essa razão, não é aconselhável o seu uso como alimento exclusivo.

A ensilagem da cana-de-açúcar é realizada para diminuir os custos operacionais, poupar o trabalho do manejo diário do canavial e evitar perdas com possíveis geadas e queimadas (Silva *et al.*, 2008).

Embora a cana-de-açúcar seja um alimento com grande potencial para a alimentação de ruminantes, seu uso na forma de silagem não é comum nos atuais sistemas de produção, pois o alto conteúdo de açúcares solúveis presentes nesta forrageira resulta em rápida proliferação de leveduras epífitas que levam à produção de etanol e de CO₂ (Valvasori *et al.*, 1995), causando perdas excessivas de MS e do valor nutritivo da forragem. Em estudos conduzidos para avaliar a qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar, Freitas *et al.* (2006a), e Pedroso *et al.* (2005) encontraram elevados valores para a perda de MS durante a fermentação: 31,1 e 29,2%, respectivamente.

Diante desse impasse pesquisas vem sendo conduzidas visando melhorar os padrões de fermentação da silagem de cana-de-açúcar. Assim, diversos tipos de aditivos vêm sendo testados para que a ensilagem de cana-de-açúcar seja uma alternativa viável e rentável. Portanto, é neste cenário que inúmeros aditivos químicos vêm sendo pesquisados com a finalidade de controlar a população de leveduras e de propiciar a redução das perdas decorrentes dos processos fermentativos. A adição de uréia na ensilagem baseia-se na transformação dessa uréia em amônia (NH₃), que reage com água, formando hidróxido de amônia, elevando o pH e atuando sobre o metabolismo de microrganismos indesejáveis, principalmente leveduras (Kung Junior *et al.*, 2003).

2.5.2 – Silagem de Sorgo

A silagem de sorgo tem importância em função do grande rendimento da cultura e, com relação ao valor nutritivo, apresenta características boas, semelhantes à silagem de milho. A inferioridade da silagem de sorgo está principalmente no que diz respeito à digestibilidade, e o teor de proteína bruta, que é um pouco menor. O sorgo tem vantagens culturais em relação ao milho, e uma delas é a adaptação a climas com regime pluviométrico de menor disponibilidade e distribuição irregular das chuvas. Outro aspecto a se considerar é a menor exigência quanto à fertilidade do solo e custo de produção menor.

As cultivares disponíveis para silagem se caracterizam por possuírem colmos suculentos, com presença de açúcar, porte alto e boa produção de grãos. Podem ser utilizadas também as cultivares de duplo propósito (produção de forragem e de grãos), que proporcionam bons rendimentos de silagem com bom valor nutritivo.

O valor nutritivo do sorgo ensilado depende, entre outros, de três fatores principais: do híbrido utilizado observando a altura da planta, produtividade, produção de grãos, tolerância às secas e resistência às doenças; do estágio em que o mesmo foi cortado, que influencia a composição e a qualidade final do material conservado, sendo a fase ideal para ensilagem entre os estágios pastoso e leitoso, (planta já crescida com cerca de 30% de matéria seca) e dos microorganismos nele presentes, durante o processo de ensilagem (Rodrigues *et al.*, 2002).

Mizubuti *et al.* (2002) visando determinar o consumo médio diário e o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes das silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), milho (*Zea mays* L.) e girassol (*Helianthus annuus* L.) em ovinos, encontraram valores para consumo da matéria seca, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, extrato etéreo e proteína bruta menores para silagem de sorgo do que para as silagens de milho e girassol. Enquanto os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, fibra em detergente neutro e proteína bruta foram semelhantes aos da silagem de milho.

2.5.3 – Feno de Tifton

Os cultivares e híbridos do gênero *Cynodon* têm merecido destaque pela boa

produtividade e pelo elevado valor nutritivo. O híbrido Tifton 85 (*Cynodon* spp.) vem do cruzamento do capim-tifton 68 (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) com uma introdução proveniente da África do sul, registro PI 290884 [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.]. Por apresentar alta produção de MS, elevado valor nutritivo e rápida taxa de crescimento, além de colmos finos, o capim-tifton 85 pode ser utilizado para produção de feno e de silagem. Comparado com o Coastal bermuda, o Tifton 85 é 26% mais produtivo e 11% mais digestível, durante a época das chuvas, manejado para produção de feno (Hill *et al.*, 1993).

O capim-tifton 85 é uma forrageira com bom índice de produtividade e tem características morfológicas propícias para fenação (Haddad & Castro, 1998), que garantem eficiente desidratação do material, assim como manutenção do valor nutritivo do feno desta gramínea.

O consumo e a digestibilidade das diferentes frações da forragem estão ligados à idade da planta, pois, com o avanço no estágio de desenvolvimento, as forrageiras apresentam maiores teores de matéria seca, com baixos teores de proteína e de energia disponíveis e, conseqüentemente, altos teores de parede celular (Van Soest, 1994). Dessa forma, Morrison (1950), citado por Paterson *et al.* (1994), enfatizou a importância de se realizarem cortes precoces das plantas forrageiras, com o intuito de preservar a digestibilidade, o conteúdo de nutrientes, a ingestão de matéria seca e o desempenho animal. Nesse sentido, Hill *et al.* (1993) avaliaram cultivares do gênero *Cynodon*, em parcelas, com quatro cortes, a cada seis semanas, e encontraram valores para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de 60,3 e 54,3% para o Tifton 85 e Coastal, respectivamente.

2.6 – Caroço de algodão

O caroço de algodão é um sub-produto obtido nas máquinas algodoeiras, após a retirada da pluma, e tem grande utilidade na nutrição de ruminantes. Sua composição bromatológica varia principalmente em função da proporção de línter, que são as fibras de celulose que restam aderidas ao caroço, depois que a pluma é extraída. O caroço compreende o grão e as cascas. Nele ficam ainda as fibras curtas bastante presas, denominadas línter, cujo teor pode variar de 4% a 8% no caroço, que também servem como fonte de fibra facilmente digestível para os ruminantes.

A espécie de algodoeiro *G. hirsutum* L.x. *latifolium* Hutch. mais plantada no mundo, com 33,31 milhões de hectares e que produz sementes com línter, é responsável por

90% da produção mundial de algodão em caroço ou algodão em rama, bastante usada pela humanidade.

O caroço de algodão é considerado um alimento muito palatável para ruminantes, e “completo”, porque reúne características de alimento volumoso (> 18% de FB na MS), de concentrado protéico (> 20% de PB na MS) e de concentrado energético (23%EE e 82,86%NDT). Sua fibra é efetiva e de grande digestibilidade (Valadares Filho *et al.*, 2002).

Apesar de suas qualidades, ocorre no caroço de algodão um fator anti-nutricional, chamado gossipol. O teor de gossipol livre (GL) varia, conforme o cultivar, de 0,5 a 1,0% na MS. Em pequenas, o GL é inócuo. Porém, quando fornecido em grande quantidade e por tempo prolongado, ele pode provocar lesões cardíacas e hepáticas, principalmente em animais jovens. Também não se recomenda fornecer o caroço de algodão para reprodutores machos (touros, bodes, carneiros, búfalos e etc.), que podem passar a apresentar problemas reprodutivos.

2.7 – Comportamento Ingestivo Animal

O conhecimento do comportamento ingestivo se tornou ferramenta importante na avaliação das dietas, possibilitando o ajuste do manejo alimentar animal para obtenção de melhor desempenho produtivo (Cardoso *et al.*, 2006). Assim, o estudo do comportamento ingestivo dos ruminantes tem sido usado com o objetivo de estudar os efeitos do arraçoamento ou quantidade e qualidade nutritiva de alimentos sobre o comportamento alimentar; estabelecer a relação entre comportamento ingestivo e consumo de nutrientes; e verificar o uso potencial do comportamento ingestivo para melhorar o desempenho animal.

O registro do comportamento ingestivo pode ser feito continuamente, mediante o acompanhamento de poucos animais, face ao enorme esforço de mão-de-obra exigido ou com o uso de aparelhos de registro automático, sem limite ao número de animais (Salla *et al.*, 1999). Dessa forma, estudos de etologia têm sido largamente utilizados no desenvolvimento de modelos para suporte às pesquisas e às formas de manejo dos animais de interesse zootécnico.

O estudo do comportamento animal, principalmente daqueles mantidos em regime de confinamento (Damasceno *et al.*, 1999), é importante, pois possibilita o

entendimento das variações no consumo de alimento (Dado & Allen, 1994). No entanto, novas técnicas de alimentação modificam o comportamento, tanto alimentar como físico-metabólico, do animal (Armentano & Pereira, 1997).

Os pequenos ruminantes possuem reconhecida capacidade seletiva de alimentos que afetam em diferente intensidade o comportamento de animais confinados ou em regime de pastejo. Nos dois casos, a seleção pode ser dependente da forragem utilizada, sendo que, na pastagem, as características morfológicas da planta exercem grande influência, alterando a quantidade e a composição do consumido, enquanto em regime de confinamento características como tamanho de partícula são mais relevantes (Berchielle *et al.*, 2006).

Os parâmetros mais estudados para avaliar o comportamento ingestivo são o tempo de alimentação, ruminação e ócio, eficiência de alimentação e ruminação, número de mastigações merísticas por bolo alimentar, tempo gasto com mastigações por bolo ruminal e número de mastigações merísticas por dia (Burger *et al.*, 2000). Segundo Macedo *et al.* (2007), para entendimento completo do consumo diário de alimentos, é necessário estudar individualmente seus componentes, que podem ser descritos pelo número de refeições consumidas por dia, pela duração média das refeições e pela velocidade de alimentação de cada refeição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMENTANTO, L.; PEREIRA, M. Symposium: meeting the fiber requirements of dairy cows: measuring the effectiveness of fiber by animal trial. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1416-1425, 1997.

ASTIGARRA, L. Técnicas para la medición del consumo de rumiantes em pastoreo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais...Maringá:UEM**, 1997, p.1-23.

BARGO, F. **Feeding systems combining pasture with concentrate and total mixed rations for high production dairy cows**. 2002. 292 f. Doutorado (Doctor of Philosophy) – The Pennsylvania State University, University Park, 2002.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p

BURGUER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. *et al.* Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.1, p. 236-242, 2000.

BURNS, J.C.; POND, K.R.; FISHER, D.S. Measurement of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed.) **Forage Quality, Evaluation, and Utilization**. Lincoln: University of Nebraska, 1994. p. 494-531.

CARDOSO, A. R.; CARVALHO, S; GALVANI, D. B. *et al.* Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 604-609, 2006.

CURRAN, MK., LEADER, J.D., WESTON, E.W. A note on the use of chronic oxide incorporated in a feed to estimate faecal output in ruminants. **Animal Production** V.9, p. 561-564, 1967.

DADO, R.G.; ALLEN, M.S. Variation in and relationships among feeding, chewing, and drinking variables for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.1, p.132-144, 1994.

DAMASCENO, J.C.; BACCARI JR., F.; TARGA, L.A. Respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso à sombra constante ou limitada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.4, p.709-715, 1999.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. *et al.* Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1600-1609, 2001.

FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I. *et al.* Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1568-1573, 2009.

FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C *et al.* Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.38-47, 2006a.

GLIDEMANN, T.; TAS, B.M.; WANG, C. et al. Evaluation of titanium dioxide as an inert marker for estimating faecal excretion in grazing sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.152, p. 186-197, 2009.

HADDAD, C.M., CASTRO, F.G.F. Produção de feno. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba: ESALQ-USP, 1998. p.151-172.

HILL, G.M.; GATES, R.N.; BURTON, G.W. Forage quality and grazing steer performance from Tifton 85 and Tifton 78 bermuda grass pastures. **Journal of Animal Science**, v.71, p.3219-3225, 1993.

ITAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Comparação de indicadores e metodologia de coleta para estimativas de produção fecal e fluxo de digesta em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1833-1839, 2002.

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

KOTB, A.R.; LUCKEY, T.D. Markers in nutrition. **Nutrition Abstracts & Reviews**, v.42, n.3, p.813-845, 1972.

KOZLOSKI, G. V.; PERES NETTO, D. ;OLIVEIRA, L. et al. 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, p. 599-603, 2006.

KUNG JR., L.; STOKES, M.R.; LIN, C.J. Silage additives. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds) **Silage Science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, **Crop Science Society of America**, Soil Science Society of America, 2003. P.251-304.

LASCANO, C.E. Metodología para medir consumo bajo pastoreo. In: RUIZ, M.E.; RUIZ, A. (Eds.) **Nutrición de Rumiantes: Guia metodologica de investigación**. San José, Costa Rica: IICA-ALPA-RISPAL, 1990. p.149-157.

LE DU, Y.L.P; PENNING, P.D. Animal based techniques for estimating herbage intake. In: LEAVER, J.D. (Ed.) **Herbage Intake Handbook**. Hurley, UK: The British Grassland Society, 1982. p.37-1075.

LEOPOLDINO, W.M. **Avaliação nutricional de pastagens consorciadas com leguminosas tropicais, dinâmica ruminal e produção de leite em vacas mestiças**. 2000. 49 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, 2000.

LIMA, J.B.M. P; GRAÇA, D.S.; BORGES, A.L.C.C. Uso do óxido crômico e do LIPE® na estimativa do consumo de matéria seca por bezerros de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.5, p.1197-1204, 2008.

LIPPKE, H. Estimation of forage intake by ruminants on pasture. **Crop Science.**, v.42, p.869-872, 2002.

MACEDO, C.A.B.; MIZUBUTI, I.Y.; MOREIRA, F.B. *et al.* Comportamento ingestivo de ovinos recebendo dietas com diferentes níveis de bagaço de laranja em substituição à silagem de sorgo na ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1910-1016, 2007.

MARAIS, J. P. Use of markers. In: D' MELLO, J. P. F. (Ed.) **Farm animal metabolism and nutrition**. Wallingford: CAB International, 2000, p. 255-277.

MARCONDES, M.I. **Desempenho de bovinos Nelore alimentados individualmente ou em grupo, exigências nutricionais e avaliação protéica de alimentos para ruminantes**. 2007. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – UFV, Viçosa, MG, 136 p. 2007.

McMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: SIMPÓSIO SOBRE TÓPICOS ESPECIAIS EM ZOOTECNIA, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997, p.133-168.

