

## Dietas para ovinos contendo capim elefante maduro e raspa de mandioca: estimativa de digestibilidade aparente por meio de indicadores

Magalhães, A.L.R.<sup>1</sup>; Teodoro, A.L.<sup>1,®</sup>; Souza, M.F.S.<sup>1</sup>; Nascimento Júnior, J.R.S.<sup>2</sup>; Sousa, D.R.<sup>1</sup>; Santos, K.C.<sup>1</sup>; Andrade, A.P.<sup>1</sup>; Pinto, C.S.<sup>1</sup>; Barbosa, I.F.T.<sup>3</sup> e Silva, S.M.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens. Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Garanhuns. Garanhuns. Pernambuco. Brasil.

<sup>2</sup>Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia. Universidade Federal da Paraíba. Areia. Paraíba. Brasil.

<sup>3</sup>Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife. Pernambuco. Brasil.

### RESUMO

#### PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Alimentos alternativos.  
Indicador interno.  
Indicador externo.  
LIPE®.  
Métodos de digestibilidade.  
Pequenos ruminantes.

Objetivou-se a avaliar a estimativa da digestibilidade aparente (DA) em dietas para ovinos por meio dos indicadores internos MSi (matéria seca indigestível), FDNi (fibra em detergente neutro indigestível) e FDAi (fibra em detergente ácido indigestível) e o indicador externo LIPE®. Utilizou-se oito ovinos machos Santa Inês, castrados, fistulados no rúmen, com peso médio corporal de 50 kg. Os animais receberam dietas a base de raspa de mandioca e do capim elefante maduro (120 dias). Os indicadores internos (MSi, FDNi e FDAi) foram estimados após 288 horas de incubação in situ das amostras de alimentos e fezes. O indicador externo LIPE® foi fornecido na forma de cápsulas na dosagem de 250 mg/animal/dia. Os resultados de DA estimados pelo indicador externo LIPE® diferiram estatisticamente ( $P < 0,05$ ) dos determinados pelo método da coleta total de fezes e pelos indicadores internos, FDNi e FDAi, observando-se maiores coeficientes de digestibilidade para o indicador externo para as variáveis MS (matéria seca), MO (matéria orgânica), com exceção do tratamento com capim elefante maduro e, PB (proteína bruta) com exceção do tratamento controle e dos nutrientes CNF (carboidratos não fibrosos), CHOT (carboidratos totais) e NDT (nutrientes digestíveis totais) para todos os tratamentos. Não foi observada diferença estatística ( $P > 0,05$ ) entre o método da coleta total de fezes e os indicadores internos FDNi e FDAi. Os indicadores internos FDNi e FDAi podem ser utilizados em estudos de digestibilidade em ovinos, pois, permitem estimar de forma semelhante ao método da coleta total de fezes.

### Diets for sheep containing mature elephant grass and manioc scrap: estimate of apparent digestibility through markers

#### SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the apparent digestibility of diets for sheep by internal markers iDM (indigestible dry matter), iNDF (indigestible neutral detergent fiber) and iADF (indigestible acid detergent fiber) and the external indicator LIPE®, in relation to the total feces collection method. It was used eight sheep males Santa Inês, castrated, rumen fistulated, with a mean body weight of 50 kg. The animals received diets based of manioc rasp and mature elephant grass (120 days). Internal markers (iDM, iNDF and iADF) were estimated after 288 hours of in situ incubation of food and feces samples. The external LIPE® indicator was supplied as capsules at a dosage of 250 mg/animal/day. The apparent digestibility results estimated by the LIPE® external marker differed statistically ( $P < 0.05$ ) from those determined by the total feces collect method and the internal marker, iNDF and iADF, indicating higher digestibility coefficients for the external marker for the variables DM (dry matter), OM (organic matter), except for treatment with mature elephant grass and CP (crude protein), except for control and nutrient treatment NFC (Non-fibrous carbohydrates), TC (total carbohydrate) and TDN (total digestible nutrients) for all treatments. No statistical difference was observed ( $P > 0.05$ ) between the total feces collect method and the internal markers iNDF and iADF. The internal markers iNDF and iADF can be used in studies of digestibility in sheep, as they allow to estimate in a similar way to the method of total feces collect.

#### ADDITIONAL KEYWORDS

Alternative foods.  
External marker.  
Internal marker.  
LIPE®.  
Methods of digestibility.  
Small ruminants.

#### INFORMATION

Cronología del artículo.  
Recibido/Received: 28.03.2017  
Aceptado/Accepted: 17.03.2018  
On-line: 15.04.2018  
Correspondencia a los autores/Contact e-mail:  
[analuciazoo@yahoo.com.br](mailto:analuciazoo@yahoo.com.br)

### INTRODUÇÃO

A digestibilidade é um dos parâmetros importantes para avaliação do valor nutritivo dos alimentos, realizada tradicionalmente através do método da coleta

total de fezes, no entanto, este método requer controle rigoroso da ingestão e excreção diária, sendo inviável em algumas situações, além de constituir-se um processo trabalhoso (Berchielli et al. 2011, pp.415-438). Devido a isto, os indicadores para estimar a digestibilidade

dos alimentos passaram a ser utilizados com maior frequência nas pesquisas.

Os indicadores são substâncias indigestíveis, podendo ser administrados com o alimento ou diretamente em algum segmento do trato digestório, para posteriormente serem identificados e quantificados nas fezes. A utilização destes baseia-se no fato de que à medida que o alimento transita pelo trato gastrointestinal, a concentração do indicador aumenta progressivamente pela remoção de constituintes do alimento por digestão e absorção (Machado et al. 2011).

A porção indigestível dos carboidratos fibrosos tem demonstrado potencial como indicadores com a vantagem de estar presente no alimento, sendo então considerados indicadores internos. Dentre estes, a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) vem apresentando estimativas confiáveis, desde que não haja comprometimento devido a erros associados com a coleta de amostras ou outros fatores que influenciem na recuperação das fezes (Watanabe et al. 2010, pp.849-857). Segundo Brito et al. (2007, pp.445-451) a presença dos indicadores internos nos alimentos e sua distribuição uniforme na digesta constituem vantagem sobre os indicadores externos.

Os indicadores externos são substâncias que não podem ser digeridas, podendo ser fornecidos via oral ou adicionados na dieta (Moraes 2007, p.57). Uma das novas alternativas entre os indicadores externos é um indicador baseado na molécula de lignina. Piló-Veloso et al. (1993, pp.435-448) extraíram e caracterizaram estruturalmente a lignina a partir de uma variedade de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). Posteriormente, Saliba et al. (2001, pp.917-928) observaram que a lignina obtida desse processo de extração apresenta propriedades físico-químicas estáveis e consistência químico-estrutural, mostrando-se inalterada pelo trato gastrointestinal dos animais e totalmente recuperada nas fezes. As estimativas de produção fecal e digestibilidade demonstraram a eficiência da LIPE® (lignina purificada e enriquecida) como indicador externo, não apresentando diferenças estatísticas com relação à coleta total de fezes (Saliba et al. 2003, pp.1-4).

Neste sentido, objetivou-se avaliar a digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes com o uso de indicadores internos e externo comparando-os com o método da coleta total de fezes em ovinos alimentados com dietas a base de raspa de mandioca e capim elefante maduro com 120 dias após rebrota na Região Agreste de Pernambuco, Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

### LOCALIZAÇÃO EXPERIMENTAL, ANIMAIS E INSTALAÇÕES

O trabalho foi conduzido no Parque de Exposições Agropecuárias Senador Paulo Guerra, localizado em frente à Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns, Pernambuco, Brasil. As análises laboratoriais foram realizadas no (LANA) Laboratório de Nutrição Animal da Unidade. Utilizou-se oito ovinos machos Santa Inês, castrados,

fistulados no rúmen, com peso inicial médio de 50 kg. Os animais foram desverminados e vacinados contra clostridioses antes do início do experimento.

