



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CAMPUS II – AREIA-PB
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA**

ISA MARIA Y PLA PINTO

**AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE PRODUÇÃO FECAL EM
EQUINOS**

**AREIA
2019**

ISA MARIA Y PLA PINTO

**AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE PRODUÇÃO FECAL EM
EQUINOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Departamento de Zootecnia da Universidade
Federal da Paraíba, como requisito parcial à
obtenção do título de Zootecnista.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Lindomárcia
Leonardo da Costa

**AREIA
2019**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

P659aa Pinto, Isa Maria Y Pla.
Avaliação de indicadores de produção fecal em equinos /
Isa Maria Y Pla Pinto. - Areia, 2020.
25 f. : il.

Orientação: Maria Lindomárcia Leonardo da Costa.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Cavalo. 2. Consumo. 3. Digestibilidade. I. Costa,
Maria Lindomárcia Leonardo da. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 636(02)

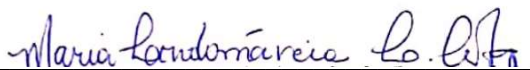
ISA MARIA Y PLA PINTO

AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE PRODUÇÃO FECAL EM EQUINOS

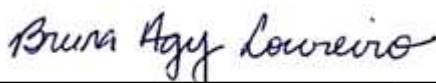
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Departamento de Zootecnia da Universidade
Federal da Paraíba, como requisito parcial à
obtenção do título de Zootecnista.

Aprovado em: 21/10/2019.

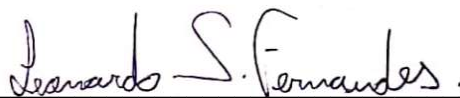
BANCA EXAMINADORA



Profª. Drª. Maria Lindomárcia Leonardo da Costa
Docente - Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Orientadora



Profª. Drª. Bruna Agy Loureiro
Docente - Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Examinador



Msc. Leonardo Santana Fernandes
Zootecnista - Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Examinador

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela paciência e longanimidade. A Ele toda honra e toda glória.

Ao meu filho, Ian Y Pla, por ser meu ponto de apoio, minha mãe, Ana Maria, por não permitir que eu desistisse, e ao meu irmão, Zenniti Maru, por ter me apresentado o curso.

À Profª Maria Lindomárcia, pela paciência, perseverança, orientação e dedicação em algumas atividades acadêmicas e, principalmente, por ter me orientado no presente trabalho.

À Rafaela Paiva, por estar presente nos momentos mais importantes da minha vida acadêmica e pessoal. Apesar das circunstâncias, foi a pessoa que se manteve por perto, querendo ou não. Entramos juntas no CCA e triunfaremos juntas.

À Luany Marciano, pela amizade sincera e por estar comigo nos melhores e piores dias.

À Rafael dos Santos, pelo apoio fundamental nos últimos momentos do curso, por acreditar, perseverar e interceder por minha carreira.

A todos os meus amigos da cidade de Areia por desopilarem os momentos de estresse.

À equipe do grupo de estudos CECO CÓLON FUNCIONAIS, o qual fazem parte a Profª Maria Lindomárcia Costa (Lindt The Queen), o Msc. Leonardo Fernandes (super Zoo), Alidiell Félix, Andreza Macêdo, Ayrton Bessa, Luany Marciano, Maria Clara, Mariany Pacheco (a pessoa que faltava para abrilhantar o grupo), Nerianne Lima, Paulo Azevedo, Thiago Guerra e Thays Araújo, por terem compartilhado os melhores dias nos setores, reuniões e atividades.

À UFPB, por me fazer sentir realizada profissionalmente.

A todos os funcionários e amigos da UFPB, pela simpatia, presteza e atendimento quando necessário.

Aos poucos colegas de classe, pelos momentos de amizade e apoio.