MERCHEN, N.R. Digestion, absorption and excretion in ruminants. In: CHURCH, D.C.(ed.). **The ruminant animal digestive physiology and metabolism**. New Jersey: Prentice Hall, p.172-201, 1988.

MERCHEN, N.R. Digestion, absorption and excretion in ruminants. In: CHURCH, D.C.(ed.). **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. 4 ed. Carvallis: O & BBooks. 1993. p. 172-201.

MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; ROCHA, M.A. *et al.* Consumo e Digestibilidade Aparente das Silagens de Milho, Sorgo e Girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p. 267-272, 2002.

MORAES, S.A. – **Subprodutos da agroindústria e indicadores externos de digestibilidade aparente em caprinos**. 2007, 57p. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Escola de Veterinária - UFMG, Belo Horizonte – MG.

NASTIS, A.S.; CORDESSE, R. Food intake of grazing ruminants with emphasis on Mediterranean grazing lands. **Animal Research**, v.45, suppl.1, p.73-80, 1996.

OLIVEIRA, L. O. F.; SALIBA, E. O. S.; BORGES, Iran, *et al.* Concentração de óxido crômico e LIPE nas fezes de bovinos em pastagem de *Brachiaria brizantha* utilizadas nas estimativas de consumo. In: 42ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2005, Goiania. **Anais...** 42ª reunião anual da SBZ. Goiania.

OWENS, F.N., HANSON, C.F. Symposium: External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. **Journal Dairy Science**, v.75, n.9, p.2605-2617, 1992.

PATERSON, J.A.; BELYEA, R.L.; BOWMAN, J.P. *et al.* The impact of forage quality and supplementation regimen on ruminant animal intake and performance. In: FAHEY, G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: 1.ed. American Society of Agronomy, 1994. p.59-115.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. *et al.* Fermentation and epiphyte microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agrícola**, v.62, p.427-432, 2005.

POND, K.R.; LUGINBUHL, J.M.; BURNS, J.C. *et al.* Estimating intake using rare earth markers and controlled release devices. In: SOUTHERN PASTURE AND FORAGE CROP IMPROVEMENT CONFERENCE, 45., 1989, Little Rock, Arkansas. **Proceedings...** Little Rock: USDA/ARS, 1989b. p.73-81.

RODRIGUES, M. T. Uso de fibra em rações de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, Viçosa, 1998. **Anais...** Viçosa: Associação Mineira dos Estudantes de Zootecnia, 1998. p.139-172.

RODRIGUES, P. H. M.; SENATORE, A. L.; ANDRADE, S. J. T.; RUZANTE, J. M.; LUCCI, C. S.; LIMA, F. R. Efeitos da adição de inoculantes microbianos sobre a composição bromatológica e perfil fermentativo da silagem de sorgo produzida em silos experimentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.6, p.2373-2379, 2002.

RODRIGUÉZ, N.M.; SALIBA, E.O.S.; JÚNIOR, R.G. Uso de indicadores para estimativa de consumo a pasto e digestibilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa – PB. **Anais...** Paraíba: SBZ, 2006.

ROGÉRIO, M.C.P. **Valor Nutritivo de Subprodutos de Frutas para Ovinos**. Belo Horizonte-MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. 318p Tese (Doutorado em Ciência Animal) – UFMG, 2005.

ROSADO, M. L. **Características reprodutivas, produtivas e biométricas de fêmeas nelores e F1 Europeu-Nelore**. 1991. 108 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

SAHA, D.C.; GILBREATH, R.L. Analytical recovery of chromium from diet and faeces determined by colorimetry and atomic absorption spectrophotometry **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Copenhagen, v. 55, p. 433-436, 1991.

SALLA, L.E.; FISCHER, V.; FERREIRA, E.X. *et al.* Comportamento ingestivo de vacas Jersey alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de gordura nos primeiros 100 dias de lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.683-689, 2003.

SALIBA, E. O. S.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C. *et al.* Caracterização microscópica das ligninas dos resíduos agrícolas de milho e de soja submetidos a fermentação ruminal e seus efeitos sobre a digestibilidade da fibra. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 51, n. 1, p. 89-96, 1999a.

SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; PILÓ-VELOSO, D. *et al.* Estudo comparativo da digestibilidade pela técnica da coleta total com lignina purificada como indicador de digestibilidade para ovinos em experimento com feno de Tifton 85. . In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Catarina. **Anais...** Santa Catarina - RS:SBZ, 2003b (CD-ROM).

SALIBA, E.O.S.; PEREIRA, R.A.N.; FERREIRA, W.M. *et al.* Lignin from *Eucalyptus Grandis* as indicator for rabbits in digestibility trials. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.3, n.1-3, 2003a (Special Volume).

SALIBA, E. O. S.; FERREIRA, W. M.; RODRIGUEZ, N.M. *et al.* Lignin from eucalyptus as indicator for rabbits in digestibility trials. **Tropical And Subtropical Agroecosystems**, Cidade do México, v. 3, n. 1, p. 107-109, 2004.

SALIBA, E. O. S. ; RODRIGUEZ, N.M. ; GUIMARÃES, A. M. . Consumo e digestibilidade aparente do resíduo de cultura de milho, tratado com hidróxido de sódio e/ou suplementado com uréia para ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 50, n. 6, p. 721-726, 1998.

SALIBA, E.O.S. Uso de indicadores: passado, presente e futuro. In: **I Teleconferência sobre o uso de indicadores em nutrição animal**, 2005, Belo Horizonte-MG: Escola de Veterinária da UFMG, 2005.p. 04-22.

SILVA, J.F.C., LEÃO, M.I. **Fundamentos da Nutrição de Ruminantes**. Piracicaba, SP, Ed. Livroceres, 1979. 380 p.

SILVA, D.J. 1990. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 165p.

SILVA, E.J.A.; BORGATTI, L.M.O.; MEYER, P.M. *et al.* Efeitos do teor de carboidratos solúveis sobre as características da silagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p. 1357-1382, 2008.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, J. J.; SALIBA, E. O. S. S.; BORGES, I. *et al.* Indicadores para estimativa de consumo total por novilhas holandês x zebu mantidas em confinamento. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.11, n.3, p.838-848, 2010.

SOARES, J.P.G.; BERCHIELLE, T.T.; AZEVEDO JUNIOR, M.A. Comparação das técnicas do óxido crômico e da coleta total de fezes na determinação da digestibilidade em bovinos. **ARS Veterinária**, v.19, n.3, p. 280-287, 2003.

TITGEMEYER, E.C. Design and interpretation of nutrient digestion studies. **Journal of Animal Science**, v.75, n.8, p.2235-2247, 1997.

TITGEMEYER, E.C.; ARMENDARIZ, C.K.; BINDEL, D.J. *et al.* Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal Animal Science**, v.79, p.1059-1063, 2001.

TORRES, R. A.; COSTA J. L.; RESENDE, H. Utilização da mistura cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 211, p.69-76. 2001.

VALAFARES FILHO, SC.; ROCHA, V.R.; CAPPELLI, E.R. **Tabelas Brasileiras de Composição de alimentos para bovinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002, 297p.

VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A.; **Exigências Nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-CORTE**. Viçosa. MG: UFV, DZO, 2006, 142p.

VALVASORI, E.; LUCCHI, C.S.; ARCARO, J.R.P. Avaliação da cana-de-açúcar em substituição a silagem de milho para vacas leiteiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.32, n.4, p. 224-228, 1995.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VASCONCELLOS, C.H.F.; VELOSO, J.A.F.; SALIBA, E.O.S. Uso da LIPE como indicador externo na determinação da energia metabolizável de alimentos em frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.2, p.459-465, 2007.

ZEOULA, L.M.; PRADO, I. N. do; DIAN, P.H.M. *et al.* Recuperação fecal de indicadores internos avaliados em ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1865-1874, 2002.

CAPÍTULO III

EXPERIMENTO I – INDICADORES EXTERNOS EM ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DE OVINOS ALIMENTADOS COM DIETAS A BASE DE SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR OU FENO DE TIFTON E CONCENTRADO

Resumo: Objetivou-se nesse trabalho avaliar os indicadores externos óxido crômico (Cr_2O_3), dióxido de titânio (TiO_2) e Lignina Purificada e Enriquecida (LIPE®) em ovinos, para estimativa da digestibilidade e produção fecal. Dezesesseis carneiros, machos, castrados, confinados em gaiolas de metabolismo, com peso médio de 45,1 kg, foram distribuídos num delineamento inteiramente casualizado com arranjo em parcelas subdividas, em quatro tratamentos T1- Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) + concentrado; T2- Silagem de cana-de-açúcar + concentrado + 15% de caroço de algodão; T3 – Silagem de cana-de-açúcar e T4- Feno de Tifton 85 (*Cynodon sp.*) O período experimental teve duração de 21 dias, sendo 16 dias para adaptação dos animais às instalações e às dietas e cinco dias de coleta do alimento fornecido, sobras, urina e fezes. Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para a estimativa de produção fecal e digestibilidade aparente dos nutrientes estimada pelos indicadores avaliados. Os indicadores óxido crômico e LIPE® permitiram estimar com precisão a digestibilidade aparente dos nutrientes. O indicador dióxido de titânio superestimou a produção fecal e subestimou a digestibilidade dos nutrientes.

Palavras – chave: nutrição, produção fecal, volumoso

EXPERIMENT I - EXTERNAL INDICATORS IN TEST OF APPARENT DIGESTIBILITY IN SHEEP FED DIETS BASED ON SILAGE OF SUGAR CANE OR TIFTON HAY AND CONCENTRATE

Abstract: The objective of this study was to evaluate the external markers chromic oxide (Cr_2O_3), titanium dioxide (TiO_2) and enriched and purified lignin (LIPE®) in sheep, to estimate the digestibility and fecal output. Sixteen rams, castrated male confined in metabolism cages, with an average weight of 45.1 kg were allotted in a completely

randomized design arranged in split plots in four treatments T1- Sugar cane silage (*Saccharum officinarum*) + Concentrate, T2- Sugar cane silage + concentrate + 15% cottonseed; T3 - Sugar cane and T4-Tifton 85 Hay (*Cynodon* sp.) The experimental period lasted 21 days with 16 days for animals to adapt to facilities and diets and five days of collection of provided food, orts, urine and feces. There was significant difference ($P < 0.05$) for the estimation of fecal output and apparent digestibility of nutrients estimated by the indicators evaluated. The chromium oxide and LIPE possible to estimate accurately the apparent digestibility of nutrients. The indicator titanium dioxide overestimated fecal output and subestimated digestibility of nutrients.

Keywords: nutrition, fecal output, marker

INTRODUÇÃO

As pesquisas na área de nutrição de ruminantes, vêm há muito tempo, buscando alternativas para avaliar o valor nutricional dos alimentos. O êxito nos ensaios de digestão conduzidos com animais ruminantes depende da acuidade de medição de variáveis como consumo alimentar, produção fecal e digestibilidade.

O processo de coleta total de fezes em ensaios para avaliação do consumo e digestibilidade de nutrientes, assim como comportamento de trânsito digestivo, ou ainda, a incapacidade de mensuração direta em animais em pastejo, têm sido possibilitados pela utilização de substâncias indicadoras. Essas substâncias podem estar presentes como componentes indigeríveis da dieta ou substâncias indigeríveis que atendendo alguns requisitos podem ser utilizadas para os propósitos citados.

Para se conhecer a confiabilidade de um indicador é necessário que sejam feitos ensaios de digestibilidade comparando os resultados obtidos pelo indicador com aqueles obtidos com a coleta total de fezes. Embora seja extensa a utilização de indicadores para estimação da excreção fecal e da digestibilidade das dietas, poucos estudos têm verificado a acurácia de tais estimativas, o que torna necessário a comparação da coleta total de fezes com as estimativas (Moraes, 2007).

Assim o objetivo desse trabalho foi comparar as estimativas de produção fecal e digestibilidade aparente dos nutrientes através de metodologia direta (coleta total de

fezes) e metodologia indireta, utilizando os indicadores externos óxido crômico, dióxido de titânio e LIPE® em ovinos alimentados com dietas a base de silagem de cana-de-açúcar ou feno de Tifton 85 como volumosos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia, no laboratório de calorimetria animal e metabolismo animal (LACA/LAMA) da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (Belo Horizonte/MG) no período de janeiro a março de 2010.

Foram utilizados 16 ovinos adultos sem raça definida (SRD), machos castrados, com peso vivo (PV) médio de $\pm 45,1\text{Kg}$, distribuídos num delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 4 repetições, perfazendo 16 observações. Os animais foram previamente vermifugados, casqueados e alojados individualmente, em gaiolas metabólicas, medindo 1,1m x 0,55 m, confeccionadas em aço, providas de comedouros e bebedouros de aço inox para o alimento e cochos de polietileno para a mistura mineral. Em seguida, os animais foram pesados e distribuídos aleatoriamente nos tratamentos de modo que fosse atingida a uniformidade de peso animal.

As dietas experimentais utilizadas foram para o Tratamento 1: Silagem de cana de açúcar (*Saccharum officinarum*) + concentrado; Tratamento 2: Silagem de cana de açúcar + concentrado + 15% de caroço de algodão; Tratamento 3: Silagem de cana-de-açúcar + uréia e Tratamento 4: Feno de capim Tifton 85 (*Cynodon sp*), além de água e sal mineral *ad libitum*. As dietas foram divididas em duas refeições iguais, oferecidas às 7horas e 16horas. As sobras foram colhidas diariamente pela manhã, pesadas e a quantidade de alimento oferecido baseou-se nesse valor acrescido do necessário para que se mantivesse 10% de sobras.