Os animais foram confinados em galpões de alvenaria cobertos, em baias individuais, com dimensões de 1,45 x 2,60 m, em cada baia os animais tinham acesso a comedouro e bebedouro individual. Antes do início do período experimental, os animais passaram por período de adaptação às dietas e instalações, após este período, foram fornecidas as dietas correspondentes a cada tratamento.

O experimento teve duração de 72 dias, os quais foram divididos em quatro períodos, sendo os dez primeiros dias de cada período experimental de adaptação às dietas experimentais e oito dias de coletas das amostras de alimentos, sobras e de fezes para realização de análises bromatológica. Após as coletas, todas as amostras foram devidamente identificadas e imediatamente armazenadas em freezer à temperatura de -10°C.

### DIETAS EXPERIMENTAIS

As dietas foram estabelecidas de acordo com a exigência nutricional desta categoria animal, utilizando o NRC (2007, p.512), sendo isoprotéicas e isoenergéticas, de forma que atendessem as exigências dos ovinos em crescimento, com peso médio de 50 kg, com ganho médio em peso diário de 200 gramas.

Os ingredientes utilizados para as dietas consistiram por capim elefante maduro (*Pennisetum purpureum* Schum) (CEM) com 120 dias de crescimento, feno de capim tifton 85 (*Cynodon* spp.) (FT), farelo de soja (FS), milho moído (MM), raspa de mandioca (RM), sal mineral, ureia e sulfato de amônio, calcário, mistura mineral comercial e premix vitamínico. Como fonte de energia utilizou-se milho moído e raspa de mandioca (**Tabela I**).

Utilizou-se um tratamento controle composto pela dieta com feno de tifton 85 e milho moído. Os demais tratamentos foram compostos pela substituição do feno de tifton pelo capim elefante maduro, e pela substituição do milho moído pela raspa de mandioca (**Tabela II**). O feno de tifton 85, e o milho em grão foram triturados em um triturador estacionário. Reduziu-se o tamanho de partícula do capim elefante maduro utilizando um picador de forragem. A raspa de mandioca foi fornecida aos animais sem processamento, da forma que foi obtida da agroindústria da região.

As dietas foram ofertadas em duas refeições diárias, no período da manhã às 8 horas (60%) e a tarde às 16 horas (40%) na forma de ração completa, onde foi ajustada diariamente em função do consumo de matéria seca do dia anterior. Forneceu-se água *à vontade* aos animais. Os comedouros e os bebedouros e as instalações eram higienizados diariamente.

### COLETA E PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

As sobras das dietas ofertadas foram coletadas todos os dias pela manhã para obtenção do consumo diário de cada animal, e para realização do ajuste na oferta de alimentos, permitindo sobras de 10% do total ofertado. Para a coleta total das fezes, utilizou-se

**Tabela I. Composição química dos alimentos utilizados nas dietas experimentais** (Chemical composition of foods used in experimental diets).

| Nutrientes  | FT     | FS     | CEM    | RM     | MM     |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| Matéria Seca, g/kg MN <sup>1</sup>                | 900,09 | 883,00 | 891,15 | 906,70 | 893,10 |
| Matéria orgânica <sup>2</sup>                     | 918,97 | 931,74 | 923,00 | 938,34 | 988,82 |
| Matéria mineral <sup>2</sup>                      | 88,03  | 68,28  | 76,95  | 61,66  | 11,70  |
| Extrato etéreo <sup>2</sup>                       | 19,90  | 18,80  | 5,50   | 6,67   | 28,80  |
| Proteína bruta <sup>2</sup>                       | 93,60  | 423,38 | 59,60  | 56,80  | 102,20 |
| Fibra em detergente neutro <sup>2</sup>           | 682,22 | 144,91 | 845,10 | 135,73 | 187,16 |
| Fibra em detergente ácido <sup>2</sup>            | 395,21 | 109,06 | 598,21 | 61,76  | 55,80  |
| FDN corrigida para cinzas e proteína <sup>2</sup> | 661,66 | 127,27 | 817,52 | 111,85 | 133,55 |
| Lignina <sup>2</sup>                              | 31,45  | 3,56   | 54,97  | 23,11  | 26,32  |
| Carboidratos não fibrosos <sup>2</sup>            | 136,74 | 370,35 | 50,36  | 742,98 | 723,75 |
| Carboidratos totais <sup>2</sup>                  | 798,40 | 497,62 | 867,90 | 854,83 | 857,30 |
| Nutrientes digestíveis totais <sup>2</sup>        | 590,41 | 817,18 | 432,23 | 693,78 | 871,25 |

FT: feno de tifton; FS: farelo se soja; CEM: capim elefante maduro, com 120 dias; RM: raspa de mandioca; MM: milho moído; CHOT: 100-(%PB+%EE+%MM); CNF: CHOT-FDNcp; NDT: 0,98\*(100-FDNcp-PB-MM-EE-1)+0,93)\*PB+2,25\*EE+0,75\*(FDNcp-Lig)\*[1-(Lig/FDNcp)<sup>0,667</sup>]-7 (WEISS,1993); <sup>1</sup>MN: matéria natural; <sup>2</sup>g/kg MS.

bolsas coletoras, a qual foi colocada na parte posterior do animal, próximo ao ânus, para permitir melhor determinação da produção de matéria seca fecal. Os animais passaram por um período de adaptação às bolsas coletoras de três dias antes do início das coletas. As sacolas foram esvaziadas duas vezes ao dia, a cada 12 horas, realizou-se a homogeneização das fezes, pesagem e retirou-se amostras de 10% do total da coleta de fezes, que foram identificadas e armazenadas sobre congelamento à temperatura de -10°C.

A coleta de fezes com o indicador externo LIPE<sup>®</sup> (lignina purificada e enriquecida) foi realizada uma vez ao dia, coletando-se diretamente da ampola retal dos animais, nos dias de fornecimento do indicador. A LIPE<sup>®</sup> foi fornecida na forma de cápsulas na dosagem de 250 mg/animal/dia, por um período de sete dias, sendo dois dias de adaptação, e cinco dias de coletas de fezes.

As amostras de fezes e alimentos para análises dos indicadores internos foram coletadas diariamente de cada animal em cada período e tratamento, e acondi-

**Tabela II. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais** (Proportion of ingredients and chemical composition of experimental diets).