RESUMO

Objetivou-se avaliar a eficiência dos indicadores de produção fecal LIPE® e NANOLIPE® em comparativo a técnica tradicional coleta total de fezes em equinos. O experimento foi realizado na Fazenda Pito Aceso, localizada no município de Itaúna – MG. Os tratamentos avaliados consistiram de dietas compostas por concentrado e volumosos de Tifton-85 (*Cynodon spp.*) conservados na forma de silagem pré-secada ou feno. O ensaio de digestibilidade teve duração de 28 dias. Foram utilizadas 12 éguas da raça Quarto de Milha. Antes de iniciar o ensaio, os animais foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos consistindo dos tratamentos experimentais, os quais diferiram pelo volumoso oferecido em forma de silagem pré-secada ou feno. No 24º dia do experimento, foi iniciada a coleta total de fezes (CTF). A produção fecal foi estimada usando os métodos de CTF, LIPE® e NANOLIPE®. Os indicadores externos foram administrados em capsulas na dosagem de 0,25g/animal/dia. O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado com arranjo em parcelas subdivididas. Foi aplicado o teste de Fisher ($P < 0,05$) para avaliação das médias. Não houve interação entre os métodos de estimativa da produção fecal (coleta total de fezes e indicadores) e a digestibilidade dos nutrientes das dietas avaliadas (feno e silagem pré-secada). Os indicadores de produção fecal LIPE® e NANOLIPE® podem ser utilizados para estimativa da produção fecal em equinos como alternativa ao método padrão de coleta total de fezes.

Palavras-Chave: Cavalo. Consumo. Digestibilidade.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the efficiency of LIPE® and NANOLIPE® fecal production indicators in comparison to the traditional method of total feces collection in horses. The experiment was carried out at Pito Aceso Farm, located in Itaúna - MG. The evaluated treatments consisted of concentrate and roughage diets of Tifton-85 (*Cynodon spp.*) preserved in the form of pre-dried silage or hay. The digestibility test lasted 28 days. Were used twelve mares of race Quarter Horse. Prior to the start of the test, the animals were randomly assigned to two groups consisting of the experimental treatments, which differed by the bulky offered in pre-dried silage or hay form. On the 24th day of the experiment, total fecal collection (TFC) was started. Fecal production was estimated using TFC, LIPE® and NANOLIPE® methods. External indicators were administered in capsules at a dosage of 0.25 g / animal / day. The statistical design adopted was the completely randomized with arrangement in subdivided plots. Fisher's test ($P < 0.05$) was applied to evaluate the means. There was no interaction between fecal production estimation methods (total fecal collection and indicators) and nutrient digestibility of the evaluated diets (hay and pre-dried silage). LIPE® and NANOLIPE® fecal yield indicators can be used to estimate fecal output in horses as an alternative to the standard method of total fecal collection.

Keywords: Consumption. Digestibility. Horse.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Cronologia do ensaio de digestibilidade.....	17
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química dos alimentos utilizados nas dietas dos equinos.....	14
Tabela 2 – Composição química das dietas utilizadas no experimento.....	14
Tabela 3 – Consumo e produção fecal obtidos pelos métodos avaliados.....	18
Tabela 4 – Digestibilidade dos nutrientes utilizando métodos de estimativa da produção fecal.....	19

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Cr_2O_3 – ÓXIDO DE CROMO

CTF – COLETA TOTAL DE FEZES

CV – COEFICIENTE DE VARIAÇÃO

DMS – DIGESTIBILIDADE DA MATÉRIA SECA

DFDN – DIGESTIBILIDADE DA FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO

DFDA – DIGESTIBILIDADE DA FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO

DPB – DIGESTIBILIDADE DA PROTEÍNA BRUTA

DMO – DIGESTIBILIDADE DA MATÉRIA ORGÂNICA

ED – ENERGIA DIGESTÍVEL

FDAi – FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO INDIGESTÍVEL

FDNi – FIBRA EM DETERGENTE NEURO INDIGESTÍVEL

LIPE[®] – LIGNINA ISOLADA, PURIFICADA E ENRIQUECIDA

MS – MATÉRIA SECA

NANOLIPE[®] – NANOTECNOLOGIA ASSOCIADA A LIGNINA ISOLADA, PURIFICADA E ENRIQUECIDA

TiO_2 – DIÓXIDO DE TITÂNIO

LISTA DE SÍMBOLOS

® – MARCA REGISTRADA (COMERCIAL)

% – PORCENTAGEM

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	111
2	REVISÃO DE LITERATURA	122
3	MATERIAL E MÉTODOS	144
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5	CONCLUSÃO	211
	REFERÊNCIAS	222

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento do valor nutritivo dos alimentos é indispensável para formular rações balanceadas. Equinos possuem a região do ceco e cólon funcionais, e qualquer alteração na dieta pode afetar seu desempenho fisiológico.