A composição bromatológica das dietas encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes das dietas experimentais com base na Matéria Seca (MS) e composição bromatológica

Dietas (%) ¹	Ingredientes na Dieta			
	T1	T2	T3	T4
	MS	MS	MS	MS
Cana de açúcar	59,1	59,2	98,5	0,0
Milho	23,0	19,7	0	0,0
Farelo algodão	16,4	4,6	0	0,0
Caroço de Algodão	0,0	15,0	0	0,0
Feno de Tifton	0,0	0,0	0	98,5
Minerais e Vitaminas	1,5	1,5	1,5	1,5
Total	100	100	100	100
Composição Bromatológica das dietas				
MS ²	93,24	94,09	90,98	95,04
MM	6,13	5,94	6,20	4,41
PB	14,39	14,18	11,46	10,77
FDN	38,23	39,28	52,2	66,54
FDA	20,14	20,90	34,77	28,02
EE	2,75	5,71	3,13	2,16
NIDA	1,70	3,48	3,30	7,59
NIDN	1,98	2,13	2,50	1,76

¹Dietas experimentais – T1 –Silagem de cana + concentrado; T2 - Silagem de cana + concentrado + 15% caroço de algodão; T3 – Silagem de cana de açúcar +uréia; T4 – Feno de Tifton 85

²MS= Matéria Seca; MM= Matéria Mineral; PB= Proteína Bruta; EE= Extrato Etéreo; FDN= Fibra em Detergente Neutro; FDA= Fibra em Detergente Ácido; NIDA=Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido; NIDN=Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro

Para a realização da coleta de fezes e urina foram utilizados recipientes plásticos colocados estrategicamente embaixo das gaiolas com peneiras, de forma que funcionavam como separadores entre as fezes produzidas e a urina. Nos recipientes de coleta de urina foram colocados 10 mL de ácido clorídrico 1:1 para evitar perdas por volatilização do nitrogênio. O volume total foi então pesado, medido, identificado, e 20% deste total foi acondicionado em vidros plásticos. Para coleta total de fezes, foi feito o recolhimento diário

das mesmas, pesagem, retirada de 10%, identificação e acondicionamento em sacolas plásticas. Tanto para urina quanto para as fezes foram feitas amostras compostas por animal, ao final do período de coleta e após esse procedimento, as amostras foram acondicionadas em congelador para posteriores análises.

Os indicadores externos utilizados foram óxido crômico (Cr_2O_3), dióxido de titânio (TiO_2), Lignina Purificada e Enriquecida (LIPE®). Os indicadores óxido crômico e dióxido de titânio foram administrados na forma de balas, embrulhados em papel, na dosagem de quatro gramas por animal, por dia, por um período de adaptação de sete dias para obtenção de um platô de excreção mais homogêneo e cinco dias de coleta. Já o indicador LIPE® foi administrado na forma de cápsulas na dosagem de 250mg/animal, por um período de adaptação de dois dias e cinco dias de coleta total de fezes. Os indicadores foram fornecidos diretamente na boca dos animais com auxílio de um cano de PVC.

O período experimental teve duração de 21 dias, sendo 16 dias para adaptação dos animais às dietas e aos indicadores e 5 dias para coleta das fezes, urina, sobras e fornecido, para determinação da digestibilidade e produção fecal.

A determinação do consumo das dietas foi feita pela diferença de peso entre fornecido e sobras, corrigidos pela matéria seca. Posteriormente as amostras foram descongeladas, homogeneizadas e pré secas em estufa sob ventilação forçada a 55°C, moídas em peneiras de 1 mm e armazenadas para posteriores análise laboratoriais.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG. A análise do indicador LIPE® foi feita por Espectroscopia no Infravermelho próximo em equipamento FTIV – 800 da Varian, segundo Saliba (1998) e Saliba (2001).

Os teores de Matéria Seca, Matéria Orgânica, Proteína Bruta, Extrato Etéreo, Matéria Mineral, Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro (NIDN) e Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido (NIDA) foram determinados conforme procedimentos descritos por AOAC (1995) e Silva e Queiroz (2002), sendo que a proteína bruta foi obtida pela multiplicação do teor de Nitrogênio pelo fator 6,25. Os teores de Fibra em Detergente Neutro, Fibra em Detergente Ácido e Lignina foram determinados pelo método sequencial descrito por Van Soest *et al.* (1991) utilizando equipamento Ankon Fiber Analyzer.

A digestibilidade da matéria seca foi calculada a partir do ingerido, subtraído do excretado, de acordo com a fórmula abaixo:

$$\text{DMS (\%)} = \frac{\text{Matéria Seca Ingerida} - \text{Matéria Seca Fecal}}{\text{Matéria Seca Ingerida}} \times 100$$

A digestibilidade dos nutrientes foi calculada a partir das quantidades do ingerido e excretado e da porcentagem do nutriente determinada no alimento e fezes, através da seguinte fórmula:

$$\text{DNut (\%)} = \frac{\text{Nutriente consumido (g)} - \text{Nutriente fezes (g)}}{\text{Nutriente consumido (g)}} \times 100$$

Para cálculos de Produção Fecal através do indicador LIPE® utilizou-se a fórmula segundo Saliba (2005):

$$\text{PF} = \frac{\text{Quantidade LIPE® fornecido(g)/concentração LIPE® na fezes}}{\text{MS 105°C}}$$

Onde PF = Produção Fecal

O óxido crômico (Cr_2O_3) foi determinado por Espectrofotometria de Absorção Atômica (EAA), segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz, (2002,) nas amostras de fezes e a produção fecal estimada por esse indicador, calculado por meio da fórmula:

$$\text{PFCr. (g MS/dia)} = \frac{\text{Cr ingerido(g/dia)}}{(\% \text{Cr amostra}/100)/(\% \text{MS}105^\circ\text{C}/100)}$$

Onde PFCr. = a produção fecal estimada pelo óxido de cromo.

O teor de dióxido de titânio foi determinado segundo Myers *et al.*(2004), com adaptações. Uma amostra de 0,5 g de fezes foi digerida, por 2 horas, em temperatura de 400°C, em tubos para determinação de proteína. Após a digestão, 15 mL de H_2O_2 (30%) foram adicionados lentamente e o material do tubo, transferido para um béquer e completado com água destilada até 100 g. Logo após esse procedimento o material do béquer foi transferido para balões de 100 mL. Na digestão foram utilizados 15 mL de ácido sulfúrico e

5g de mistura digestora para proteína (MACRO KJELDAHL). Uma curva padrão foi preparada com 2, 4, 6, 8, 10mg de dióxido de titânio e as leituras realizadas em espectrofotômetro com comprimento de onda de 410nm.

Para o cálculo da produção fecal estimada pelo dióxido de titânio, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\text{PFTit. (g MS/dia)} = \frac{\text{Tit. fornecido (g/dia)}}{(\% \text{Tit. nas fezes/MS } 105^{\circ}\text{C})}$$

Onde PFTit. = produção fecal obtida pelo dióxido de titânio, Tit. Fornecido e Tit. nas fezes, a quantidade de dióxido de titânio fornecido e excretado, % Tit. nas fezes, a porcentagem de titânio nas fezes e MS, a matéria seca 105°C.

Para os cálculos da Taxa de recuperação fecal do indicador, utilizou-se a fórmula, segundo Vasconcellos *et al.*(2004), descrita a seguir:

$$\text{Taxa de recuperação} = \frac{\text{Produção Fecal pelo indicador}}{\text{Produção Fecal pela Coleta Total}} \times 100$$

Onde PF pelo ind = produção fecal obtida através do indicador e PF, a produção fecal obtida pela coleta total de fezes.

De posse dos dados de produção fecal obtidos com uso dos indicadores, para o cálculo da digestibilidade estimada pelos indicadores, foram feitos os mesmos cálculos, utilizando-se a fórmula de digestibilidade de nutrientes descrita acima, porém substituindo os dados de nutriente nas fezes, pelos obtidos através da fórmula:

$$\text{Nutr. Fezes} = (\text{Produção Fecal Ind.} \times \% \text{ Nutr. Fezes})/100$$

Onde PF Ind. = produção fecal obtida através do indicador e % Nutr. Fezes = porcentagem do nutriente nas fezes.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com arranjo em parcelas subdivididas, de modo que nas parcelas constaram os tratamentos (dietas) e nas subparcelas os indicadores.

A análise dos dados foi realizada utilizando-se o programa Sisvar - Programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos (SISVAR, 2006). A produção fecal, bem como os coeficientes de digestibilidade aparente foram submetidos à

análise de variância e as médias foram comparadas utilizando-se os teste de t ($P < 0,05$) e Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo, a digestibilidade aparente da matéria seca (MS) e da matéria orgânica (MO), das diferentes dietas utilizadas, estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Consumo de matéria seca (CMS), digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO) nas dietas T1 (silagem de cana-de-açúcar + concentrado), T2 (silagem de cana-de-açúcar + concentrado + 15% de caroço de algodão), T3 (silagem de cana-de-açúcar) e T4 (feno de Tifton), e coeficiente de variação (CV), em ovinos.

Dietas	CMS (g/dia)	DMS	DMO
T1	1973,07ab	66,27a	69,77a
T2	2549,42a	63,63a	66,27a
T3	1654,40b	50,28b	62,98b
T4	2252,69ab	59,03a	53,53c
CV (%)	19,56	5,91	4,94

Médias com letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para consumo e digestibilidade da MS e MO, entre as dietas avaliadas. A digestibilidade da MS foi menor para dieta exclusiva a base de silagem de cana-de-açúcar, devido ao maior teor de fibra em detergente ácido (FDA) presente nessa dieta. O mesmo comportamento foi verificado para consumo de matéria seca.

Esses dados estão de acordo com trabalhos de Oliveira *et al.* (2001) e Magalhães *et al.* (2006) que afirmaram que forragens de qualidades diferentes afetam a ingestão de MS que é influenciado pela fibra do alimento. O menor consumo e digestibilidade da MS da cana é devido a maior fração indigestível da fibra. Quando foram comparados animais que receberam cana fornecida de forma exclusiva, com aqueles que receberam concentrado e caroço de algodão na dieta, observou-se maior consumo e digestibilidade da MS para animais que receberam cana-de-açúcar com concentrado e caroço de algodão, devido a melhoria na qualidade dessa dieta.

As estimativas de produção fecal em g/dia e a recuperação fecal (%), se encontram na Tabela 3.

Tabela 3 – Valores médios de produção fecal, desvio padrão e recuperação fecal, obtidos pelos métodos da Coleta Total, Óxido Crômico, Dióxido de Titânio e LIPE®

	Produção Fecal (gMS/dia)	Desvio Padrão	Recuperação Fecal (%)
Coleta Total	385,54a	76,81	100,00
Óxido Crômico	384,02a	96,02	99,60
LIPE®	381,82a	66,43	99,04
Dióxido de Titânio	595,02b	141,53	154,33
CV (%)	19,89		

Letras distintas nas colunas indicam médias diferentes pelo teste de t ($p < 0,05$) CV= coeficiente de variação

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os valores encontrados com o indicador dióxido de titânio e a coleta total de fezes, sendo que os valores de produção de fezes foram superestimados com o dióxido de titânio (385,54 e 595,02 g/dia), respectivamente.

Já a LIPE® e o óxido crômico apresentaram resultados semelhantes ($P > 0,05$) aos obtidos com a coleta total de fezes na estimativa de produção fecal. Marcondes *et al.* (2006), avaliaram a produção fecal estimada pelos indicadores óxido crômico e LIPE® em novilhas por três ou cinco dias de coleta. Os referidos autores também encontraram taxas de recuperação total para os indicadores citados. Ferreira *et al.* (2009), avaliando a estimativa de consumo de vacas em lactação alimentadas em grupo, também observaram a eficiência do LIPE® para estimar a produção fecal, que juntamente com o óxido crômico, apresentaram resultados semelhantes à coleta total de fezes.

Entretanto, Detmann *et al.* (2001), ao estudarem o uso do óxido crômico e indicadores internos para determinação do consumo de novilhos mestiços suplementados a pasto, usaram duas metodologias de fornecimento do óxido crômico (1 e 2 vezes ao dia) e concluíram que o fornecimento de óxido crômico 1 vez ao dia subestimou a excreção fecal, o que não está de acordo com esse experimento que mostrou resultados de produção fecal estimadas pelo óxido crômico semelhantes com a coleta total de fezes.

Saliba *et al.* (2003) relataram que a produção fecal calculada com o LIPE® em experimentos realizados com suínos e ovinos, forneceu resultados equivalentes aos obtidos com a coleta total de fezes.

O valor médio de recuperação fecal, obtido através da utilização do dióxido de titânio, diferiu ($P < 0,05$) do valor encontrado na coleta total de fezes (154,33 e 100 %, respectivamente), superestimando dessa forma, a produção fecal (Tabela 3). Esses dados não estão de acordo com Glidemann *et al.* (2009), que avaliando a produção fecal estimada pelo dióxido de titânio, fornecido duas vezes ao dia, em ovinos, encontraram valores de produção fecal e recuperação do indicador semelhantes aos dados obtidos com coleta total de fezes. Esses autores também relataram maior recuperação fecal para dietas com feno exclusivo, do que para dietas com feno e concentrado.

Possivelmente, problemas associados à dificuldade em administrar o indicador dióxido de titânio pela recusa dos animais, ou sua variação de excreção podem ser atribuídos aos resultados encontrados para dióxido de titânio nesse experimento.

A taxa média de recuperação fecal do óxido crômico e da LIPE® foram semelhantes à coleta total de fezes, não havendo diferença significativa ($P > 0,05$) entre os métodos (99,60 99,04 e 100%, respectivamente). Em trabalhos realizados por Saliba *et al.* (2003), os autores encontraram taxas médias de recuperação fecal do LIPE® de 102,6% e 94,6% em suínos; 97,9% e 99,3% em coelhos e 95,9% em ovinos. Vasconcellos (2004) encontrou um taxa média de recuperação fecal de 102,14%, valor este semelhante à coleta total de fezes. A administração do LIPE® em cápsulas garantiu a ingestão do indicador sem a ocorrência de perdas além de maior precisão na técnica analítica conforme citado por Saliba *et al.* (2005a).

Na Tabela 4 podemos observar os resultados referentes à digestibilidade de alguns nutrientes das dietas fornecidas.

Tabela 4 – Médias de digestibilidade aparente da matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO), estimadas pelos indicadores, óxido crômico (OC), LIPE® e dióxido de titânio (TIT), comparadas com coleta total de fezes.

	CT	OC	LIPE®	TIT	CV(%)
Digestibilidade da MS	59,8a	56,16a	58,93a	37,52b	20,51
Digestibilidade da MO	63,14a	59,87a	62,30a	42,62b	17,86

Letras distintas nas linhas indicam médias diferentes pelo teste de t ($p < 0,05$) CV= coeficiente de variação

A digestibilidade da matéria seca e matéria orgânica foram precisamente estimados pelos indicadores óxido crômico e LIPE®, quando comparados à coleta total de fezes. Paixão *et al.* (2007) em estudo visando avaliar a variação na excreção diária de

indicadores interno e externo em novilhos, também encontraram que comparado a coleta total, o LIPE® e o óxido crômico possibilitaram estimar satisfatoriamente a digestibilidade de todos os nutrientes, não sendo observada diferença entre eles, ou seja, os valores de recuperação fecal foram próximos de 100%. Resultados semelhantes foram relatados por Ferret *et al.* (1999) que não encontraram diferenças entre coleta total e sua estimativa pelo óxido crômico.