| Ingrediente                                       | Controle                          | CEM    | RM     | CEM+RM |
|---|-----------------------------------|--------|--------|--------|
|   | Proporção dos ingredientes (g/kg) |        |        |        |
| Feno de tifton 85                                 | 600,00                            | ---    | 600,00 | ---    |
| Capim elefante <sup>1</sup>                       | ---                               | 500    | ---    | 400    |
| Milho moído                                       | 285,0                             | 370,0  | ---    | 131,0  |
| Raspa de mandioca                                 | 0,00                              | 0,00   | 320,00 | 300,00 |
| Farelo de soja                                    | 100,00                            | 104,00 | 55,00  | 144,90 |
| Ureia   | 0,00                              | 10     | 9,00   | 8,00   |
| Mistura mineral <sup>1</sup>                      | 11,90                             | 9,90   | 12,90  | 12,00  |
| Calcário  | 3,00                              | 5,00   | 2,00   | 3,00   |
| Sulfato de amônio                                 | 0,00                              | 1,00   | 1,00   | 1,00   |
| Premix mineral <sup>2</sup>                       | 0,10                              | 0,10   | 0,10   | 0,10   |
| Nutrientes  | Componentes químicos (g/kg)       |        |        |        |
| Matéria Seca, g/kg MN <sup>3</sup>                | 888,77                            | 867,85 | 884,64 | 869,25 |
| Matéria orgânica <sup>4</sup>                     | 922,23                            | 921,64 | 918,10 | 915,31 |
| Matéria mineral <sup>4</sup>                      | 77,80                             | 78,37  | 81,91  | 85,73  |
| Extrato etéreo <sup>4</sup>                       | 22,02                             | 15,36  | 15,18  | 10,61  |
| Proteína bruta <sup>4</sup>                       | 127,63                            | 125,64 | 121,25 | 120,38 |
| Fibra em detergente neutro <sup>4</sup>           | 507,16                            | 536,88 | 502,71 | 473,63 |
| Fibra em detergente ácido <sup>4</sup>            | 263,93                            | 331,09 | 260,97 | 280,85 |
| FDN corrigida para cinzas e proteína <sup>4</sup> | 477,78                            | 516,47 | 479,78 | 439,93 |
| Lignina <sup>4</sup>                              | 31,45                             | 42,97  | 33,14  | 39,04  |
| Carboidratos não fibrosos <sup>4</sup>            | 310,28                            | 312,36 | 314,26 | 351,20 |
| Carboidratos totais <sup>4</sup>                  | 772,55                            | 780,63 | 781,66 | 783,28 |
| Nutrientes digestíveis totais <sup>4</sup>        | 661,22                            | 621,34 | 650,15 | 636,45 |

CEM: capim elefante maduro, com 120 dias; RM: raspa de mandioca; <sup>1</sup>Capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) <sup>2</sup>Níveis de garantia assegurados pelo fabricante: cálcio 120g; fósforo 87g; enxofre 18g; sódio 147g; cobre; 0,59g; cobalto 0,04g; cromo 0,02g; ferro 1,8g; iodo 0,08g; manganês 1,3g; selênio 15mg; zinco 3,8g; flúor máximo 0,87g; Solubilidade do fósforo (P) em ácido cítrico a 2% (min.).<sup>3</sup> Níveis de garantia assegurados pelo fabricante: Vitamina A, 4 x 10<sup>9</sup>; Vitamina D3, 1 x 10<sup>9</sup>; Vitamina E, 3 x 10<sup>4</sup> UI/kg. <sup>3</sup>MN : matéria natural; <sup>4</sup>g/kg MS.

**Tabela III.** Consumo de matéria seca e dos nutrientes em ovinos alimentados com dietas contendo capim elefante maduro e raspa de mandioca em substituição ao feno de tifton e ao milho moído (Dry matter and nutrient intake in sheep fed diets containing mature elephant grass and manioc rasp in replacement to tifton hay and to ground corn)

| Consumo (g/dia) | Tratamentos         |                     |                      |                      | EPM   | P valor |
|-----------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-------|---------|
|                 | Controle            | CEM                 | RM                   | CEM+RM               |       |         |
| MS              | 1515,4 <sup>a</sup> | 973,6 <sup>b</sup>  | 1290,1 <sup>ab</sup> | 1221,8 <sup>ab</sup> | 47,54 | 0,0025  |
| MO              | 1390,5 <sup>a</sup> | 858,9 <sup>b</sup>  | 1170,2 <sup>ab</sup> | 1099,8 <sup>ab</sup> | 47,15 | 0,0016  |
| MM              | 124,9 <sup>a</sup>  | 115,1 <sup>a</sup>  | 119,7 <sup>a</sup>   | 121,1 <sup>a</sup>   | 4,60  | 0,0001  |
| FDN             | 675,6 <sup>a</sup>  | 455,6 <sup>c</sup>  | 640,5 <sup>ab</sup>  | 503,8 <sup>bc</sup>  | 37,12 | 0,0046  |
| PB              | 213,5 <sup>a</sup>  | 121,1 <sup>bc</sup> | 149,4 <sup>b</sup>   | 107,3 <sup>c</sup>   | 9,79  | 0,0001  |
| CNF             | 505,9 <sup>a</sup>  | 503,9 <sup>a</sup>  | 511,2 <sup>a</sup>   | 584,1 <sup>a</sup>   | 30,15 | 0,6394  |
| EE              | 18,9 <sup>a</sup>   | 16,4 <sup>a</sup>   | 7,1 <sup>b</sup>     | 7,6 <sup>b</sup>     | 1,27  | 0,0004  |
| CHOT            | 1240,7 <sup>a</sup> | 820,9 <sup>a</sup>  | 1026,5 <sup>a</sup>  | 995,7 <sup>a</sup>   | 33,98 | 0,5485  |
| NDT             | 975,4 <sup>a</sup>  | 615,6 <sup>c</sup>  | 826,6 <sup>ab</sup>  | 790,4 <sup>b</sup>   | 27,76 | 0,0001  |

CEM: capim elefante maduro, com 120 dias; RM: raspa de mandioca; MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; MM: matéria mineral digestível; FDN: fibra em detergente neutro corrigida pra cinzas e proteína; PB: proteína bruta; CNF: carboidrato não fibroso; EE: extrato etéreo; CHOT: carboidrato total; NDT: nutrientes digestíveis totais. Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferiram estatisticamente para o teste de Tukey (P>0,05).

cionadas em sacos plásticos, cada material coletado foi pré-secado em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C por 72 horas. Após este processo de pré-secagem, as amostras foram processadas em moinho de facas com peneiras de crivos de 1 mm para análises químicas e 2 mm para digestibilidade dos indicadores internos, MSi (matéria seca indigestível), FDNi e FDAi. Para avaliação dos teores de componentes indigestíveis, os alimentos e as fezes foram acondicionados em sacos analisador de fibras, F57 (Ankom®) e incubados em rúmen por 288 horas (Valente et al. 2011, pp.2565-2573). Obteve-se os compostos indigestíveis por diferença.

Para determinação da LIPE®, as amostras foram moídas no moinho de facas com peneira de crivos de 1,0 mm, colocadas em potes devidamente fechados e enviadas para análises realizadas quanto à concentração do indicador por espectroscopia infravermelho, e a partir dos dados estimou-se a produção fecal individual, no laboratório de Pesquisa em Saúde e Nutrição Animal da Escola de Veterinária/Universidade Federal de Minas Gerais de acordo com metodologia de Saliba et al. (2003, pp.1-4).

#### ANÁLISES LABORATORIAIS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL ESTATÍSTICO

A determinação da composição química das amostras dos alimentos, sobras e fezes para os teores de matéria seca (MS) (967.03), matéria mineral (MM) (942.05), matéria orgânica (MO) (942.05), proteína bruta (PB) (954.01), extrato etéreo (EE) (920.39), foram realizadas de acordo com a metodologia descrita pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC 1990, p.745).

As análises de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e FDN corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) foram realizadas de acordo com Van Soest et al. (1991, pp.3583-3597), com modificações propostas por Senger et al. (2008, pp.169-174), no qual foi utilizado autoclave com temperatura de 110 °C por 40 minutos. Para o FDNcp foi utilizada a seguinte equação:  $FDNcp = FDN - PIDN - CIDN$ , onde o teor de proteína insolúvel em detergente neutro

PIDN foi calculado por  $(NIDN \times 6,25)$ ;  $PIDN = \text{teor de proteína insolúvel em detergente neutro}$ ;  $CIDN = \text{teor de cinzas insolúveis em detergente neutro, levando em consideração a concentração de \% da FDN na MS}$ .

Para determinação da lignina, os resíduos de FDA foram submersos em ácido sulfúrico a 72%, visando à solubilização da celulose, e obtendo a lignina digerida em ácido (LDA), conforme metodologia proposta por Van Soest et al. (1991, pp.3583-3597).