Para avaliar os nutrientes que devem ser aproveitados pelo animal, pode-se determinar a digestibilidade aparente, ou seja, porção do nutriente consumido passível de ser digerida no trato gastrointestinal (LANZETTA et al., 2009).

Visando auxiliar a avaliação de digestibilidade, é empregado o uso de indicadores de produção fecal que podem ser externos ou internos com o objetivo de facilitar a obtenção de dados fidedignos. Um bom indicador de digestibilidade deve possuir propriedades como: inerte e atóxico; totalmente indigerível e não absorvível; não apresentar função fisiológica; poder ser processado com o alimento; misturar-se e permanecer uniformemente distribuído na digesta, não influenciando e não sendo influenciado por secreções intestinais, absorção, motilidade, nem pela população microbiana intestinal; e dispor de método específico e sensível para sua quantificação analítica (RODRIGUEZ et al., 2006).

No intuito de contribuir com as linhas de pesquisas, bem como com a criação extensiva de animais de produção, objetivando a praticidade e confiabilidade dos dados, foi desenvolvido um indicador específico derivado da lignina do *Eucalyptus grandis* acrescida de grupos fenólicos, a LIPE[®], e quando foi atribuído a esse produto a tecnologia de nanopartículas originou-se a NANOLIPE[®].

Diante disso, objetivou-se avaliar a eficiência dos indicadores de produção fecal LIPE[®] e NANOLIPE[®] em comparativo a técnica tradicional coleta total de fezes (CTF) em equinos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A digestibilidade dos nutrientes é expressa como a porcentagem do nutriente que desaparece no balanço entre a ingestão e a excreção pelas fezes (VAN SOEST, 1994). Segundo Figueiredo (2011), buscar métodos de estimativa do valor nutricional tem sido alvo de pesquisas em âmbitos nacionais e internacionais na nutrição de diferentes espécies, pois experimentos com animais são caros, trabalhosos e relativamente longos. De acordo com Blaxter (1962), o valor nutricional de um alimento consiste em medir a capacidade de estimular e/ou garantir um agrupamento de atividade metabólicas do organismo animal no que tange a biologia sendo, de preferência obtida através do desempenho animal

As mensurações de consumo e digestibilidade podem ser feitas através do método direto de coleta total de fezes (CTF), caracterizado por um método preciso e tradicional (MAURÍCIO et al., 1996). Apesar da confiabilidade dos dados obtidos através da coleta total de fezes este método é muito trabalhoso e difícil de ser realizado com animais em sistema de pastejo, que consiste no principal tipo de criação brasileira (PEREIRA, 2010).

Metodologias de estimativas de digestibilidade, utilizados em estudos com animais, devem se basear na técnica CTF (padrão ouro) que representa a realidade, porém é necessário controle rígido da ingestão e excreção, tornando dificultoso e oneroso (BERCHIELLI et al. (2000). Moss (2012) afirmou que pesquisadores passaram a idealizar outros métodos (indireto ou indicadores) para determinar a digestibilidade. Esses métodos apresentam vantagens sobre a CTF por serem simples e com facilidade de manuseio, bem como podem proporcionar informações extras, incluindo a quantidade ingerida de alimentos e nutrientes específicos, taxa de passagem da digesta por todo o trato digestivo e digestibilidade do alimento ou nutrientes específicos (SILVA et al., 2009).

Os indicadores são classificados em internos e externos (MACHADO et al., 2011) sendo os internos, representados pelos constituintes naturais das dietas. Esses indicadores 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 (MOSS, 2012).