CONCLUSÕES

O indicador LIPE® e óxido crômico não apresentaram diferenças significativas em relação ao método de coleta total na estimativa da digestibilidade aparente da matéria seca e matéria orgânica, quando ovinos alimentados com dietas a base de silagem de cana-de-açúcar ou feno de Tifton foram utilizadas. O indicador dióxido de titânio mostrou-se ineficiente para estimar a produção fecal (superestimou a produção fecal) e a digestibilidade dos nutrientes, quando comparado à coleta total de fezes e LIPE®.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. Official methods of analysis. 16.ed. Washington DC.: AOAC, 1995.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. *et al.* 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.

FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, L.F.C. *et al.* Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: estimativa de consumos de concentrado e de silagem de milho por vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1574-1580, 2009.

FERRET, A.; PLAIXATS, J.; CAJA, G. *et al.* Using markers to estimate dry matter digestibility, faecal output and dry matter intake in dairy ewes fed Italian ryegrass hay or alfalfa hay. **Small Ruminat Research**, v.33, n.2, p.145-152, 1999.

GLIDEMANN, T.; TAS, B.M.; WANG, C. *et al.* Evaluation of titanium dioxide as an inert marker for estimating faecal excretion in grazing sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.152, p. 186-197, 2009.

MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; CABRAL, L.S. *et al.* Cana-de-açúcar em substituição a silagem de milho para dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.591-599, 2006.

MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; BRITO, A.F. *et al.* **Uso de diferentes indicadores para estimar a produção de matéria seca fecal e avaliar o consumo individual de concentrado e volumoso em novilhas.** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2006, João Pessoa. Anais da 43ª Reunião Anual da SBZ. João Pessoa, Paraíba: SBZ, 2006 (CD ROOM).

MORAES, S.A.– **Subprodutos da agroindústria e indicadores externos de digestibilidade aparente em caprinos.** 2007, 57p. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Escola de Veterinária - UFMG, Belo Horizonte – MG.

MYERS, W.D.; LUDDEN, P.A.; NAYIGIHUGU, V. *et al.* Technical Note: a procedure for the preparation a quantitative analysis of samples for titanium dioxide. **Journal of Animal Science**, v.82, n.1. p.179-183, 2004.

OLIVEIRA, M.D.S.; CASAGRANDE, A.A.; OLIVEIRA, E.F.S. Efeito da digestibilidade in vitro de variedades de cana-de-açúcar sobre seu valor como alimento para bovinos. **ARS Veterinária**, v.17, n.3, p.238-243, 2001.

PAIXÃO, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I. *et al.* Variação diária de excreção de indicadores internos (FDAi) e externo (Cr₂O₃), digestibilidade e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.36, n.3, p.739-747, 2007.

SALIBA, E.O.S. **Caracterização Química e Microscópica das Ligninas dos Resíduos Agrícolas de Milho e de Soja Expostas à Degradação Ruminal e seu Efeito sobre a Digestibilidade dos Carboidratos Estruturais.** Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1998. 251p. (Tese Doutorado em Ciência Animal).

SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; MORAIS, S.A.L. *et al.* Ligninas – Métodos de obtenção e caracterização química. **Ciência Rural**, v.31, n.5, p.917-928, 2001.

SALIBA, E. O. S.; GONTIJO NETO, M.M. ; RODRIGUEZ, N.M. *et al.* Predição da composição química do sorgo pela técnica espectroscópica de reflectância no infravermelho próximo (NIRS). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 55, n. 3, p. 357-360, 2003.

SALIBA, E.O.S.; NANJARO, A.; FERREIRA, W.M. et al. Avaliação da lignina de madeira moída do Pinus e da lignina purificada e enriquecida do Eucaliptus Grandis (Lipe®), como indicadores externos em experimentos de digestibilidade aparente para coelhos em crescimento. In: TELECOFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 1., 2005, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Escola de Veterinária/UFMG, 2005. p.23-25.

SALIBA, E.O.S. Mini-curso sobre o uso de indicadores. In: TELECONFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 1., 2005, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Escola de Veterinária/UFMG, 2005a. p.23-35.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SISVAR – **Programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos** (versão 5.1). UFLA, 2006.

VASCONCELLOS, C.H.F.; **Lignina purificada e modificada (LIPE), óxido crômico e coleta total de excretas, como métodos de determinação da digestibilidade em frangos de corte**. 2004. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – UFMG, BH/MG.

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n10, p. 3583-3597, 1991.

EXPERIMENTO II - COMPORTAMENTO INGESTIVO DE OVINOS ALIMENTADOS COM DIETAS A BASE DE SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR OU FENO DE TIFTON E CONCENTRADO

Resumo: O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de dietas distintas sobre o comportamento ingestivo (alimentação, ruminação e ócio) em ovinos. Dezesesseis carneiros, machos, castrados, confinados em gaiolas de metabolismo, com peso médio de 45,1 kg, foram distribuídos aleatoriamente em quatro tratamentos: T1- Silagem de cana + concentrado; T2- Silagem de cana + concentrado + 15% de caroço de algodão; T3 – Silagem de cana e T4- Feno de Tifton 85. Os animais foram submetidos à observação visual durante vinte e quatro horas a intervalos de dez minutos, obtendo-se o tempo despendido para alimentação, ócio e ruminação. Durante três períodos (9 às 11 horas, 15 às 17 horas e 19 às 21 horas), estimou-se a média do número de mastigações merísticas por bolo ruminal e a média do tempo despendido de mastigação merística por bolo ruminal. Houve diferença entre os tratamentos com relação aos tempos despendidos com alimentação e ócio, sendo que o tratamento com feno de Tifton 85 apresentou os maiores valores (6,04 h/dia) para o tempo de alimentação e os menores valores para o tempo de ócio (7,50 h/dia).

Palavras chave: mastigações merísticas, ócio, ruminação

EXPERIMENT II - INGESTIVE BEHAVIOR OF SHEEP FED DIETS BASED ON SILAGE SUGAR CANE OR TIFTON HAY AND CONCENTRATE

Abstract: The objective of this study was to evaluate the effects of different diets on the ingestive feeding behavior in sheep. Sixteen sheep, male, castrated, confined in cages of metabolism, with an average weight of 45.1 kg, were distributed in outlining entirely casualized with four treatments: T1- Sugarcane silage + concentrate; T2- Sugarcane silage + concentrate + 15% whole cottonseed; T3- Sugarcane and T4- Tifton 85 Hay. The animals were subject to visual observation for twenty-four hours to ten-minute intervals, resulting in the time spent feeding, ruminating and idle and during three periods (9 to 11 hours, 15-17 hours and 19 to 21 hours), estimating the average number of the ruminating chews per ruminant boli and the average time spent ruminating chews per ruminant boli. There were difference between treatments with respect to time spent with feeding and idle, and that

treatment with Tifton 85 hay showed the highest values (6,04 h/day) for feeding time and lower values for the idle time (7,50h/day).

Keywords: rumination chews, leisure, rumination

INTRODUÇÃO

As atividades diárias dos ovinos compreendem períodos que alternam alimentação, ruminação e ócio. Os períodos de ruminação e ócio ocorrem entre as refeições, existindo diferenças entre indivíduos quanto à duração e repetição destas atividades, que parecem estar relacionadas às condições climáticas e de manejo, ao apetite dos animais, exigência nutricional e principalmente, à relação volumoso: concentrado da dieta (Silva *et al.*, 2009).

O comportamento alimentar tem sido estudado com relação às características dos alimentos, à motilidade do pré-estômago, ao estado de vigília e ao ambiente climático. As diversidades de objetivos e condições experimentais originaram várias opções de técnicas de registro de dados, na forma de observações visuais e registros semi-automáticos e automáticos. Os parâmetros mais estudados são as descrições do comportamento ingestivo: tempo de alimentação ou ruminação, número de alimentações, períodos de ruminação e eficiência de alimentação e ruminação (Macedo *et al.*, 2007).

Segundo Van Soest (1994), o tempo de ruminação é influenciado pela natureza da dieta e parece ser proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Alimentos concentrados e fenos finamente triturados ou peletizados reduzem o tempo de ruminação, enquanto volumosos com alto teor de parede celular tendem a elevar o tempo de ruminação. O aumento do consumo tende a reduzir o tempo de ruminação por grama de alimento, fator provavelmente responsável pelo aumento do tamanho das partículas fecais, quando os consumos são elevados.

O comportamento ingestivo é uma ferramenta de grande importância na avaliação das dietas, pois possibilita ajustar o manejo alimentar dos animais para obtenção de melhor desempenho produtivo. Desse modo, o objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento alimentar em ovinos submetidos a dietas com diferentes fontes de fibra.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de calorimetria animal e metabolismo animal (LACA/LAMA) da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. Foram utilizados 16 carneiros, machos, castrados, com peso médio de 45,1 kg, alojados em gaiolas metabólicas individuais, providas de cochos e bebedouros, recebendo água e mineralização *ad libitum*. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em quatro tratamentos experimentais, sendo os tratamentos: T1- silagem de cana + concentrado; T2- silagem de cana + concentrado + 15% de caroço de algodão; T3- silagem de cana e T4 - feno de Tifton 85. A relação volumoso:concentrado das rações foi de 60:40. A composição das dietas experimentais, bem como a composição bromatológica das mesmas encontram-se dispostas na Tabela 5.

Tabela 5 – Proporção dos Ingredientes das Dietas Experimentais com base na Matéria Seca (MS) e Composição Bromatológica

Dietas (%) ¹	Ingredientes na Dieta			
	T1 ²	T2 ²	T3 ²	T4 ²
	MS	MS	MS	MS
Cana de açúcar	59,1	59,2	98,5	0,0
Milho	23,0	19,7	0	0,0
Farelo algodão	16,4	4,6	0	0,0
Caroço de Algodão	0,0	15,0	0	0,0
Feno de Tifton	0,0	0,0	0	98,5
Minerais e Vitaminas	1,5	1,5	1,5	1,5
Total	100	100	100	100
Composição Bromatológica das dietas				
MS ¹	93,24	94,09	90,98	95,04
MM	6,13	5,94	6,20	4,41
PB	14,39	14,18	11,46	10,77
FDN	38,23	39,28	52,20	66,54
FDA	20,14	20,90	34,77	28,02
EE	2,75	5,71	3,13	2,16
NIDA	1,70	3,48	3,30	7,59

NIDN	1,98	2,13	2,50	1,76
------	------	------	------	------

¹MS= Matéria Seca; MM= Matéria Mineral; PB= Proteína Bruta; EE= Extrato Etéreo; FDN= Fibra em Detergente Neutro; FDA= Fibra em Detergente Ácido; NIDA=Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido; NIDN=Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro

²Dietas experimentais – T1 –Silagem de cana + concentrado; T4 - Silagem de cana + concentrado + 15% caroço de algodão; T5 – Silagem de cana; T6 – Feno de Tifton 85

O período experimental teve duração de 15 dias, sendo 14 dias para adaptação às dietas e a iluminação noturna, e um dia para mensuração do comportamento ingestivo. A dieta foi fornecida à vontade, duas vezes ao dia, sendo ajustado o fornecimento diariamente para permitir 10% de sobras. Para mensuração do comportamento ingestivo, os animais foram submetidos à observação por quatro pessoas treinadas, em sistema de revezamento, posicionadas de maneira a não incomodar os animais. O comportamento ingestivo foi realizado durante o período de 24 horas, com observações de 10 em 10 minutos sendo as variáveis comportamentais: Ócio (O), Ruminação (R) e Ingestão (I) e Mastigação (M). A média do número de mastigações merícicas por bolo ruminal e o tempo despendido de mastigação merícica por bolo ruminal, foram obtidos em três períodos de duas horas, distribuídos nos horários de 9 às 11 horas, 15 às 17 horas e 19 às 21 horas, utilizando-se um cronômetro digital.

A observação noturna dos animais foi realizada mediante o uso de iluminação artificial de lâmpadas incandescentes. O galpão foi mantido com iluminação artificial no período da noite, durante todo o período experimental.

Para os parâmetros referentes ao comportamento ingestivo foram utilizadas as relações, propostas por Burguer *et al.* (2000):

$$\text{TMT} = \text{TAL} + \text{TRU};$$

$$\text{BOL} = \text{TRU}/\text{MMtb};$$

$$\text{MMnd} = \text{BOL} * \text{MMnb},$$

$$\text{ERUMS} = \text{CMS}/\text{TRU}$$

$$\text{EALMS} = \text{CMS}/\text{TAL},$$

em que TMT (h/dia) é o tempo de mastigação total; TAL (h/dia), o tempo gasto em alimentação; TRU (h/dia), o tempo de ruminação; BOL (nº/dia), o número de bolos ruminais; MMtb (seg/bolo), tempo de mastigações merícicas por bolo ruminal (Polli *et al.*, 1996) e

MMnb (nº/bolo), o número de mastigações merísticas por bolo; EALMS (g MS consumida/h), a eficiência de alimentação; ERUMS (g MS ruminada/h), a eficiência de ruminação e CMS (g), o consumo diário de matéria seca;

Os dados experimentais foram analisados empregando-se o programa SAEG (1997) e as médias comparadas pelo teste SNK a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição das atividades de alimentação, ruminação e ócio, em (h/dia), podem ser comparadas por teste de médias na Tabela 6.