Para estimativa dos carboidratos totais (CHOT) e dos nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas, foram utilizadas as equações proposta por Sniffen et al. (1992, pp.3562-3577),  $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$  e Weiss (1993, pp.1802-1811),  $NDT = 0,98 * (100 - FDNcp - PB - MM - EE - 1) + 0,93 * PB + 2,25 * EE + 0,75 * (FDNcp - Lig) * [1 - (Lig / FDNcp)^{0,667}] - 7$ . Os carboidratos não fibrosos (CNF) foi obtido pela diferença entre CHOT e FDNcp. Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado como proposto por Sniffen et al. (1992, pp.3562-3577) em que:  $\%NDT = \%PBd + \%CNFd + 2,25 * \%EEd + FDNd$ , em que PBd= proteína bruta digestível; CNFd= carboidratos não fibrosos digestíveis; EEd= extrato etéreo digestível e FDNd= fibra em detergente neutro digestível.

Estimou-se a produção fecal (PF) de acordo com a equação  $PF_{kg/dia} = \text{indicador ingerido (kg/dia)} / \% \text{ de indicador nas fezes}$ . E a digestibilidade aparente (DA) dos nutrientes foi calculada através da equação:

$$DA = \left[ \frac{\text{nutriente ingerido} - \text{excretado}}{\text{ingerido}} \right] * 100$$

Os animais foram distribuídos em dois quadrados latinos 4x4 em cada experimento. O modelo estatístico utilizado para análise foi  $Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + T_k + e_{ijk}$ , em que:  $\mu$  = média dos tratamentos;  $A_i$  = efeito do animal, variando de 1 a 8;  $P_j$  = efeito do período j, variando de 1 a 4;  $T_k$  = efeito do tratamento k, variando de 1 a 4;  $e_{ijk}$  = erro aleatório. Os dados referentes ao consumo,

digestibilidade, e a comparação entre os indicadores internos, o indicador externo LIPE® e o método da coleta total de fezes, foram submetidos às análises estatísticas realizadas por intermédio de análise de variância e teste de Tukey considerando a probabilidade de 5% para o erro tipo II. Para a comparação entre os métodos e as diferentes dietas, utilizou-se esquema fatorial 4x5, sendo quatro tratamentos e cinco métodos.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A ingestão de matéria seca (MS) foi menor ( $P < 0,05$ ) quando os animais receberam capim elefante maduro (CEM) em substituição ao feno de tifton. O CEM é um material com grande quantidade de fibras de digestão lenta, que provavelmente reduz o trânsito intestinal e interfere no consumo, haja visto que taxa de passagem e consumo são duas variáveis que são diretamente proporcionais. Já os tratamentos RM e CEM+RM não diferiram dos demais (Tabela III).

De acordo com Mertens (1997, pp.1463-1481) o enchimento físico limita o consumo de MS e nutrientes, assim, este menor consumo para o tratamento CEM, pode ser atribuído às características do alimento, uma vez que, o capim elefante apresenta maiores teores de fibra, quando comparado com os demais alimentos, o que proporcionou aos animais maiores tempos de fermentação e ruminação. Além disso, Araújo et al. (2009, pp.448-459) afirmam que existem vários fatores envolvidos no controle de ingestão de alimentos em ruminantes, sendo que, a aceitabilidade do alimento também pode influenciar o consumo pelo animal. Nesta pesquisa, esta variável pode ter sido influenciada pela maior aceitabilidade dos outros alimentos em relação ao CEM.

Não foi observado efeito da substituição do milho moído pela raspa de mandioca sobre o consumo de MS, MM e MO. O mesmo foi observado por Conceição et al. (2009, pp.397-402) avaliando o valor nutritivo das dietas com raspa de mandioca como fonte energética para ovinos confinados. Entretanto, alguns autores (Caldas Neto et al. 2000, pp.2099-2108; Jorge et al. 2002, pp.205-2012; Marques et al. 2000, pp.1528-1536), avaliando a substituição do milho pela raspa de mandioca observaram menor consumo de MS, os autores atribuíram este fato, a menor palatabilidade e pulverulência das dietas, que ao entrarem em contato com a saliva dos animais formavam uma substância pastosa, dificultando assim o consumo. Já nesta pesquisa, nenhum desses fatores negativos foi observado, podendo se dizer que não houve preferência dos animais pelo milho moído ou pela raspa de mandioca.

O consumo de proteína bruta (PB) apresentou diferença estatística ( $P < 0,05$ ) para os tratamentos CEM, RM e CEM+RM em relação ao controle, sendo que para o tratamento controle, o consumo foi acima de 20 % por dia, enquanto que nos demais tratamentos, o consumo diário não chegou a 15% da MS ingerida (Tabela III). Menezes et al. (2004, pp.729-737) avaliando o efeito da substituição do milho pela raspa de mandioca, observaram dados semelhantes (127,13 e 120g) até 66% de substituição. Observou-se diferença ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos para o consumo de FDN, sendo que o

tratamento CEM resultou em menor consumo pelos animais (Tabela III). Já para o consumo de EE, os menores valores foram observados para os tratamentos que continham RM, devido a menor presença de EE nessas dietas. Embora tivéssemos alimentos com diferentes proporções de carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CHOT), o consumo destes não foi diferente entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ) (Tabela III). Já o consumo de nutrientes digestíveis totais foi menor para o tratamento CEM, diferindo ( $P < 0,05$ ) dos outros.

Houve diferença estatística ( $P < 0,05$ ) para digestibilidade da MS entre os indicadores LIPE® e MSi para o tratamento controle em relação ao método da coleta total de fezes. O mesmo comportamento também foi observado para os tratamentos CEM, RM e CEM+RM quando comparado a digestibilidade estimada a partir do LIPE® em relação à coleta total de fezes e aos indicadores internos MSi e FDNi e FDAi (Tabela IV). Resultados diferentes dos observados por Saliba et al. (2003, pp.1-4) avaliando os coeficientes de digestibilidade aparente (DA) utilizando o LIPE® em comparação com a coleta total de fezes em ovinos, dos quais não observaram diferenças estatísticas (632,3 e 647,8 g/kg de MS ingerida). Por outro lado, Magalhães et al. (2009) avaliando períodos de coleta de excreção fecal de novilhos concluíram que o LIPE® não é um indicador adequado, já que foi observado diferenças estatísticas entre os valores obtidos pela coleta total de fezes e os estimados pelo indicador.

Da mesma forma que, Amaral (2011, p.119) avaliando a utilização do indicador LIPE® na estimativa da produção fecal em ovinos observou menor produção fecal em relação com a coleta total de fezes, concluindo que o indicador não estima acuradamente a produção fecal. Existe um indicador que se adequa melhor a cada tipo de dieta, pois segundo Berchielli et al. (2005, pp.987-996) os indicadores apresentam comportamento diferentes de acordo com cada volumoso utilizado na dieta e entre as razões para as diferenças, está a constituição da fibra de cada volumoso, que desempenha papel importante na digestão, podendo afetar a taxa e extensão da degradação.