Os indicadores externos são variedade de compostos inertes, administrados aos animais (MACHADO et al., 2011). Devido a limitação por não se comportar como as partículas do alimento, e quando aderidos a sua porção fibrosa, podem alterar algumas características

químicas e físicas, como a gravidade específica (RODRIGUEZ et al., 2006). Entre os indicadores externos existentes, o óxido crômico é o mais empregado, apresentando as vantagens de ser barato e facilmente incorporado à dieta. Contudo, vários problemas têm sido correlacionados ao seu uso, como incompleta mixagem com a digesta ruminal, passagem mais rápida pelo rúmen que o material fibroso e possibilidade de acúmulo em alguma parte do trato digestivo e, dificuldades na análise (MACHADO et al., 2011).

Os indicadores permitem individualizar o consumo, mesmo em sistemas nos quais os animais tenham acesso à mesma fonte de alimento, como os sistemas de pastejo (SALIBA, 2005). Para Rodriguez et al. (2006), a adoção de indicadores é justificada por concentrar a coleta de amostras de fezes em proporções, excluindo o manuseio de grande quantidade de material fecal. A coleta total de fezes é muito precisa, porém possui limitações como: grande volume de fezes, estudo de apenas um alimento por ensaio, tempo de adaptação à dieta, bem como gaiolas metabólicas de alto custo. Tendo em vista estas dificuldades, novas técnicas surgiram, como por exemplo, uma delas seria a determinação da digestibilidade através da utilização da LIPE® (SILVA, 2010).

A LIPE® é derivado da lignina isolada do *Eucalyptus grandis* e enriquecida com grupos fenólicos desenvolvido por Saliba et al. (2003) e mostrou ser eficiente como indicador de produção fecal em pesquisas realizadas com diversas espécies (LANZETTA et al., 2009) como, por exemplo, bovinos (LIMA et al., 2008), aves (VASCONCELLOS et al., 2011), peixes (TEIXEIRA, 2008), equinos (LANZETTA et al., 2009), suínos (NUNES, 2012), dentre outros.

A técnica analítica para dosagem da LIPE® nas fezes é a Espectroscopia no Infravermelho, pois possui como características: rapidez, menos onerosidade, sensibilidade e não destrói a amostra (MOSS, 2012).

Moss (2012) relatou que os resultados da LIPE® associados a nanotecnologia deu origem a um nano indicador, a NANOLIPE®, que segue o mesmo princípio, entretanto possui nanopartículas, e é utilizado com êxito em diferentes espécies de animais, como bovinos (GONÇALVES, 2012), suínos (NUNES et al., 2011), ovinos (FIGUEIREDO, 2011) e equinos (MOSS, 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo desse estudo foi submetido ao Comitê de Ética e Experimentação Animal – CETEA, da Universidade Federal de Minas Gerais, que apreciou e emitiu parecer favorável com o número de registro 055/10 sobre a pertinência ética para com os animais experimentais.

O experimento foi realizado na Fazenda Pito Aceso, localizada no município de Itaúna – Minas Gerais. Os tratamentos avaliados consistiram da introdução dos incadores externos LIPE® e NANOLIPE® durante a avaliação de dietas compostas por concentrado e volumosos de Tifton-85 (*Cynodon* spp.) conservados na forma de silagem pré-secada ou feno. A composição química dos alimentos utilizados nas dietas, bem como composição química da dieta podem ser observados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente, desenvolvidas em pesquisas por Costa (2012)..

Tabela 1. Composição química dos alimentos utilizados nas dietas dos equinos

Item	Alimentos		
	Feno	Silagem Pré-Secada	Concentrado*
Matéria seca (%)	94,27	94,60	94,82
Matéria orgânica ¹	92,38	91,67	90,03
Matéria mineral ¹	7,62	8,33	9,97
Proteína bruta ¹	11,66	14,21	11,22
Fibra em detergente neutro ¹	78,71	77,95	31,60
Fibra em detergente ácido ¹	30,52	34,66	10,30
Hemiceluloses ¹	48,19	43,29	21,30
Energia bruta (Mcal/kg)	4,58	4,91	4,86

*70% milho rolão, 15% farelo de trigo, 5% farelo de soja, 3% calcário calcítico, 2% sal mineral, 1% fosfato bicálcico, 4% óleo de soja.