Tabela 6 – Consumo de matéria seca (CMS), de fibra em detergente neutro (CFDN), tempo despendido com alimentação (TAL), ruminação (TRU), ócio (TOC) e mastigação total (TMT), eficiência de alimentação (EAL) ruminação (ERU), número de bolos ruminais (BOL), tempo gasto com mastigações por bolo ruminal (MMtb), número de mastigações por bolo ruminal (MMnb) e, respectivos coeficientes de variação (CV), de ovinos alimentados com diferentes fontes de fibra

Parâmetros	Tratamentos				CV (%)
	T1 ¹	T2 ¹	T3 ¹	T4 ¹	
CMS (g/dia)	1973,07ab	2549,42a	1654,4b	2252,69ab	19,56
CFDN (g/dia)	1009,03ab	1323,15ab	878,98b	1661,35a	19,26
TAL (h/dia)	4,33b	4,08b	4,46b	6,04a	16,73
TRU (h/dia)	8,58	10,38	9,17	10,63	10,82
TMT (h/dia)	12,92b	14,46b	13,63b	16,67a	7,86
TOC (h/dia)	11,25a	9,71a	10,54a	7,50b	11,62
EAL (gMS/h)	459,81ab	624,53a	410,5b	373,2b	28,66
ERUMS (gMS/h)	234,3	244,41	181,7	215,7	22,96
ERUFDN (gFDN/h)	119,82ab	126,84ab	96,54b	159,06a	23,44
BOL (nº/dia)	0,18	0,2	0,19	0,25	26,6
MMtb (seg/bol)	53,02	54,49	51,8	44,37	26,83
MMnb (nº/dia)	77,7ab	72,68ab	61,31b	88,3a	22,04

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste SNK (P<0,05).

¹Tratamentos experimentais – T1 - silagem de cana + concentrado; T2- silagem de cana + concentrado + 15% de caroço de algodão; T3- silagem de cana e T4 - feno de Tifton 85. CV= coeficiente de variação

Foram encontradas diferenças ($P>0,05$) entre os tratamentos avaliados para os tempos despendidos em alimentação e ócio (Tabela 6). O maior tempo de alimentação foi observado no tratamento 4, cuja fonte fibrosa foi o feno de Tifton 85 (6,04 h/dia). Em contrapartida, este referido tratamento apresentou o menor tempo de ócio (7,50 h/dia), quando comparado aos demais tratamentos ($P<0,05$). Este resultado pode ser explicado por um maior teor de fibra em detergente neutro no feno de Tifton 85 em relação à silagem de cana de açúcar, confirmando a influência da composição química da dieta sobre o comportamento alimentar de ovinos.

O tempo de ruminação está altamente correlacionado ao consumo de FDN. Segundo Van Soest (1994), um aumento no teor de FDN promove aumento no tempo de ruminação devido à maior necessidade de processamento da fibra. Apesar de não apresentarem diferenças significativas entre os tratamentos para tempo despendido com ruminação, observa-se maior valor para dieta com maior teor de FDN (tratamento 4).

Schmidt *et al.* (2007), ao estudarem o efeito da inclusão de aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar em bovinos de corte, encontraram valores de 3,78, 8,9, 10,98 (h/dia), respectivamente, para tempos despendidos em alimentação, ruminação e ócio, para animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar, sem aditivos, valores esses semelhantes aos obtidos nesse trabalho para a referida dieta.

Da mesma forma, Macedo *et al.* (2007), ao avaliarem a influencia do bagaço de laranja em substituição a silagem de sorgo para ovinos, encontraram valores de tempos despendidos com alimentação e ócio, de 6,04 e 7,69 para dieta exclusiva de silagem de sorgo, valores esses semelhantes aos encontrados para a dieta com Feno de Tifton. Provavelmente isso se deu pelo teor de FDN da dieta exclusiva de silagem de sorgo (70,78%), com base na MS, semelhante ao teor de FDN da dieta com feno de Tifton (66,5%). Gonçalves *et al.* (2000) estudando o comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes relações volumoso:concentrado (100:00; 80:20; 60:40 e 30:80), obtiveram para o tratamento com 100% de volumoso, valores de 7,66 e 6,83 h/dia, respectivamente, para os tempos de alimentação e ruminação.

Já Burguer *et al.* (2000), avaliando a influência dos níveis de concentrado nas dietas sobre o comportamento ingestivo de bezerros holandeses, observaram maior tempo

despendido com ócio e menor tempo despendido com alimentação e ruminação quando se aumentou o teor de concentrado nas dietas. Esse achado se assemelha ao do presente estudo, onde o maior tempo de ócio foi observado nas dietas com concentrado (Tabela 6).

O aumento no fornecimento de concentrado aos animais alimentados com dietas a base de cana-de-açúcar como volumoso exclusivo foi suficiente para aumentar o consumo das dietas 1 e 2 se comparada à dieta 3. O efeito positivo do aumento do fornecimento de concentrado em dietas a base de cana-de-açúcar também foi observado por Moraes *et al.* (2008a) que avaliando a cana-de-açúcar tratada ou não com óxido de cálcio, fornecida com diferentes níveis de concentrado (0,0; 0,5; 1,0% do peso corporal) para novilhos de corte em confinamento relataram que o aumento do fornecimento de concentrado na dieta de cana-de-açúcar melhorou a ingestão e a digestibilidade da maioria dos nutrientes, resultando em melhor desempenho animal.

Já Souza *et al.* (2009), ao avaliarem o consumo, digestibilidade aparente, a produção e a composição de leite e o comportamento ingestivo de vacas em lactação, em dietas contendo cana-de-açúcar e caroço de algodão, observaram aumento na ingestão de matéria seca, com o aumento de caroço de algodão às dietas, resultado também observado nesse trabalho, para dieta com 15% de caroço de algodão. Segundo Grant (1997), o menor tamanho de partícula e a alta gravidade específica das fontes de fibra não-forragem, aumentam a taxa de passagem ruminal e o consumo. A fibra da cana-de-açúcar é de baixa digestibilidade o que leva a um maior tempo de retenção no rúmen e em todo trato digestório (Preston, 1982; Rodriguez, 1995; Correa *et al.*, 2003).

Dessa forma, mesmo que o caroço não tenha sido processado, a adição de caroço levou à substituição da FDN da cana por uma mais digestível, de maior taxa de passagem, aumentando os consumos de matéria seca e fibra em detergente neutro. Isto está de acordo com Teixeira & Borges (2005), que trabalhando com ovinos observaram aumento no consumo de matéria seca quando incluíram caroço de algodão para animais em pastagens de *Brachiaria*. Já Warren *et al.* (1988) testaram níveis de 0; 25 e 50% de caroço de algodão integral na dieta de ovinos e constataram que em proporções de até 25%, a ingestão e as digestibilidades da matéria seca e matéria orgânica não foram afetadas.

Avaliando o número de mastigações meréricas por bolo ruminal, observa-se que os maiores valores encontrados (88,30/dia), foram para o tratamento com feno de Tifton 85, o que confirma a influência dos teores de fibra no comportamento ingestivo dos ovinos neste experimento.

CONCLUSÕES

Ovinos alimentados com dietas a base de Feno de Tifton apresentaram maior tempo despendido em alimentação e menor tempo despendido em ócio, quando comparados com dietas a base de silagem de cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BURGUER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. *et al.* Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.1, p. 236-242, 2000.

CORREA, C.E.S.; PEREIRA, M.N.; OLIVEIRA, S.G. *et al.* Performance of holstein cows fed sugar cane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, v.60, n.4, p.621-629, 2003.

GONÇALVES, A.L.; LANA, R.P.; RODRIGUES, M.T. *et al.* Comportamento alimentar de cabras leiteiras submetidas a dietas com diferente relação volumoso:concentrado. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37, 2000, Viçosa, MG. **Anais...Viçosa, MG.** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000 (CD-ROOM).

GRANT, R.T. Interactions among forages and nonforage fiber sources. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1438-1446, 1997.

MACEDO, C.A.B.; MIZUBUTI, I.Y.; MOREIRA, F.B. *et al.* Comportamento ingestivo de ovinos recebendo dietas com diferentes níveis de bagaço de laranja em substituição à silagem de sorgo na ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1910-1016, 2007.

MORAES, K.A.K.; VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K. *et al.* Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio fornecido com diferentes níveis de concentrado para novilhos de corte em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1293-1300, 2008a.

POLLI, V.A.; RESTLE, J.; SENNA, D.B. *et al.* Aspectos relativos à ruminação de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 5, p. 987-993, 1996.

PRESTON, T.R. Nutritional limitation associated with the feeding of tropical forages. **Journal os Animal Science**, v.54, n.4, p.877-884, 1982.

RODRIGUEZ, N.M. Pesquisas sobre a dinâmica de fermentação ruminal e participação da digestão, realizadas no Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG. In: Simpósio sobre exigências nutricionais de ruminantes, 1195, Viçosa, MG. **Anais...**Viçosa, MG: UFV, 1995, p.355-388.

SILVA, T.S.; BUSATO, K.C.; ARAGÃO, A.S.L. *et al.* Comportamento Ingestivo de ovinos alimentados com diferentes níveis de manga em substituição ao milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, n.46, 2009, Maringá. **Anais...**Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. (CD ROOM).

SCHMIDT, S.P.; MARI, L.J.; NUSSIO, L.G. *et al.* Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p. 1666-1675, 2007 (supl.).

SOUZA, D.P.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. *et al.* Comportamento ingestivo, consumo e digestibilidade de nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com silagem milho ou cana-de-açúcar com caroço de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38. n.10, p.2053-2062, 2009.

TEIXEIRA, D.A.B.; BORGES, I. Efeito do nível de caroço integral de algodão sobre o consumo e digestibilidade aparente da fração fibrosa do feno de braquiária (*Brachiaria decumbens*) em ovinos. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.2, p.229-233, 2005.

SAEG- **Sistema de análises estatísticas e genéticas** –. Versão 7.1. UFV - Viçosa, MG, 1997. 150p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994.

WARREN, H.; NEUTZE, S.A.; MORRISON, J.M. *et al.* The value of whole cottonseed in a wheat based maintenance ration for sheep. **Australian Journal Experimental Agriculture**, v.28, n.1-2, p.453-458, 1988.

CAPÍTULO IV

EXPERIMENTO I - INDICADORES EXTERNOS EM ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE APARENTE EM OVINOS ALIMENTADOS COM DIETAS A BASE DE SILAGEM DE SORGO OU FENO DE TIFTON E CONCENTRADO

Resumo: Objetivou-se nesse trabalho avaliar os indicadores externos óxido crômico (Cr_2O_3), dióxido de titânio (TiO_2) e um nanoindicador (NANOLIPE®) em ovinos, para estimativa da digestibilidade e produção fecal. Vinte carneiros, machos, castrados, confinados em gaiolas de metabolismo, com peso médio de 45,1 kg, foram distribuídos num delineamento inteiramente casualizado com arranjo em parcelas subdividas, em quatro tratamentos T1- Feno de capim Tifton 85 (*Cynodon sp*); T2 - Feno de capim Tifton 85 + concentrado; T3- Silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*); T4 - Silagem de sorgo + concentrado. O período experimental teve duração de 21 dias, sendo 16 dias para adaptação dos animais às instalações e às dietas e cinco dias de coleta do alimento fornecido, sobras, urina e fezes. Houve diferença ($P < 0,05$) significativa entre os indicadores utilizados para estimar a produção fecal e a digestibilidade aparente dos nutrientes, sendo que os indicadores NANOLIPE® e óxido crômico apresentaram resultados semelhantes quanto à digestibilidade aparente dos nutrientes, se comparado à coleta total. O indicador dióxido de titânio superestimou a produção fecal.

Palavras-chave: produção fecal, nutrição, concentrado

EXPERIMENT I - EXTERNAL INDICATORS IN TEST OF APPARENT DIGESTIBILITY IN SHEEP FED DIETS BASED ON SILAGE OF SORGHUM OR TIFTON HAY AND CONCENTRATE

Abstract: The objective of this study was to evaluate the external indicators chromic oxide (Cr_2O_3), titanium dioxide (TiO_2) and NANOLIPE® in sheep, to estimate the digestibility and fecal output. Twenty rams, castrated male confined in metabolism cages, with an average weight of 45.1 kg were allotted in a completely randomized design arranged in split plots in four treatments: T1- Tifton 85 Hay (*Cynodon sp*), T2 - Tifton 85 Hay + concentrate; T3- Sorghum silage (*Sorghum bicolor*), T4 - Sorghum silage + concentrate. The experimental

period lasted 21 days with 16 days for animals to adapt to facilities and diets and five days of collection of provided food, orts, urine and feces. The significant difference ($P < 0.05$) between the indicators used to estimate fecal output and apparent digestibility of nutrients, and indicators NANOLIPE[®] and chromic oxide gave similar results as the apparent digestibility of nutrients, compared to the total collection. The indicator titanium dioxide overestimated fecal output.

Keywords: fecal production, nutrition, concentrated

INTRODUÇÃO

A digestibilidade é um fator de grande importância em uma dieta. Segundo Silva & Leão (1979) a digestibilidade é característica do alimento e indica a porcentagem de cada nutriente de um alimento que o animal pode utilizar. Entretanto, a inclusão de um ingrediente em determinada ração pode modificar sua digestão, em razão do efeito associativo entre os alimentos.

O processo de coleta total de fezes em ensaios para avaliação do consumo e digestibilidade de nutrientes, assim como comportamento de trânsito digestivo, ou ainda, a incapacidade de uma mensuração direta em animais em pastejo, têm sido ajudados pela utilização de substâncias indicadoras. Essas substâncias podem estar presentes como componentes indigeríveis da dieta ou substâncias indigeríveis que atendendo alguns requisitos podem ser utilizadas para os propósitos citados.

Indicadores externos e internos têm sido usados atualmente na experimentação com ruminantes, permitindo obter estimativas da digestibilidade aparente da matéria seca da dieta e de suas frações, bem como o consumo e a produção fecal, dos animais, de maneira menos laboriosa que a coleta total de fezes. Entretanto, os resultados encontrados são bastante variáveis, provavelmente em decorrência da diversidade das dietas, dos animais, da falta de padronização das metodologias e das análises de determinação, ou ainda inadequação do indicador ao propósito pretendido.

Assim, o objetivo desse trabalho foi comparar as estimativas de produção fecal e a digestibilidade aparente dos nutrientes através da coleta total de fezes e por meio dos

indicadores externos óxido crômico, dióxido de titânio e validar o NANOLIPE® como indicador de digestibilidade e produção fecal em ovinos alimentados com dietas à base de silagem de sorgo ou feno de Tifton 85 como volumosos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (Belo Horizonte/MG) no período de janeiro a março de 2010.

Foram utilizados 20 ovinos adultos sem raça definida (SRD), machos castrados, com peso vivo (PV) médio de $\pm 45,1$ Kg, distribuídos num delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 5 repetições, perfazendo 20 observações. Os animais foram previamente vermifugados, casqueados e alojados individualmente, em gaiolas metabólicas, medindo 1,1m x 0,55 m, confeccionadas em aço, providas de comedouros e bebedouros de aço inox para o alimento e cochos de polietileno para a mistura mineral. Em seguida, os animais foram pesados e distribuídos aleatoriamente nos tratamentos de modo que fosse atingida a uniformidade de peso animal.