Quando comparada a digestibilidade aparente da MS estimada a partir dos indicadores FDNi e FDAi, não foram observadas diferenças estatísticas ( $P > 0,05$ ) em relação a coleta total de fezes (Tabela IV). Resultados semelhantes foram observados por Brito et al. (2007, pp.445-451) e Ferreira et al. (2009, pp.1568-1573) avaliando o uso dos indicadores para estimativa de DA de dietas para bovinos. Assim, Berchielli et al. (2005, pp.987-996) verificando o comportamento dos indicadores internos FDNi e FDAi incubados *in situ* ou *in vitro* observaram que houve diferenças das estimativas de DA de acordo com o volumoso utilizado, no entanto, quando a dieta fornecida foi o feno de capim tifton como volumoso, os indicadores permitiram estimar a DA de forma semelhante à coleta total de fezes. Já Silva et al. (2009, pp.741-744) comparando a DA estimada através dos indicadores internos FDNi e FDAi e o método da coleta total de fezes, concluíram que esses indicadores internos não oferecem estimativas de excreção fecal confiáveis para animais alimentados com dietas contendo bagaço de mandioca na silagem

**Tabela IV. Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes pelos indicadores e coleta total de fezes (Coefficients of apparent digestibility of dry matter and nutrients by indicators and collect total of feces).**

| Digestibilidade  | Métodos           | Tratamentos         |                      |                     |                                | EPM <sup>2</sup> | P valor |
|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|---------------------|--------------------------------|------------------|---------|
|                  |                   | Controle            | CEM                  | RM                  | CEM+RM                         |                  |         |
| MS <sup>1</sup>  | CT                | 697,7 <sup>Ab</sup> | 559,1 <sup>Cb</sup>  | 657,9 <sup>Bb</sup> | 565,1 <sup>Cb</sup>            | 11,4             | 0,0001  |
|                  | LIPE <sup>®</sup> | 739,1 <sup>Aa</sup> | 650,5 <sup>Ca</sup>  | 749,9 <sup>Aa</sup> | 695,5 <sup>Ba</sup>            | 8,57             | 0,0001  |
|                  | MSi               | 704,9 <sup>Aa</sup> | 570,6 <sup>Bb</sup>  | 684,1 <sup>Ab</sup> | 575,3 <sup>Ab</sup>            | 11,6             | 0,0001  |
|                  | FDNi              | 698,9 <sup>Ab</sup> | 559,8 <sup>Cb</sup>  | 657,4 <sup>Bb</sup> | 566,9 <sup>Cb</sup>            | 10,9             | 0,0001  |
|                  | FDAi              | 698,1 <sup>Ab</sup> | 557,8 <sup>Cb</sup>  | 658,3 <sup>Bb</sup> | 569,6 <sup>Cb</sup>            | 11,3             | 0,0001  |
| EPM <sup>2</sup> |                   | 4,3394              | 6,7252               | 6,9405              | 8,6795                         |                  |         |
| P valor          |                   | 0,0059              | 0,0001               | 0,0001              | 0,0001                         |                  |         |
| MO <sup>1</sup>  | CT                | 713,0 <sup>Ab</sup> | 641,9 <sup>Bab</sup> | 668,0 <sup>Bc</sup> | 586,7 <sup>Cc</sup>            | 9,14             | 0,0001  |
|                  | LIPE <sup>®</sup> | 760,7 <sup>Aa</sup> | 668,9 <sup>Ca</sup>  | 789,3 <sup>Aa</sup> | 716,0 <sup>Ba</sup>            | 9,41             | 0,0001  |
|                  | MSi               | 700,2 <sup>ab</sup> | 613,4 <sup>Bb</sup>  | 709,6 <sup>Ab</sup> | 611,9 <sup>Bb</sup>            | 8,62             | 0,0001  |
|                  | FDNi              | 712,1 <sup>Ab</sup> | 641,5 <sup>Bab</sup> | 662,6 <sup>Bc</sup> | 586,5 <sup>Cc</sup>            | 8,57             | 0,0001  |
|                  | FDAi              | 712,9 <sup>Ab</sup> | 639,9 <sup>Bab</sup> | 665,1 <sup>Bc</sup> | 587,3 <sup>Cc</sup>            | 8,78             | 0,0001  |
| EPM <sup>2</sup> |                   | 4,8772              | 4,6050               | 4,2725              | 8,3456                         |                  |         |
| P valor          |                   | 0,0002              | 0,0021               | 0,0001              | 0,0001                         |                  |         |
| PB <sup>1</sup>  | CT                | 703,2 <sup>Aa</sup> | 595,5 <sup>Cb</sup>  | 648,7 <sup>Ba</sup> | 574,0 <sup>Cb</sup>            | 9,68             | 0,0001  |
|                  | LIPE <sup>®</sup> | 722,5 <sup>Aa</sup> | 640,8 <sup>Ca</sup>  | 676,4 <sup>Ba</sup> | 632,1 <sup>Ca</sup>            | 7,48             | 0,0001  |
|                  | MSi               | 693,9 <sup>Aa</sup> | 611,6 <sup>Bb</sup>  | 670,5 <sup>Aa</sup> | 561,0 <sup>Cb</sup>            | 9,98             | 0,0001  |
|                  | FDNi              | 705,5 <sup>Aa</sup> | 601,6 <sup>Cb</sup>  | 650,2 <sup>Ba</sup> | 575,2 <sup>Cb</sup>            | 10,1             | 0,0001  |
|                  | FDAi              | 701,4 <sup>Aa</sup> | 600,5 <sup>Cb</sup>  | 650,6 <sup>Ba</sup> | 575,9 <sup>D<sup>b</sup></sup> | 9,08             | 0,0001  |
| EPM <sup>2</sup> |                   | 3,2565              | 4,5689               | 3,9392              | 5,6009                         |                  |         |
| P valor          |                   | 0,0934              | 0,0001               | 0,0675              | 0,0002                         |                  |         |
| FDN <sup>1</sup> | CT                | 611,7 <sup>ab</sup> | 445,9 <sup>Bb</sup>  | 611,0 <sup>Aa</sup> | 496,4 <sup>Cab</sup>           | 14,1             | 0,0001  |
|                  | LIPE <sup>®</sup> | 655,6 <sup>Aa</sup> | 489,3 <sup>Ba</sup>  | 618,3 <sup>Aa</sup> | 529,5 <sup>Ba</sup>            | 13,1             | 0,0001  |
|                  | MSi               | 601,4 <sup>Ab</sup> | 442,2 <sup>Cb</sup>  | 582,3 <sup>Aa</sup> | 470,1 <sup>Bb</sup>            | 12,7             | 0,0001  |
|                  | FDNi              | 611,2 <sup>Ab</sup> | 441,2 <sup>Cb</sup>  | 612,7 <sup>Aa</sup> | 496,6 <sup>Bab</sup>           | 13,6             | 0,0001  |
|                  | FDAi              | 606,8 <sup>Ab</sup> | 449,6 <sup>Cb</sup>  | 607,3 <sup>Aa</sup> | 489,0 <sup>Bb</sup>            | 13,1             | 0,0001  |
| EPM <sup>2</sup> |                   | 4,1422              | 3,8988               | 4,5615              | 4,7803                         |                  |         |
| P valor          |                   | 0,0001              | 0,0025               | 0,1127              | 0,0021                         |                  |         |
| EE <sup>1</sup>  | CT                | 401,6 <sup>Aa</sup> | 371,8 <sup>Ab</sup>  | 336,1 <sup>Ba</sup> | 353,0 <sup>Ba</sup>            | 6,72             | 0,0057  |
|                  | LIPE <sup>®</sup> | 412,6 <sup>Aa</sup> | 382,1 <sup>ABa</sup> | 347,1 <sup>Ba</sup> | 364,5 <sup>Ba</sup>            | 8,41             | 0,0064  |
|                  | MSi               | 387,7 <sup>Aa</sup> | 380,2 <sup>Aa</sup>  | 337,5 <sup>Ba</sup> | 321,6 <sup>Bb</sup>            | 5,81             | 0,0001  |
|                  | FDNi              | 395,9 <sup>Aa</sup> | 372,5 <sup>ABa</sup> | 337,3 <sup>Ca</sup> | 351,1 <sup>BCa</sup>           | 4,92             | 0,0001  |
|                  | FDAi              | 387,7 <sup>Aa</sup> | 373,1 <sup>ABa</sup> | 340,7 <sup>Ba</sup> | 351,3 <sup>ABa</sup>           | 5,90             | 0,0311  |
| EPM <sup>2</sup> |                   | 4,3857              | 5,4349               | 4,8225              | 3,4748                         |                  |         |
| P valor          |                   | 0,3356              | 0,9684               | 0,9617              | 0,0006                         |                  |         |