¹ Dados com base na matéria seca (%)
(COSTA, 2012)

Tabela 2. Composição química das dietas utilizadas no experimento

Item	Dieta (concentrado + volumoso)	
	Feno	Silagem Pré-secada
Matéria seca (%)	94,54	94,71
Matéria orgânica ¹	91,20	90,85
Matéria mineral ¹	8,80	9,15
Proteína bruta ¹	11,44	12,71
Fibra em detergente neutro ¹	55,16	54,77
Fibra em detergente ácido ¹	20,41	22,48
Hemiceluloses ¹	34,74	32,29
Energia bruta (Mcal/ kg)	4,72	4,89

¹ Dados com base na matéria seca
(COSTA, 2012)

O ensaio de digestibilidade teve duração de 32 dias, dos quais 23 dias consistiram da adaptação dos animais a condição experimental (dieta, instalações e manejo) seguidos de cinco dias destinados a coleta total de fezes (CTF) e administração do indicador LIPE[®], dois dias de intervalo seguido de um dia de adaptação e um de coleta para a NANOLIPE[®], como mostra a figura abaixo:

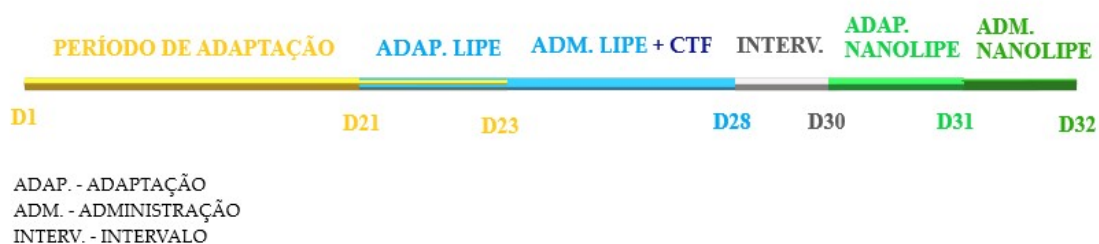


Figura 1. Cronologia do ensaio de digestibilidade

Foram utilizadas 12 éguas da raça Quarto de Milha com idade entre oito e 12 anos; peso vivo médio inicial de aproximadamente 451,58 kg; clinicamente saudáveis e com dentição normal. Uma semana antes de iniciar o experimento as éguas foram vermifugadas com Piraverme (*LAVIZOO*) e tratadas preventivamente com antiparasitário externo Aciendel Plus (*Biogénesi-Bagó*).

Antes de dar início ao ensaio, os animais foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos consistindo dos tratamentos experimentais para as dietas (volumoso em forma de silagem pré-secada ou feno) e indicadores externos LIPE[®] e NANOLIPE[®]. A avaliação dos indicadores externos ocorreu simultaneamente a avaliação experimental para as dietas.

Durante o período experimental as éguas permaneceram em baias individuais, com dimensões de 9m². As baias continham cama de palha de arroz, que durante a fase da coleta total de fezes era totalmente removida. No período de adaptação, a retirada das fezes e limpeza dos cochos de água nas baias foram feitas duas vezes ao dia, às 7h e 15h.

Diariamente, durante uma hora, os animais foram soltos em curral com piso cimentado, onde não tiveram acesso a alimento. Apenas nos dias de coleta total de fezes permaneceram confinados nas baias durante todo o período.

O fornecimento dos nutrientes da dieta foi calculado de acordo com indicação do NRC (2007) para animais em manutenção. Desta forma, adequando-se as exigências nutricionais às dietas compostas por concentrado e volumoso.

Semanalmente, os animais passaram por pesagem para cálculo do fornecimento de volumoso e concentrado, recebendo 2% do peso vivo de MS, com proporção volumoso: concentrado de 50:50.