As dietas experimentais utilizadas foram para o Tratamento 1: Feno de capim Tifton 85 (*Cynodon sp*) Tratamento 2: Feno de capim Tifton 85 (*Cynodon sp*) + concentrado; Tratamento 3: Silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*); Tratamento 4: Silagem de sorgo + concentrado, além de água e sal mineral *ad libitum*. As dietas foram divididas em duas refeições iguais, oferecidas às 7horas e 16horas. A relação volumoso concentrado das dietas foi de 60:40. As sobras foram colhidas diariamente pela manhã, pesadas e a quantidade de alimento oferecido baseou-se nesse valor acrescido do necessário para que se mantivesse 10% de sobras.

A composição bromatológica das dietas é apresentada na Tabela 7.

Tabela 7– Proporção dos ingredientes das dietas experimentais com base na Matéria Seca (MS) e composição bromatológica

Ingredientes nas dietas				
Dietas (%) ¹	1	2	3	4
	MS	MS	MS	MS
Feno de Tifton	98,50	49,25	0,00	0,00
Concentrado	0,00	49,25	00,00	49,25
Silagem de Sorgo	0,00	0,00	98,50	49,25
Minerais e Vitaminas	1,51	1,51	1,50	1,50
Total	100	100	100	100,0

Composição bromatológica das dietas				
MS ²	95,87	95,63	93,21	93,24
MM	12,32	12,2	12,55	12,03
PB	10,66	16,19	6,90	12,35
FDN	71,68	60,55	53,27	55,42
FDA	40,87	35,05	44,55	28,73
EE	1,57	1,69	2,67	2,29
NIDA	1,59	6,29	2,45	4,80
NIDN	2,59	8,44	2,39	3,26

¹Dietas experimentais – T1 – Feno de Tifton 85; T2 - Feno de Tifton 85 + concentrado; T3 - Silagem de sorgo; T4 - Silagem de sorgo + concentrado

²MS= Matéria Seca; MM= Matéria Mineral; PB= Proteína Bruta; Extrato Etéreo; FDN= Fibra em Detergente Neutro; FDA= Fibra em Detergente Ácido; NIDA= Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido; NIDN= Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro

Para a realização da coleta de fezes e urina foram utilizados recipientes plásticos colocados estrategicamente embaixo das gaiolas com peneiras, de forma que funcionavam como separadores entre as fezes produzidas e a urina. Nos recipientes de coleta de urina foram colocados 10 mL de ácido clorídrico 1:1 para evitar perdas por volatilização do material. O volume total foi então pesado, medido, identificado, e 20% deste total foi acondicionado em vidros plásticos. Para coleta total de fezes, foi feito o recolhimento diário das mesmas, pesagem, retirada de 10%, identificação e acondicionamento em sacolas

plásticas. Tanto para urina quanto para as fezes foram feitas amostras compostas por animal, ao final do período de coleta e após esse procedimento, as amostras foram acondicionadas em congelador para posteriores análises.

Os indicadores externos utilizados foram óxido crômico (Cr_2O_3), dióxido de titânio (TiO_2), Lignina Purificada e Enriquecida na forma de nanopartículas (NANOLIPE®). Os indicadores óxido crômico e dióxido de titânio foram administrados na forma de balas, embrulhados em papel toalha, na dosagem de 4 gramas por animal, por dia, por um período de adaptação de sete dias para obtenção de um platô de excreção mais homogêneo e 5 dias de coleta. Já o indicador NANOLIPE® foi administrado na forma de cápsulas na dosagem de 250mg/animal, por um período de adaptação de 2 dias e 2 dias de coleta total de fezes. Os indicadores foram fornecidos diretamente na boca dos animais com auxílio de um cano de PVC.

O período experimental teve duração de 21 dias, sendo 16 dias para adaptação dos animais às dietas e aos indicadores e 5 dias para coleta das fezes, urina, sobras e fornecido, para determinação da digestibilidade e produção fecal.

A determinação do consumo das dietas foi feita pela diferença de peso entre fornecido e sobras, corrigidos pela matéria seca. Posteriormente as amostras foram descongeladas, homogeneizadas e pré secas em estufa sob ventilação forçada a 55°C, moídas em peneiras de 1 mm e armazenadas para posteriores análise laboratoriais.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG. A análise do indicador NANOLIPE® foi feita por Espectroscopia no Infravermelho próximo em equipamento FTIV – 800 da Varian, segundo Saliba (1998) e Saliba (2001).

Os teores de Matéria Seca, Matéria Orgânica, Proteína Bruta, Extrato Etéreo, Matéria Mineral, Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro (NIDN) e Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido (NIDA) foram determinados conforme procedimentos descritos por AOAC (1995) e Silva & Queiroz (2002), sendo que a proteína bruta foi obtida pela multiplicação do teor de Nitrogênio pelo fator 6,25. Os teores de Fibra em Detergente Neutro, Fibra em Detergente Ácido e Lignina foram determinados pelo método sequencial descrito por Van Soest *et al.* (1991) utilizando equipamento Ankon Fiber Analyzer.

A digestibilidade da matéria seca foi calculada a partir do ingerido, subtraído do excretado, de acordo com a fórmula abaixo:

$$\text{DMS (\%)} = \frac{\text{Matéria Seca Ingerida} - \text{Matéria Seca Fecal}}{\text{Matéria Seca Ingerida}} \times 100$$

A digestibilidade dos nutrientes foi calculada a partir das quantidades do ingerido e excretado e da porcentagem do nutriente determinada no alimento e fezes, através da seguinte fórmula:

$$\text{DNut (\%)} = \frac{\text{Nutriente consumido (g)} - \text{Nutriente fezes (g)}}{\text{Nutriente consumido (g)}} \times 100$$

O óxido crômico (Cr_2O_3) foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica (EAA), segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz, (2002) nas amostras de fezes e a produção fecal estimada por esse indicador foi calculada por meio da fórmula:

$$\text{PFCr. (g MS/dia)} = \frac{\text{Cr ingerido (g/dia)}}{(\% \text{Cr amostra}/100)/(\% \text{MS } 105^\circ\text{C}/100)}$$

O teor de dióxido de titânio foi determinado segundo Myers *et al.* (2004). Uma amostra de 0,5 g de fezes foi digerida, por 2 horas, em temperatura de 400°C , em tubos para determinação de proteína. Após a digestão, 15 mL de H_2O_2 (30%) foram adicionados lentamente e o material do tubo, transferido para um béquer e completado com água destilada até 100 g. Logo após esse procedimento o material do béquer foi transferido para balões de 100 mL. Na digestão foram utilizados 15 mL de ácido sulfúrico e 5g de mistura digestora para proteína (MACRO KJELDAHL). Uma curva padrão foi preparada com 2, 4, 6, 8, 10mg de dióxido de titânio e as leituras realizadas em espectrofotômetro com comprimento de onda de 410nm.

Para o cálculo da produção fecal estimada pelo dióxido de titânio, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\text{PFTit. (g MS/dia)} = \frac{\text{Tit. fornecido (g/dia)}}{(\% \text{Tit. nas fezes}/\text{MS } 105^\circ\text{C})}$$

onde PF_{tit.} = produção fecal obtida pelo dióxido de titânio, Tit. Fornecido e Tit. nas fezes, a quantidade de dióxido de titânio fornecido e excretado, % Tit. nas fezes, a porcentagem de titânio nas fezes e MS, a matéria seca 105°C.

Para os cálculos da Taxa de recuperação fecal do indicador, utilizou-se a fórmula, segundo Vasconcellos *et al.*(2004), descrita a seguir:

$$\text{Taxa de recuperação} = \frac{\text{Produção Fecal pelo indicador}}{\text{Produção Fecal pela Coleta Total}} \times 100$$

onde PF pelo ind = produção fecal obtida através do indicador e PF, a produção fecal obtida pela coleta total de fezes.

De posse dos dados de produção fecal obtidos com uso dos indicadores, para o cálculo da digestibilidade estimada pelos indicadores, foram feitos os mesmos cálculos, utilizando a fórmula de digestibilidade de nutrientes descrita acima, porém substituindo os dados de nutriente nas fezes, pelos obtidos através da fórmula:

$$\text{Nutr. Fezes} = (\text{PF Ind.} \times \% \text{ Nutr. Fezes}) / 100$$

onde PF Ind. = produção fecal obtida através do indicador e % Nutr. Fezes = porcentagem do nutriente nas fezes.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com arranjo em parcelas subdivididas, de modo que nas parcelas constaram os tratamentos (dietas) e nas subparcelas os indicadores.

A análise dos dados foi realizada utilizando-se o programa Sisvar - Programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos (SISVAR, 2006). A produção fecal, bem como os coeficientes de digestibilidade aparente foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas utilizando-se os teste de t (P<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de matéria seca (MS) e os coeficientes de digestibilidade aparente de alguns nutrientes, comparados estatisticamente de acordo com as dietas, bem como o coeficiente de variação encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8 – Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), matéria mineral (DMM), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN), fibra em detergente ácido (DFDA), lignina (DLIG) nas dietas T1 (feno de Tifton), T2 (feno de Tifton +concentrado), T3 (silagem de sorgo), T4 (silagem de sorgo + concentrado) e coeficiente de variação (CV), em ovinos

Dietas	CMS	DAMS	DMO	DPB	DFDN	DFA
T1	1250,32a	61,36	61,94	67,60a	74,24a	72,48a
T2	1320,11a	63,17	64,17	69,06a	73,88a	68,15a
T3	940,33b	57,46	57,45	27,56b	46,98b	40,98b
T4	1438, 22a	50,74	48,91	51,75a	63,24b	39,78b
CV (%)	16,07	18,0	18,58	23,14	15,83	26,64

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de t ($P < 0,05$)

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para digestibilidade aparente da (MS) e da matéria orgânica (MO). O consumo e a digestibilidade da proteína bruta (PB), foram menores para a dieta a base de silagem de sorgo fornecido de forma exclusiva. Segundo Van Soest (1994), a depressão da digestibilidade é em função da competição entre digestão e passagem, e tem maior efeito nas frações de digestão mais lenta da parede celular. A depressão da digestibilidade é diretamente relacionada à lignificação e a taxa de digestão. Além do mais, essa dieta apresentou teor de proteína bruta de 6,9% e, segundo o autor citado acima, dietas pobres em nitrogênio estão associadas com redução de consumo. Essa depressão está associada com concentrações de PB abaixo de 7%, que causam efeitos adversos no consumo.

Já para digestibilidade da fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, houve diferença estatística ($P < 0,05$) somente para dietas onde a fonte de fibra foi a silagem de sorgo (T3 e T4). Isso pode ser devido à maior teor de fração indigestível dessas dietas.

Os valores médios de produção e recuperação fecal, obtidos através da utilização da coleta total de fezes, óxido crômico, dióxido de titânio e NANOLIPE®, podem ser observados na Tabela 9. Houve diferença ($P < 0,05$) entre os valores encontrados com o indicador dióxido de titânio e a coleta total de fezes (669,24g e 483,41g, respectivamente), sendo que a produção fecal foi superestimada com o dióxido de titânio.

Tabela 9 – Valores médios de produção fecal, desvio padrão e recuperação fecal, obtidos pelos métodos da Coleta Total, Óxido Crômico, Dióxido de Titânio e NANOLIPE®

Método	Produção Fecal (g de MS/dia)	Desvio Padrão	Recuperação fecal
Coleta total	483,41a	88,71	100
Óxido crômico	513,55a	143,48	106,23
Dióxido de titânio	669,24b	86,88	138,44
NANOLIPE®	482,51a	74,01	99,81
CV (%)	18,25		

Letras distintas nas colunas indicam médias diferentes pelo teste de t ($P < 0,05$) CV= coeficiente de variação

Já os indicadores NANOLIPE® e óxido crômico apresentaram resultados semelhantes aos obtidos com coleta total de fezes, mostrando-se eficientes para o cálculo da produção fecal (Tabela 9). Apesar da insatisfatória taxa de recuperação fecal do óxido crômico, citada por diversos trabalhos (Curran *et al.*, 1967; Santos *et al.*, 2001; Oliveira Junior *et al.*, 2002, Rabelo *et al.*, 2002; Soares *et al.*, 2003), sem no entanto, determinar as possíveis causas, no presente estudo isso não ocorreu, já que os animais já tinham passado por experimentos anteriores com indicadores e estavam acostumados com a administração do mesmo. Esses resultados também estão de acordo com Barros *et al.* (2007) que avaliando a dinâmica de excreção fecal de indicadores internos e externos, em bovinos mestiços, encontraram taxa de recuperação fecal do óxido crômico de 96,92% que não diferiu de 100% da coleta total.

Os coeficientes de digestibilidade foram calculados a partir do consumo da dieta, medido durante o período experimental, e os valores de produção fecal, obtidos através da coleta total de fezes e os estimados através do uso dos indicadores óxido crômico, dióxido de titânio e NANOLIPE®. Os resultados estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10– Digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), matéria orgânica (DAMO), proteína bruta (DAPB), fibra em detergente neutro (DAFDN), fibra em detergente ácido (DAFDA) e coeficiente de variação (CV%) das dietas estimada pelos indicadores e comparado com a coleta total.

Métodos	DAMS	DAMO	DAPB	DAFDN	DAFDA
Coleta Total	58,18a	58,12a	53,99a	64,59a	55,35a
Óxido crômico	55,91a	58,12a	51,66a	62,78a	52,87a
NANOLIPE®	59,78a	59,78a	56,82a	66,64a	58,38a
Dióxido de titânio	42,88b	42,63b	40,53b	50,72b	39,4b
CV (%)	22,77	18,94	16,47	27,14	25,01

Letras distintas nas colunas indicam médias diferentes pelo teste de t ($P < 0,05$)

Os resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes dependem diretamente dos resultados de produção fecal estimados pelos indicadores, uma vez que foram utilizados na fórmula para obtenção da digestibilidade, o valor de consumo real, medido durante o período experimental e os valores de nutrientes nas fezes que foram calculados a partir dos resultados de produção fecal estimados. Portanto, a diferença nos valores de produção fecal implicou em diferenças também nos valores encontrados para a digestibilidade dos nutrientes.