CEM=capim elefante maduro, com 120 dias; RM=raspa de mandioca; <sup>1</sup>g/kg de matéria seca ingerida; <sup>2</sup>Erro Padrão da Média; MS=matéria seca; MO=matéria orgânica; PB=proteína bruta; FDN=fibra em detergente neutro; EE=extrato etéreo; CT=coleta total de fezes; LIPE<sup>®</sup>=lignina purificada e enriquecida; MSi=matéria seca indigestível; FDNi=fibra em detergente neutro indigestível; FDAi=fibra em detergente ácido indigestível. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferiram estatisticamente para o teste de Tukey (P>0,05) para os diferentes tratamentos. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferiram estatisticamente para o teste de Tukey (P>0,05) para os métodos de análise de digestibilidade.

de capim elefante cortado com 80 dias de idade. Da mesma forma que, Maeda et al. (2011, pp.123-121) ao avaliar a recuperação fecal para bovinos e bubalinos alimentados com dietas a base de silagem de cana-de-açúcar e farinha de varredura de mandioca, usando os indicadores óxido de cromo, MSi, FDNi e FDAi, observaram que existe menor recuperação de MS fecal quando se utiliza os indicadores MSi e FDAi.

Não houve diferença estatística (P>0,05) quando comparada a digestibilidade MO de todos tratamentos para os indicadores FDNi e FDAi, dos quais estimaram de forma semelhante ao método da coleta total de fezes. A digestibilidade estimada pelo indicador externo LIPE<sup>®</sup> apresentou diferença estatística entre todos os tratamentos da variável MO em relação à coleta total de fezes. O indicador interno MSi apresentou diferença

estatística em relação aos indicadores internos FDNi e FDAi e ao método da coleta total de fezes para os tratamentos com raspa de mandioca e raspa mais capim elefante. O mesmo foi observado por Kozloski et al. (2009, pp. 1819-1823) avaliando os indicadores internos MSi e FDNi em estimativa de digestibilidade de dietas para ovinos, os autores observaram que o indicador interno MSi apresentou diferença estatística para DA da MO em alguns experimentos, concluindo que o indicador é pouco preciso para detectar pequenas diferenças na DA de alimentos impostas pelos tratamentos em um experimento.

Com relação à digestibilidade dos nutrientes, não foi observada diferença estatística ( $P>0,05$ ) para variável PB entre os indicadores internos MSi, FDNi e FDAi e o indicador externo LIPE® em relação a coleta total de fezes para o tratamento controle e raspa de mandioca (Tabela IV). Resultados estes semelhantes aos observados por Moraes (2007, p.57) avaliando a estimativa de digestibilidade dos nutrientes em dietas para caprinos observou coeficiente de digestibilidade da PB entre LIPE® e coleta total (528,1 e 541,5 g/Kg de matéria seca ingerida). Ferreira et al. (2009, pp.1568-1573) avaliando a digestibilidade dos nutrientes estimada por indicadores internos (FDNi e FDAi) em bovinos observaram coeficientes de digestibilidade da PB entre os indicadores e a coleta total de fezes (654,5; 612,3 e 617,5), respectivamente. Quanto aos tratamentos, para CEM e CEM+RM houve diferenças estatísticas ( $P<0,05$ ) na DA da PB entre o indicador externo LIPE® e os indicadores internos e o método da coleta total de fezes. Já para os indicadores internos não foi observada diferenças estatísticas em relação ao método da coleta total de fezes (Tabela IV).

A DA da FDN foi estimada de maneira semelhante entre todos os indicadores em relação ao método da coleta total de fezes para o tratamento RM. No entanto, para os tratamentos controle e CEM foi observada diferença estatística ( $p<0,05$ ) entre a DA estimada do indicador externo LIPE® e os indicadores internos MSi, FDNi e FDAi e ao método da coleta total de fezes. Para a digestibilidade da FDN do tratamento RM+CEM, não foi observada diferença estatística ( $P>0,05$ ) entre LIPE® e o indicador FDNi e a coleta total de fezes. Os indicadores internos MSi e FDAi não apresentaram diferenças em relação ao método da coleta total de fezes (Tabela IV).

Moraes (2007, p.57) avaliando a digestibilidade estimada a partir do indicador externo LIPE® em dietas para caprinos observou resultados semelhantes à digestibilidade da FDN estimada pelo indicador em comparação a coleta total de fezes (701,2 e 698,3 g/kg de MS ingerida). Da mesma forma que Ferreira et al. (2009, pp.1568-1573) comparando a DA estimada através de vários indicadores com coleta total de fezes, observaram que não houve diferença entre os métodos utilizando LIPE e coleta total, sugerindo que este indicador externo pode ser utilizado para estimar a DA de dietas para novilhas e vacas leiteiras.

Já quanto aos indicadores FDNi e FDAi, Ferreira et al. (2009, pp.1568-1573) observaram que a estimativa de DA da FDN em dietas para novilhas foi menor

quando se utilizou FDAi como indicador, no entanto, esse mesmo indicador apresentou valores de DA iguais aos estimados pela coleta total para vacas leiteiras, enquanto que o FDNi superestimou a DA. Por outro lado, Silva et al. (2009, pp.741-744) verificaram que a DA da FDN foi subestimada em novilhas meio sangue (holandês – zebu) que receberam dietas contendo bagaço de mandioca na silagem de capim elefante.

Não foi observada diferenças estatísticas ( $P>0,05$ ) para a variável EE entre os indicadores LIPE®, FDNi, FDAi e o método da coleta total de fezes para todos os tratamentos. No entanto, houve diferença estatística ( $P<0,05$ ) para a digestibilidade estimada pelo indicador interno MSi em relação a coleta total de fezes e os demais indicadores para o tratamento CEM+RM. Segundo Kozloski et al. (2009, pp.1819-1823) diferentes estimativas de digestibilidade entre os indicadores internos MSi e FDNi são resultantes de diferentes tratamentos utilizados. O que pode ter ocorrido neste trabalho, uma vez que foram utilizadas diferentes dietas com diferentes composições químicas.

Observou-se diferenças estatísticas ( $P<0,05$ ) para as variáveis CNF, CHOT e NDT para todos os tratamentos para a DA estimada pelo indicador LIPE® em relação à coleta total de fezes (Tabela V). Resultados estes diferentes dos observados por Ferreira et al. (2009, pp.1568-1573) que não verificaram diferenças entre a DA dos nutrientes contidos em dietas para novilhas e vacas leiteiras, quando esta foi estimada através da LIPE ou coleta total, da mesma forma que Moraes (2007, p.57) avaliando a DA em dietas para caprinos não observaram diferenças estatísticas para a digestibilidade dos nutrientes entre LIPE® e coleta total.

Não houve diferenças estatísticas ( $P>0,05$ ) para a DA obtidas a partir dos indicadores internos MSi, FDNi e FDAi para as variáveis CNF, CHOT e NDT em relação ao método da coleta total de fezes (Tabela V). Estes resultados corroboram com os observados com Ferreira et al. (2009, pp.1568-1573), avaliando os indicadores internos (FDAi e FDNi) em estimativa de digestibilidade dos nutrientes em bovinos, concluído que estes indicadores podem ser utilizados em estudos de DA, pois permite estimar a produção fecal de maneira semelhante à coleta total de fezes. Assim como, Watanabe et al. (2010, pp.849-857) avaliando e comparando o uso dos indicadores internos, FDAi e FDNi em dietas fornecidas a bovinos de corte, concluíram que estes indicadores proporcionaram estimativas semelhantes para os coeficientes de digestibilidade, podendo ser utilizadas para estimar a digestibilidade em ruminantes.