O volumoso foi fracionado em três refeições diárias, nos horários de 7h, 13h e 17h; enquanto que o concentrado diário foi fornecido em duas refeições às 9h e 15h. Antes da oferta, a silagem pré-secada era inspecionada visualmente a fim de verificar a ocorrência de bolores. Foram pesadas as sobras de cada oferta alimentar antes de outro fornecimento, no intuito de obter o consumo real dos animais durante o período experimental.

No 24^o dia do experimento, foi iniciada a coleta total de fezes. Durante este período, os animais permaneceram presos durante todo o dia e monitorados durante 24 horas para coleta de todo material defecado, o qual era pesado imediatamente. Para amostragem das fezes, foi realizada coleta diretamente da ampola retal, no turno da manhã. As amostras dos alimentos fornecidos e das fezes foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e congeladas em *freezer* a -20°C, e enviadas para análises laboratoriais.

A produção fecal foi estimada usando os métodos de CTF, LIPE[®] e NANOLIPE[®]. Os indicadores externos foram administrados em capsulas na dosagem de 0,25g/animal/dia. A LIPE[®] foi administrado por sete dias, incluindo dois dias de adaptação e cinco de coleta total de fezes. A NANOLIPE[®] foi administrado por dois dias, incluindo um dia de adaptação e um dia para coleta de fezes. A administração dos indicadores externos foi por via oral no horário de fornecimento da ração concentrada.

Durante o período de administração dos indicadores, os animais foram monitorados durante 24 horas para coleta de todo material defecado, o qual foi imediatamente pesado. Para amostragem das fezes, foi realizada coleta diretamente da ampola retal, no turno da manhã.

Em laboratório, as amostras foram descongeladas, bem como formado um *pool* de 300 g das fezes de cada animal com proporções iguais referentes a cada dia de coleta. Após homogeneização das fezes, as mesmas passaram pelo processo de secagem em estufa ventilada a 55°C, durante 72 horas. Em seguida, foram processadas em moinho com peneira de crivo de 1 mm e analisadas para determinação de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) conforme AOAC (1995); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) segundo Van Soest et al. (1991).

Para os cálculos dos valores de produção fecal (PF) com os indicadores foram utilizadas as fórmulas, relacionadas a seguir, de acordo com Lanzetta et al. (2009) e Moss et al. (2017):

$$\text{PF na MS (g)} = \frac{\text{Quantidade da LIPE}^{\text{®}} \text{ fornecida (g)} \times 100}{\frac{A_i}{\text{MS TOTAL}}}$$

Onde: PF = produção fecal, em gramas; A_i = relação logarítmica das intensidades de absorção das bandas dos comprimentos de onda a $1.050 \text{ cm}^{-1}/1.650 \text{ cm}^{-1}$; MS fecal total = matéria seca total.

A_i é calculado pela fórmula: $A_i = \frac{A_{1050}}{A_{1650}}$

Onde: $A = \log \frac{I^0}{I}$, de modo que: $I^0 >$ intensidade; $I <$ intensidade.

As mesmas fórmulas foram empregadas para calcular a produção fecal utilizando o indicador externo NANOLIPE[®], fazendo substituição apenas da quantidade da LIPE[®] para a NANOLIPE[®].

Os indicadores externos LIPE[®] e NANOLIPE[®] foram analisados pelo método de espectroscopia no infravermelho com transformação de Fourier, de acordo com Saliba et al. (2015). Todas as análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária - UFMG.

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado com arranjo em parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas pelas dietas (feno e silagem pré-secada) e as subparcelas, os diferentes métodos de estimativa da produção fecal (CTF, LIPE[®] e NANOLIPE[®]). Os dados foram submetidos a análise de normalidade e homocedasticidade utilizando os testes de Lilliefors e Bartlett, respectivamente. Foi aplicado o teste de Fisher ($P < 0,05$) para avaliação das médias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre os métodos de estimativa da produção fecal (coleta total de fezes e indicadores) e a digestibilidade dos nutrientes das dietas avaliadas (feno e silagem pré-secada).