Comparando-se coleta total, óxido crômico e NANOLIPE®, observamos que a digestibilidade dos nutrientes foi satisfatoriamente estimada, não sendo observada diferença entre os métodos, ou seja, os valores de recuperação desses indicadores foram próximos de 100%, como observado na Tabela 09.

Já para o indicador dióxido de titânio, a digestibilidade dos nutrientes foi subestimada, resultados ocasionados pela estimativa de produção fecal superior à obtida com coleta total. Pina *et al.* (2010), ao avaliarem o efeito da inclusão de cal e dos tempos de exposição da cana-de-açúcar ao óxido de cálcio sobre o consumo e a digestibilidade aparente total e parcial do nutrientes, e parâmetros ruminais em bovinos, usando os indicadores externos óxido crômico e dióxido de titânio encontraram valores de excreção fecal semelhantes entre os indicadores, mesmo sendo esses fornecidos em uma dose diária, como nesse experimento. Esses resultados diferem do presente trabalho, que encontrou valores de produção fecal superestimados, acima dos valores reais.

Tabela 11 – Valores médios de produção fecal e recuperação fecal, obtidos pelos métodos da Coleta Total, NANOLIPE®, Óxido Crômico e Dióxido de Titânio no primeiro dia de coleta de fezes

	Coleta Total	NANOLIPE®	Cromo	Titânio	CV (%)
Produção Fecal DIA 1	474,43b	459,28a	540,64ab	592,97c	23,32

Letras distintas nas colunas indicam médias diferentes pelo teste de t (P<0,05) CV=coeficiente de variação

Tabela 12 - Valores médios de produção fecal e recuperação fecal obtidos pelos métodos da Coleta Total, NANOLIPE®, Óxido Crômico e Dióxido de Titânio no segundo dia de coleta total

	Coleta Total	NANOLIPE®	Cromo	Titânio	CV (%)
Produção Fecal DIA 2	492,14a	500,56a	579,27b	696,97c	19,04

Letras distintas nas colunas indicam médias diferentes pelo teste de t (P<0,05) CV= coeficiente de variação

Analisando as Tabelas 11 e 12, podemos observar a produção fecal estimada pelos indicadores externos, dióxido de titânio, óxido crômico e NANOLIPE® nos dois primeiros dias de coleta total de fezes. Houve diferença significativa (P>0,05) entre os indicadores e a coleta total, sendo que o indicador NANOLIPE® foi o que apresentou resultado semelhante à coleta total de fezes, nos dois dias, mostrando a eficiência deste, como indicador de produção fecal, desde 24 horas após sua administração. Esse resultado era esperado tendo em vista que as nanopartículas tem maior velocidade de dispersão no organismo animal. Portanto, o NANOLIPE® em dietas a base de silagem de sorgo e feno de Tifton, pode ser usado em dose única e a coleta das fezes realizada 24 horas após sua administração.

CONCLUSÕES

Os indicadores óxido crômico e NANOLIPE® não apresentaram diferença significativa em relação ao método de coleta total, tanto na produção fecal, quanto na estimativa da digestibilidade aparente de nutrientes, quando ovinos alimentados com dietas a base de silagem de sorgo ou feno de Tifton foram utilizados. O dióxido de titânio mostrou-se

ineficiente para estimar a produção fecal e a digestibilidade dos nutrientes. O indicador NANOLIPE® é válido para utilização como indicador externo de produção fecal e digestibilidade em ovinos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. Official methods of analysis. 16.ed. Washington DC.: AOAC, 1995.

CURRAN, MK., LEADER, J.D., WESTON, E.W. A note on the use of chromic oxide incorporated in a feed to estimate faecal out put in ruminants. **Animal Prod.** v.9, p. 561-564, 1967.

BARROS, R.A.M.; FONTES, C.A.A.; DETMANN, E.; VIEIRA, R.A.M.; HENRIQUES, L.T.; RIBEIRO, E.G.; Avaliação do perfil nictemeral de excreção de indicadores internos e de óxido crômico em ensaios de digestão com ruminantes - **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2102-2108, 2007 (supl.).

MYERS, W.D.; LUDDEN, P.A.; NAYIGIHUGU, V. *et al.* Technical Note: a procedure for the preparation a quantitative analysis of samples for titanium dioxide. **Journal of Animal Science**, v.82, n.1. p.179-183, 2004.

OLIVEIRA JR, R.C.; SUSIN, I.; PIRES, A.V. *et al.* Desempenho de cabras em lactação alimentadas com grãos de soja. **Acta Scientiarum**, v.24, n.4., p.1113-1118, 2002.

PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; AZEVEDO, J.A.G. *et al.* Efeitos da inclusão e dos tempos de exposição da cana-de-açúcar ao óxido de cálcio sobre parâmetros digestivos e fisiológicos de novilhas nelores. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1579-1586, 2010.

RABELO, M.M.A. **Efeitos de fontes e níveis de fibra íntegra em dietas contendo bagaço de cana-de-açúcar tratada sob pressão e vapor, sobre a digestibilidade, desempenho e comportamento ingestivo de bovinos de corte.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2002.61 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002.

SALIBA, E.O.S. **Caracterização Química e Microscópica das Ligninas dos Resíduos Agrícolas de Milho e de Soja Expostas à Degradação Ruminal e seu Efeito sobre a Digestibilidade dos Carboidratos Estruturais.** Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1998. 251p. (Tese Doutorado em Ciência Animal).

SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; MORAIS, S.A.L. *et al.* Ligninas – Métodos de obtenção e caracterização química. **Ciência Rural**, v.31, n.5, p.917-928, 2001.

SANTOS, F.A.P.; MENDES JR, M.P.; SIMAS, J.M.C. *et al.* Processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa de citros peletizada sobre o desempenho, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras. **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p.923-931, 2001.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, J.F.C., LEÃO, M.I. **Fundamentos da Nutrição de Ruminantes.** Piracicaba, SP, Ed. Livroceres, 1979. 380 p.

SISVAR – **Programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos** (versão 5.1). UFLA, 2006.

SOARES, J.P.G.; BERCHIELLE, T.T.; AZEVEDO JUNIOR, M.A. Comparação das técnicas do óxido crômico e da coleta total de fezes na determinação da digestibilidade em bovinos. **ARS Veterinária**, v.19, n.3, p. 280-287, 2003.

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n10, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VASCONCELLOS, C.H.F.; **Lignina purificada e modificada (LIPE), óxido crômico e coleta total de excretas, como métodos de determinação da digestibilidade em frangos de corte**. 2004. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – UFMG, BH/MG

EXPERIMENTO II – METODOLOGIA PARA AVALIAR O COMPORTAMENTO INGESTIVO DE OVINOS ALIMENTADOS COM DIETAS A BASE DE SILAGEM DE SORGO OU FENO DE TIFTON E CONCENTRADO

Resumo: O objetivo deste estudo foi determinar o melhor intervalo de tempo para avaliação dos parâmetros do comportamento ingestivo (alimentação, ruminação e ócio), bem como a determinação desses, em diferentes dietas, em ovinos. Vinte carneiros, machos, castrados, confinados em gaiolas de metabolismo, com peso médio de 45,1 kg, foram distribuídos aleatoriamente em quatro tratamentos T1- Feno de capim Tifton 85 (*Cynodon sp.*); T2- Feno de capim Tifton 85 + concentrado; T3 – Silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*) e T4- Silagem de sorgo + concentrado. Os animais foram submetidos à observação visual durante vinte e quatro horas a intervalos de cinco, dez, quinze e vinte minutos, obtendo-se o tempo despendido para alimentação, ócio e ruminação. Durante três períodos (9 às 11 horas, 15 às 17 horas e 19 às 21 horas), estimou-se a média do número de mastigações meréricas por bolo ruminal e a média do tempo despendido de mastigação merérica por bolo ruminal. Os tempos despendidos com alimentação, ruminação e ócio podem ser obtidos a intervalos confiáveis de 10 minutos. Houve diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos com relação aos tempos despendidos com alimentação e ócio, sendo que o tempo despendido com alimentação diminuiu e o tempo despendido com ócio aumentou para dietas a base de volumoso e concentrado, quando comparado com dietas exclusivas de volumoso. A eficiência de alimentação e ruminação aumentaram com a adição de concentrado nas dietas.

Palavras-chave: alimentação, mastigações meréricas, ruminação

EXPERIMENT II – METHODOLOGY TO ASSESS THE INGESTIVE BEHAVIOR OF SHEEP FED DIETS BASED ON SILAGE OF SORGHUM OR HAY TIFTON AND CONCENTRATE

Abstract: The objective of this study was to evaluate the best time interval for evaluation of parameters of ingestive behavior (feeding, ruminating and idle) and the determination these, in different diets in sheep. Twenty rams, castrated male confined in metabolism cages, with an average weight of 45.1 kg, were randomly assigned to four treatments: T1- Tifton 85 Hay (*Cynodon sp.*) T2- Tifton 85 Hay + concentrate T3 - Sorghum silage (*Sorghum bicolor*) and

T4-Sorghum silage + concentrate. The animals were subjected to visual observation for twenty-four hours at intervals of five, ten, fifteen and twenty minutes, getting the time spent feeding, ruminating and idling. During three periods (9 to 11 hours, 15 hours 19 to 17 to 21 hours), estimated the average number of the ruminating chews per ruminant boli and the average time spent ruminating chews per ruminant boli. The time spent with feeding, rumination and rest can be obtained at intervals of 10 minutes trusted. There were differences ($P < 0.05$) between treatments with respect to time spent on food and entertainment, and the time spent feeding decreased and increased leisure time spent for diets based on roughage and concentrate diets compared with exclusive forage. The efficiency of feeding and ruminating increased with the addition of concentrate in diets.

Keywords: alimentation, rumination chews, rumination

INTRODUÇÃO

A necessidade de intensificação dos sistemas de produção de carne ovina no Brasil tem motivado pesquisadores e técnicos a buscarem alternativas que possibilitem melhores combinações de alimentos. No entanto, esperam-se modificações no comportamento ingestivo dos animais, pois, segundo Carvalho *et al.* (2007), os fatores que afetam o comportamento ingestivo estão relacionados ao alimento, ao animal e ao ambiente.

A escolha do intervalo para discretizar as séries temporais, ou seja, o tempo despendido em alimentação, ruminação e descanso, deve ser uma ponderação entre o poder de detectar mudanças na ocorrência das atividades e a precisão, sem, no entanto, incorrer em redundância. Rook & Penning (1991) utilizaram a forma contínua de registrar a discretização das séries temporais. No entanto, em muitos trabalhos, foi adotado o intervalo de cinco minutos (Bürger *et al.*, 2000; Queiroz *et al.*, 2001; Mendonça *et al.*, 2004; Salla *et al.*, 2003) e, em outros, dez (Miranda *et al.*, 1999; Gonçalves *et al.*, 2001; Costa *et al.*, 2003) e 15 minutos entre observações (Fischer *et al.*, 1998; Portugal *et al.*, 2000). Na maioria dos trabalhos, a escolha da escala foi realizada de forma totalmente aleatória e, como afeta a percepção do observador quanto à heterogeneidade do sistema, a adoção de uma escala inadequada pode comprometer os resultados (Dutilleul, 1997).

Os padrões de comportamento constituem-se um dos meios mais efetivos pelos quais os animais adaptam-se a diversos fatores ambientais, portanto, podem indicar

métodos potenciais de melhoramento da produtividade animal com a utilização de diferentes manejos. Entretanto, a correta compreensão de um fenômeno depende do estado da metodologia de avaliação (Salla *et al.*, 1999).

Assim, os objetivos desse experimento foram definir um intervalo de registro do comportamento ingestivo de ovinos, bem como avaliar as atividades dos animais nesse intervalo, em dietas a base de Silagem de Sorgo ou Feno de Tifton como volumosos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de calorimetria animal e metabolismo animal (LACA/LAMA) da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. Foram utilizados 20 carneiros, machos, castrados, com peso médio de 45,1 kg, alojados em gaiolas metabólicas individuais, providas de cochos e bebedouros, recebendo água e mineralização *ad libitum*. As dietas experimentais utilizadas foram para o Tratamento 1: Feno de capim Tifton 85 (*Cynodon sp*) Tratamento 2: Feno de capim Tifton 85 (*Cynodon sp*) + concentrado; Tratamento 3: Silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*); Tratamento 4: Silagem de sorgo + concentrado, além de água e sal mineral *ad libitum*. As dietas foram divididas em duas refeições iguais, oferecidas às 7horas e 16horas. As sobras foram colhidas diariamente pela manhã, pesadas e a quantidade de alimento oferecido baseou-se nesse valor acrescido do necessário para que se mantivesse 10% de sobras. O período experimental teve duração de 15 dias, sendo 14 para adaptação às dietas e à iluminação noturna e 24 horas para observação do comportamento.

Para mensuração do comportamento ingestivo, os animais foram submetidos à observação visual. Cinco pessoas treinadas, em sistema de revezamento, posicionadas de maneira a não incomodar os animais, de cinco em cinco minutos registraram as atividades de alimentação, ruminação e ócio. Os tempos despendidos para ruminação, ócio e alimentação foram avaliados nos tempos de 5, 10, 15 e 20 minutos e as médias obtidas analisadas separadamente, para cada tempo, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A relação volumoso:concentrado das rações foi de 60:40. A composição das dietas experimentais, bem como a composição bromatológica das mesmas encontram-se dispostas na Tabela 13.

Tabela 13– Proporção dos ingredientes das dietas experimentais com base na Matéria Seca (MS) e composição bromatológica.

Ingredientes nas dietas				
Dietas (%) ¹	1	2	3	4
	MS	MS	MS	MS
Feno de Tifton	98,50	49,25	0,00	0,00
Concentrado	0,00	49,25	00,00	49,25
Silagem de Sorgo	0,00	0,00	98,50	49,25
Minerais e Vitaminas	1,51	1,51	1,50	1,50
Total	100	100	100	100,0

Composição Bromatológica das dietas				
MS ²	1	2	3	4
MS ²	95,87	95,63	93,21	93,24
MM	12,32	12,2	12,55	12,03
PB	10,66	16,19	6,90	12,35
FDN	71,68	60,55	53,27	55,42
FDA	40,87	35,05	44,55	28,73
NIDA	1,59	6,29	2,45	4,80
NIDN	2,59	8,44	2,39	3,26

¹Dietas experimentais – T1 – Feno de Tifton 85; T2 - Feno de Tifton 85 + concentrado; T3 - Silagem de sorgo; T4 - Silagem de sorgo + concentrado

²MS= Matéria Seca; MM= Matéria Mineral; PB= Proteína Bruta; EE= Extrato Etéreo; FDN= Fibra em Detergente Neutro; FDA= Fibra em Detergente Ácido; NIDA=Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido; NIDN=Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das durações diárias das atividades comportamentais estudadas encontram-se na Tabela 14. As durações médias diárias dos tempos de ruminação não diferiram ($P>0,05$) para os diferentes intervalos de tempo (5, 10, 15 e 20 minutos), o que está, provavelmente, relacionado ao fato dos animais concentrarem os tempos despendidos nesta atividade em períodos discretos superiores a 20 minutos.