As estimativas de produção fecal são realizadas entre a quantidade do indicador fornecido ao animal e a concentração deste nas fezes. Baixas concentrações de indicadores nas fezes podem subestimar a produção fecal e o consumo, bem como altas concentrações podem superestimar essas estimativas (Amaral 2011, p.119). Segundo Berchielli et al. (2011, pp.415-438) um indicador deve ser inerte; não apresentar função fisiológica, não ser absorvido nem metabolizado, ser completamente recuperado nas fezes, permanecer uniformemente distribuído na digesta; não influenciar

**Tabela V.** Coeficientes de digestibilidade aparente dos carboidratos e nutrientes digestíveis totais pelos indicadores e coleta total de fezes (Coefficients of apparent digestibility of carbohydrates and total digestible nutrients by indicators and total collect of feces)

| Digestibilidade   | Métodos           | Tratamentos          |                     |                      |                      | EPM <sup>2</sup> | P valor |
|-------------------|-------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------|---------|
|                   |                   | Controle             | CEM                 | RM                   | CEM+RM               |                  |         |
| CNF <sup>1</sup>  | CT                | 790,2 <sup>Ab</sup>  | 724,2 <sup>Bb</sup> | 742,7 <sup>Bb</sup>  | 746,4 <sup>Bb</sup>  | 6,08             | 0,0011  |
|                   | LIPE <sup>®</sup> | 824,2 <sup>Aa</sup>  | 800,3 <sup>Aa</sup> | 827,9 <sup>Aa</sup>  | 798,6 <sup>Aa</sup>  | 0,53             | 0,0841  |
|                   | MSi               | 800,2 <sup>Aab</sup> | 702,5 <sup>Cb</sup> | 759,1 <sup>Bb</sup>  | 725,7 <sup>BCb</sup> | 7,72             | 0,0001  |
|                   | FDNi              | 788,6 <sup>Ab</sup>  | 724,4 <sup>Bb</sup> | 741,95 <sup>Bb</sup> | 747,5 <sup>Bb</sup>  | 5,95             | 0,0001  |
|                   | FDAi              | 791,4 <sup>Ab</sup>  | 722,1 <sup>Bb</sup> | 743,5 <sup>Bb</sup>  | 745,5 <sup>Bb</sup>  | 5,49             | 0,0006  |
| EPM <sup>2</sup>  |                   | 3,8377               | 6,9843              | 4,4850               | 4,9971               |                  |         |
| P valor           |                   | 0,0179               | 0,0001              | 0,0001               | 0,0001               |                  |         |
| CHOT <sup>1</sup> | CT                | 736,2 <sup>Ab</sup>  | 646,3 <sup>Bb</sup> | 717,7 <sup>Ab</sup>  | 636,4 <sup>Bb</sup>  | 8,65             | 0,0001  |
|                   | LIPE <sup>®</sup> | 770,6 <sup>Aa</sup>  | 716,1 <sup>Ba</sup> | 778,6 <sup>Aa</sup>  | 789,3 <sup>Aa</sup>  | 6,11             | 0,0001  |
|                   | MSi               | 759,5 <sup>Aab</sup> | 642,6 <sup>Cb</sup> | 724,9 <sup>Bb</sup>  | 640,4 <sup>Cb</sup>  | 9,91             | 0,0001  |
|                   | FDNi              | 736,6 <sup>Ab</sup>  | 646,9 <sup>Bb</sup> | 717,2 <sup>Ab</sup>  | 636,2 <sup>Bb</sup>  | 8,58             | 0,0001  |
|                   | FDAi              | 736,9 <sup>Ab</sup>  | 645,2 <sup>Bb</sup> | 716,8 <sup>Ab</sup>  | 635,9 <sup>Bb</sup>  | 8,37             | 0,0001  |
| EPM <sup>2</sup>  |                   | 3,4043               | 4,3820              | 4,7969               | 6,4824               |                  |         |
| P valor           |                   | 0,0004               | 0,0001              | 0,0001               | 0,0001               |                  |         |
| NDT <sup>1</sup>  | CT                | 679,9 <sup>Ab</sup>  | 574,7 <sup>Bb</sup> | 654,4 <sup>Ab</sup>  | 549,1 <sup>Bb</sup>  | 1,04             | 0,0001  |
|                   | LIPE <sup>®</sup> | 732,4 <sup>Aa</sup>  | 667,8 <sup>Ca</sup> | 700,1 <sup>Ba</sup>  | 670,7 <sup>Ca</sup>  | 5,74             | 0,0001  |
|                   | MSi               | 689,4 <sup>Ab</sup>  | 587,3 <sup>Cb</sup> | 641,7 <sup>Bb</sup>  | 537,9 <sup>Db</sup>  | 11,1             | 0,0001  |
|                   | FDNi              | 679,3 <sup>Ab</sup>  | 574,1 <sup>Cb</sup> | 655,4 <sup>Bb</sup>  | 551,9 <sup>Cb</sup>  | 10,1             | 0,0001  |
|                   | FDAi              | 676,3 <sup>Ab</sup>  | 573,2 <sup>Bb</sup> | 653,2 <sup>Ab</sup>  | 551,1 <sup>Bb</sup>  | 10,4             | 0,0001  |
| EPM <sup>2</sup>  |                   | 4,7633               | 6,4366              | 4,7642               | 8,6851               |                  |         |
| P valor           |                   | 0,0046               | 0,0001              | 0,0004               | 0,0001               |                  |         |

CEM:capim elefante maduro, com 120 dias; RM:raspa de mandioca; <sup>1</sup>g/kg de matéria seca ingerida; <sup>2</sup>Erro Padrão da Média; CNF:carboidrato não fibroso, CHOT:carboidratos totais; NDT:nutrientes digestíveis totais; CT:coleta total de fezes; LIPE<sup>®</sup>:lignina purificada e enriquecida; MSi:matéria seca indigestível; FDNi:fibra em detergente neutro indigestível; FDAi:fibra em detergente ácido indigestível. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferiram estatisticamente para o teste de Tukey (P>0,05) para os diferentes tratamentos. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferiram estatisticamente para o teste de Tukey (P>0,05) para os métodos de análise de digestibilidade.

secreções intestinais, absorção ou motilidade, nem a microflora do trato digestivo. Uma das características importantes de um indicador é sua resistência ao longo do trato gastrointestinal. O grau de recuperação do indicador pode variar entre diferentes dietas e pela digestão, absorção, e modificações químicas ao longo do trato digestivo (Kozloski et al. 2009, pp.1819-1823).

## CONCLUSÕES

As dietas que continham capim elefante maduro, apresentaram menor DA da matéria seca e a maior parte dos nutrientes independente do indicador utilizado.

O indicador externo LIPE<sup>®</sup> superestimou a DA da MS, CNF, CHOT e NDT independente da dieta testada. Enquanto que a digestibilidade estimada pelo uso de indicadores internos FDNi e FDAi foram as que mais se assemelharam com as da coleta total. Há poucos resultados encontrados na literatura com o uso do indicador externo LIPE<sup>®</sup>, principalmente em pequenos ruminantes, existe a necessidade de mais pesquisas para aumentar e fundamentar a utilização do indicador para melhor estimativa de DA das dietas fornecidas para pequenos ruminantes.