Tabela 14 - Tempos médios despendidos por alimentação, ruminação e ócio em ovinos alimentados com feno de Tifton (T1), feno de Tifton e concentrado (T2), silagem de sorgo (T3) e silagem de sorgo e concentrado (T4) em diferentes tempos.

Tratamentos/Tempos	5	10	15	20
Alimentação				
T1	4,17 a	4,07 a	4,35 a	4,07 a
T2	2,33 b	2,17 b	2,70 a	2,20 b
T3	3,05 b	2,90 b	3,50 a	2,67 b
T4	2,42 b	2,30 b	3,10 a	2,47 b
Ócio				
T1	11,37 b	11,40 b	11,35 b	11,40 c
T2	14,65 a	14,70 a	14,45 a	14,47 ab
T3	12,10 b	12,20 b	11,45 b	12,53 bc
T4	14,77 a	14,90 a	14,00 a	15,20 a
Ruminação				
T1	8,48 a	8,53 a	8,30 a	8,53 a
T2	7,02 a	7,13 a	6,85 a	7,33 a
T3	8,85 a	8,90 a	9,05 a	8,80 a
T4	6,82 a	6,80 a	6,90 a	6,33 a

Médias seguidas de letras distintas nas linhas e colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Os resultados obtidos para as durações médias diárias dos tempos de alimentação não diferiram ($P < 0,05$) no intervalo de 15 minutos, para todas as dietas avaliadas o que sugere que essa atividade pode acontecer em intervalos inferiores. Para os tempos relativos ao ócio, o intervalo de 20 minutos apresentou resultados diferentes dos demais intervalos, mostrando-se inadequado na mensuração deste parâmetro ($P > 0,05$).

Os resultados encontrados neste estudo diferem daqueles apresentados por Veloso *et al.* (2004), Silva *et al.* (2003) e Carvalho *et al.* (2007), que sugerem a utilização de até 30 minutos de intervalo na observação do comportamento animal.

Alguns autores, (Salla *et al.*, 1999; Silva *et al.*, 2004), encontraram diferenças em alguns animais ao avaliar a metodologia de mensuração do comportamento ingestivo animal, o que pode estar relacionado às características individuais intrínsecas ao

comportamento animal ou a outros fatores como nível de produção, capacidade ingestiva e temperamento.

Na Tabela 15, podemos observar os dados referentes ao comportamento ingestivo dos animais. Houve diferença ($P < 0,05$), em todos os parâmetros relativos ao comportamento ingestivo animal, nas diferentes dietas utilizadas. As dietas que continham como fonte fibrosa o feno de Tifton e dietas com concentrado foram as que apresentaram maior consumo de MS. O valor nutricional da fibra do feno, bem como a adição de concentrado às dietas, promoveram melhorias na qualidade das referidas dietas, resultando em maior consumo. Esse resultado está de acordo com Allen (1997) que em revisão de literatura, relatou resultados de 132 tratamentos, médias de 32 experimentos, para o tempo de mastigação total de 11,13 h/dia, resultado semelhante aos tratamentos que tinham concentrado nesse experimento (12,60 e 11,79 h/dia). Segundo Mertens (1985), a atividade de mastigação é uma propriedade que reflete as características físicas e químicas do alimento, como a concentração de FDN, o tamanho das partículas, umidade. Fisicamente, o consumo voluntário de matéria seca está relacionado à capacidade de distensão do rúmen e pode ser limitado nos ruminantes consumindo basicamente forragens como resultado de um fluxo restrito da digesta através do trato gastrointestinal. No presente estudo, apenas observa-se redução do consumo animal no tratamento exclusivo com silagem de sorgo, devido ao seu maior teor de lignina e possivelmente tanino e menor teor de proteína bruta (Tabela 13).

Tabela 15 – Consumo de matéria seca (CMS), de fibra em detergente neutro (CFDN), tempo despendido com alimentação (TAL), ruminação (TRU), ócio (TOC) e mastigação total (TMT), e respectivos coeficientes de variação (CV), de ovinos alimentados com dietas a base de feno de Tifton e silagem de sorgo e concentrado

Parâmetros	T1	T2	T3	T4	CV(%)
CMS (g/dia)	1250,32a	1320,11a	940,33b	1438,22a	16,07
CFDN (g/dia)	896,23a	799,32a	500,91b	797,06a	15,91
TAL (h/dia)	4,06a	2,16b	2,90b	2,30b	29,64
TRU (h/dia)	8,53ab	7,13ab	8,90a	6,80b	17,57
TMT (h/dia)	12,60a	9,30b	11,79a	9,10b	14,04
TOC (h/dia)	11,39b	14,7a	12,20b	14,90a	11,29

¹Dietas experimentais – T1 – Feno de Tifton 85; T2 - Feno de Tifton 85 + concentrado; T3 - Silagem de sorgo;

T4 - Silagem de sorgo + concentrado

Médias seguidas de letras distintas nas linhas e colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

O consumo de fibra em detergente neutro (FDN) foi semelhante entre as dietas, com exceção da dieta a base de silagem de sorgo, devido qualidade da fibra desta dieta. A quantidade de material lignificado na dieta exclusiva de silagem de sorgo pode ter influenciado no consumo, visto que maior tempo deve ser despendido com a mastigação desse material. Mizubuti *et al.* (2002), avaliando o consumo e digestibilidade aparente das silagens de milho, sorgo e girassol, relataram menor consumo de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, e fibra em detergente ácido para a dieta a base de silagem de sorgo.

Burguer *et al.* (2000) avaliando a influência dos níveis de concentrado nas dietas sobre o comportamento ingestivo de bovinos, observaram maior tempo despendido com ócio e menor tempo despendido com alimentação e ruminação quando se aumentou o teor de concentrado nas dietas. Esse achado se assemelha ao do presente estudo, onde o maior tempo de ócio foi observado nas dietas com concentrado (Tabela 13). Alimentos concentrados promovem maior densidade energética das rações fazendo com que os animais alcancem rapidamente seus requerimentos e, por conseguinte, elevam seu tempo em ócio (14,7 e 14,9 h/dia). O tempo despendido com alimentação foi maior para o tratamento que continha fonte de fibra vinda do Feno de Tifton devido seu maior teor de FDN, já que o conteúdo de fibra está inversamente relacionado ao conteúdo de energia líquida das dietas.

Para o tempo total de mastigação, observa-se que as dietas que tinham como fonte de nutrientes apenas os volumosos (T1 e T3), apresentaram maior tempo despendido com mastigação, o que pode ser devido ao teor de fibra dessas dietas. Segundo Dulphy (1980), quando decrescem os constituintes da parede celular da dieta aumentando o teor de amido, decresce o tempo total de mastigação, como pode ser visto na Tabela 15.

A eficiência de alimentação e ruminação da matéria seca aumentaram com a adição de concentrado às dietas, enquanto a eficiência de ruminação apresentou comportamento diferente de acordo com o tipo de fibra utilizado. As dietas com feno de Tifton proporcionaram maior eficiência de ruminação da FDN, devido ao seu maior teor de fibra, que as dietas com silagem de sorgo, independente da adição de concentrado (Tabela 16).

Tabela 16 - Eficiência de alimentação (EAL) ruminação da Matéria Seca (ERU MS), da fibra em detergente neutro (ERU FDN), número de bolos ruminais (BOL), tempo gasto com mastigações por bolo ruminal (MMtb), número de mastigações por bolo ruminal (MMnb) e, respectivos coeficientes de variação (CV), de ovinos alimentados com dietas a base de feno de Tifton (T1), feno de Tifton e concentrado (T2), silagem de sorgo (T3) e silagem de sorgo e concentrado (T4)

Parâmetros	T1	T2	T3	T4	CV(%)
EAL (gMS/h)	342,79b	636,76a	333,49b	655,09a	23,07
ERU MS (gMS/h)	147,77ab	192,01a	107,03b	218,75a	23,60
ERU FDN (gMS/h)	105,92a	116,26a	57,01b	121,23b	22,63
BOL (nº/dia)	0,17	0,14	0,15	0,12	19,38
MMtb (seg/bol)	50,96	47,44	58,06	56,96	19,10
MMnb (nº/dia)	63,72	67,58	71,34	62,14	13,73

Médias seguidas de letras distintas nas linhas e colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

CONCLUSÕES

Os tempos de alimentação, ruminação e ócio em ovinos confinados podem ser obtidos a intervalos confiáveis de até dez minutos. O tempo despendido com alimentação diminuiu e o tempo despendido em ócio aumentou para dietas a base de volumoso e concentrado, do que para dietas exclusivas de volumoso.

A eficiência de alimentação e ruminação aumentaram com a adição de concentrado às dietas, enquanto a eficiência de ruminação apresentou comportamento diferente de acordo com o tipo de fibra utilizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M.S.; Relationship between fermentation and acid production in the rumen and requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1447-1462, 1997.

BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. *et al.* Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R. *et al.* Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de ovinos alimentados com capim-elefante amonizado e subprodutos agroindustriais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1105-1112, 2007 (supl.).

COSTA, C.O.; FISCHER, V.; VETROMILLA, M.A.M. *et al.* Comportamento ingestivo de vacas Jersey confinadas durante a fase inicial da lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.418-424, 2003.

DULPHY, J.P.; REMOND, B.; THERIEZ, M. Ingestive behaviour and related activities in ruminants. In: RUCKEBUSH, Y.; THIVEND, P. (Eds) **Digestive physiology and metabolism in ruminants**. Lancaster: MTP. P.103-122, 1980.

DUTILLEUL, P. Incorporating scale in study design: data analysis. In: PETERSON, D.L.; PARKER, V.T. (Eds.) **Ecological scale: theory and application**. New York: Columbia University Press, 1997. p.1-77.

FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G.; DÈSPRES, L. *et al.* Padrões nictemerais do comportamento ingestivo de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.362-369, 1998.

GONÇALVES, A.L.; LANA, R.P.; RODRIGUES, M.T. *et al.* Padrão nictemeral do pH ruminal e comportamento alimentar de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1886-1892, 2001.

MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. *et al.* Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.723-728, 2004.

MERTENS, D.R. Factors influencing feed intake in lactating cows: From theory to application using neutral detergent fiber. In: Nutrition Conference, 46.; 1985 Athens. **Proceedings...** Athens, Univesity of Georgia, 1985, p.1-18.

MIRANDA, L.F.; QUEIROZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C. *et al.* Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.7, p.614-620, 1999.

MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; ROCHA, M.A. *et al.* Consumo e Digestibilidade Aparente das Silagens de Milho, Sorgo e Girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p. 267-272, 2002.

PORTUGAL, J.A.B.; PIRES, M.F.A.; DURÃES, M.C. Efeito da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar sobre a freqüência de ingestão de alimentos e de água e de ruminação em vacas de raça holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** , v.52, n.2, p.154-159, 2000.

QUEIROZ, A.C.; NEVES, J.S.; MIRANDA, L.F. *et al.* Efeito do nível de fibra e da fonte de proteína sobre o comportamento alimentar de novilhas mestiças holandês-zebu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.1, p.84-88, 2001.

ROOK, A.J.; PENNING, P.D. Stochastic models of grazing behavior in sheep. **Applied Animal Behavior Science**, v.32, n.1, p.167-177, 1991.

SALLA, L.E.; MORENO, C.B.; FERREIRA, E.X. *et al.* Avaliação do comportamento de vacas Jersey em lactação - Aspectos metodológicos I. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. (CD-ROM).

SALLA, L.E.; FISCHER, V.; FERREIRA, E.X. *et al.* Comportamento ingestivo de vacas Jersey alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de gordura nos primeiros 100 dias de lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.683-689, 2003.

SILVA, R.R.F.; SILVA, F.F.; VELOSO, C.M. *et al.* Avaliação do comportamento ingestivo de novilhos $\frac{3}{4}$ holandés x zebu alimentadas com silagem de capim elefante acrescida de 10% de farelo de mandioca. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40, 2003, Santa Maria, **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. (CD-ROOM).

SILVA, R.R.; MAGALHÃES, A.F.; CARVALHO, G.G.P. *et al.* Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandés suplementadas em pastejo de *Brachiaria*. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v.5, n.10, p.1-10, 2004.

VELOSO, C.M.; SILVA, R.R.; SILVA, F.F. *et al.* Aspectos comportamentais de novilhos mestiços de holandés, alimentados com diferentes níveis de de bagaço de mandioca. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.41, 2004. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições em que foram realizados estes experimentos, tendo em vista os resultados obtidos, para os ensaios de avaliação de indicadores externos, podemos concluir que:

Os indicadores externos óxido crômico, LIPE® e NANOLIPE® se mostraram eficientes na estimativa de digestibilidade aparente de nutrientes, produção fecal e taxa de recuperação fecal uma vez que os resultados obtidos não diferiram ($P>0,05$) dos obtidos com coleta total de fezes. O dióxido de titânio superestimou a produção fecal subestimando, portanto, a digestibilidade dos nutrientes.

O NANOLIPE® é válido para utilização como indicador externo de produção fecal e digestibilidade em ovinos.

Na avaliação do comportamento ingestivo, para as dietas a base de silagem de cana-de-açúcar e feno de Tifton, pode-se concluir que o tempo despendido em alimentação aumentou e o tempo despendido em ócio diminuiu nas dietas a base de feno de Tifton do que dietas a base de cana-de-açúcar.

Na avaliação do comportamento ingestivo de ovinos em dietas a base de silagem de sorgo e feno de Tifton, verificou-se que os parâmetros de comportamento podem ser obtidos a intervalos confiáveis de até dez minutos. Os tempos despendidos em alimentação diminuíram e em ócio aumentaram para dietas a base de volumoso e concentrado. A eficiência de ruminação aumentou com a adição de concentrados às dietas.