Ainda são necessários mais estudos com o uso do indicador interno MSi, pois apesar de estimar de forma semelhante a DA de algumas variáveis em relação a coleta total de fezes, o indicador ainda é pouco utilizado, visto que apresenta menor grau de exatidão de estimativa de digestibilidade em relação aos indicadores internos FDNi e FDAi. Já com relação aos indicadores internos FDNi e FDAi, os resultados observados permitem inferir que ambos podem ser utilizados em estudos de DA em ovinos alimentados com dietas rica em fibra de baixa digestão, pois, permitem estimar de forma semelhante ao método da coleta total de fezes.

## BIBLIOGRAFIA

- Amaral, GA 2011, 'Consumo de forragem e emissão de metano por ovinos em ambientes pastoris', Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, p.119.
- Araújo, GGLD, Bade, PL, Menezes, DR, Socorro, EPD, Sá, JL, Oliveira, GJCD 2009, 'Substituição da raspa de mandioca por farelo de palma forrageira na dieta de ovinos', *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, vol. 10, n°. 2, pp.448-459.
- Association of Official Analytical Chemists – AOAC 1990, 'Official Methods of Analysis', 15th Ed. AOAC, Arglington, USA, p.745.

- Berchielli, TT, Oliveira, SG, Carrilho, ENVM 2005, 'Comparação de marcadores para estimativas de produção fecal e de fluxo de digesta em bovinos', *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol.34, n.º.3, pp.987-996.
- Berchielli, TT, Garcia, AV e Oliveira, SG 2011, 'Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição'. In: Berchielli, TT, Pires, AV e Oliveira, AG 2011 *Nutrição de Ruminantes*, Ed. Funep, São Paulo, Brasil, pp. 415-438.
- Brito, RM, Sampaio, AAM, Resende, KT, Fernandes, ARM, Henrique, W, Routman, KS 2007, 'Avaliação de indicadores para estimativa das digestibilidades parciais e total de dietas em bovinos', *Revista Brasileira Zootecnia*, vol. 36, n.º. 2, pp. 445-451
- Caldas Neto, SF, Zeoula, LM, Branco, AF, Prado, IN, Santos, GT, Fregadolli, FL, Dalponte, AO 2000. 'Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: digestibilidade total e parcial', *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 29, pp. 2099-2108.
- Conceição, WLF, Figueirêdo, AV, Nascimento, HTS, Vasconcelos, VR, Alves, AA, Dantas Filho, LA 2009, 'Valor nutritivo de dietas contendo raspa integral da mandioca para ovinos confinados', *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, vol. 31, n.º. 4, pp. 397-402.
- Ferreira, AM, Sebastião, CVF, Marcondes, MI, Paixão, LP, Paulino, MF, Valadares, RFD 2009, 'Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade' *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 38, n.º. 8, pp. 1568-1573.
- Jorge, JRV, Zeoula, LM, Prado, IN, Geron, LJV 2002, 'Substituição do milho pela farinha de varredura (*Manihot esculenta*, Crantz) na ração de bezerras holandeses. 2. Digestibilidade e valor energético', *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 31, n.º. 1, pp. 205-212.
- Kozloski, GV, Mesquita, FR, Alves, TP, Castagnino, DS, Stefanello, CM, Sanchez, LMB 2009, 'Avaliação do uso de frações indigestíveis do alimento como indicadores internos de digestibilidade em ovinos', *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 38, n.º. 9, pp.1819-1823.
- Machado, AS, Godoy, MM e Moreira, ML 2011, 'Utilização de óxido crômico e LIPE® como indicadores externos na estimativa de digestibilidade em ruminantes', *PUBVET*, vol.5, s.p.
- Maeda, EM, Zeoula, LM, Gomes, HCC, Jacobi, G, Simioni, FL, Oliveira, RA 2011, 'Avaliação de indicadores usados nos estudos de ingestão e digestibilidade em bovino e bubalinos', *Archivos de Zootecnia*, vol. 60, n.º. 229, pp. 123-131.
- Magalhães, KA, Reis, RA, Casagrande, DR, Lara, EC, Lopes, JS, Valente, ALS, Banys, VL 2009. 'Avaliação do período de coleta e do indicador LIPE® na estimativa da excreção fecal em novilhos', In: 46ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, *Anais*, Maringá, Paraná, Brasil, s.p.
- Marques, AJJ, Prado, IN, Zeoula, LM, Alcalde, CR, Nascimento, WG 2000, 'Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas', *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 29, n.º. 5, pp.1528-1536.
- Menezes, MPC, Ribeiro, MN, Costa, RG, Medeiros, AN 2004, 'Substituição do milho pela casca de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em rações completas para caprinos: consumo, digestibilidade de nutrientes e ganho de peso', *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 33, n.º.3, pp.729-737.
- Mertens, DR 1997, 'Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows', *Journal of Dairy Science*, vol. 80, n.º. 7, pp. 1463-1481.
- Moraes, SA 2007, 'Subprodutos da agroindústria e indicadores externos de digestibilidade aparente em caprinos', Tese de Doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, p. 57.
- National Research Council - NRC 2007, '*Nutrient requirements of small ruminants*', 1.ed. Washinton, DC, National Academic Press, p.512.
- Piló-Veloso, D, Nascimento, EA e Morais, SAL 1993, 'Isolamento e análise estrutural de ligninas', *Química Nova*, vol.16, pp. 435-448.
- Saliba, EOS, Rodrigues, NM, Morais, SAL, Veloso, DP 2001, 'Ligninas: métodos de obtenção e caracterização química', *Ciência Rural*, vol. 31, n.º.5, pp. 917-928.
- Saliba, EOS, Rodriguez, NM, Veloso, DP, Teixeira, GL, Ribeiro, SLM 2003, 'Estudo comparativo da digestibilidade pela técnica da coleta total com a lignina purificada como indicador de digestibilidade para ovinos em experimento com feno de tifton 85', In: 40ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, *Anais*. SBZ, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, vol.40, pp. 1-4.
- Senger, CCD, Kozloski, GV, Sanchez, LMB, Mesquita, FR, Alves, TP, Castagnino, DS 2008, 'Evaluation of autoclave procedures for fiber analysis in forage and concentrate feedstuffs', *Animal Feed Science and Technology*, vol. 146, pp. 169-174.
- Silva, FF, Aguiar, MSMA, Veloso, CM, Pires, AJV, Bonomo, P, Almeida, VS, Silva, RR, Carvalho, GGP, Marques, JA, Dias, AM, Ítavo, LCV 2009, 'Produção fecal e digestibilidade estimada por indicadores internos comparados a coleta total', *Archivos de Zootecnia*, vol. 58, n.º. 224, pp.741-744.
- Silva, JFC 2011, 'Mecanismos reguladores de consumo', In: Berchielli, TT, Pires, AV e Oliveira, AG 2011 *Nutrição de Ruminantes*, Ed. Funep, São Paulo, Brasil, pp. 61-82.
- Sniffen, CJ, O'Connor, JD, Van Soest, PJ, Fox, DG, Russell, JB 1992, 'A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability', *Journal of Animal Science*, vol. 70, n.º. 11, pp. 3562-3577.
- Van Soest, PJ, Robertson, JB e Lewis, BA 1991, 'Methods for dietary fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition', *Journal of Dairy Science*, vol.74, n.º. 10, pp. 3583-3597.
- Valente, TNP, Detmann, E, Queiroz, AC, Valadares Filho, SC, Gomes, DI, Figueiras, JF 2011, 'Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from different textiles' *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 40, n.º. 11, pp.2565-2573.
- Watanabe, PH, Ezequiel, JMB, Galati, RL, Biagioli, B, Silva, OGC 2010, 'Indicadores internos indigestíveis para a estimativa das digestibilidades de dietas à base de coprodutos', *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, vol. 11, n.º. 3, pp.849-857.
- Weiss, WP 1993, 'Predicting energy values of feeds', *Journal of Dairy Science*, vol.76, n.º.6, pp.1802-1811.