Não houve diferença ($P > 0,05$) no consumo estimado pelos métodos de produção fecal (CTF, LIPE® e NANOLIPE®) (Tabela 3), indicando similaridade na eficiência em termos de uso dos indicadores externos em equinos.

A produção fecal estimada pelos indicadores LIPE® e NANOLIPE® foram semelhantes ($P > 0,05$) a coleta total de fezes (CTF) (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo e produção fecal obtidos pelos métodos avaliados

Item (kg de MS/animal/dia)	Indicadores			
	CTF	LIPE®	NANOLIPE®	CV (%)
Consumo	8,64	8,45	8,57	8,66
PF	3,29	3,57	3,62	10,56

Médias semelhantes na linha não diferem entre si pelo teste de Fisher ($P > 0,05$).

Esse resultado corroborou com Lanzetta et al. (2009) avaliando a LIPE® e Moss et al. (2017), a NANOLIPE®, em equinos, onde argumentaram que a facilidade da administração das cápsulas garantiu a ingestão do indicador sem ocorrência de perdas e consequentemente sua concentração nas fezes, resultando em estimativas da produção fecal próxima a real. Esses achados indicam que estatisticamente a utilização desses indicadores estima a produção fecal com acurácia.

Inácio et al. (2017) ao comparar os métodos de avaliação de digestibilidade, em potros desmamados da raça Mangalarga Marchador alimentados com silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench cv. BRS 655) ou feno de capim vaqueiro (*Cynodon* cv. 90160 CD × cv. Mirage), também não encontraram diferenças estatísticas entre a produção fecal de matéria seca determinada a partir dos métodos de CTF e LIPE®. Concluíram que, sabendo o consumo total da ração, o marcador LIPE pode ser utilizado para estimar a produção fecal total e a digestibilidade de potros desmamados dessa raça.

Não houve efeito ($P > 0,05$) na digestibilidade aparente dos nutrientes utilizando os métodos de coleta total de fezes, LIPE® e NANOLIPE® (Tabela 4), ou seja, os valores

encontrados nesse estudo para os indicadores externos avaliados foram próximos às quantidades reais obtidas pela CTF.

Tabela 4. Digestibilidade dos nutrientes utilizando métodos de estimativa da produção fecal

Item (%)	Indicadores			
	CTF	LIPE®	NANOLIPE®	CV (%)
DMS	61,71	59,26	62,17	17,30
DFDN	59,33	63,74	62,13	8,41
DFDA	53,38	52,56	51,43	12,63
DPB	62,70	63,65	63,29	9,39
ED	61,92	61,35	61,54	8,92
DMO	64,13	63,70	63,12	6,59
DHEM	63,14	62,32	62,55	7,27

Médias semelhantes na linha não diferem entre si pelo teste de Fisher ($p>0,05$).

Semelhantemente os autores Lanzetta et al. (2009) utilizando a LIPE® e Moss et al. (2017) para NANOLIPE® observaram valores equivalentes para esses indicadores quando comparados a coleta total de fezes.

A maior vantagem da utilização da NANOLIPE® em relação a LIPE® está no tamanho muito reduzido das nanopartículas, o que possibilita um tempo de homogeneização no trato gastrointestinal mais rápido, exigindo apenas dois dias de fornecimento para obter os resultados desejados (MOSS et al., 2017), enquanto a LIPE® tem que ser fornecido durante cinco dias (LANZETTA et al., 2009). Ainda assim a LIPE® apresenta maiores vantagens quando comparado ao óxido de cromo, visto que este necessita de maior período de adaptação, em torno de 14 dias; perda do conteúdo, quando administrado aos animais; baixa aceitabilidade e valores do coeficiente de digestibilidade subestimados quando equiparado ao CTF como verificados nos estudos de Lanzetta et al. (2009).

Oliveira et al. (2003) avaliando as estimativas dos coeficientes de digestibilidade de nutrientes, em dietas para equinos, com o uso de óxido crômico e indicadores internos, observaram que os valores dos nutrientes se apresentaram subestimados. Para Lanzetta et al. (2009) o valor de produção fecal do indicador obtido com o óxido crômico foi subestimado, atribuindo este feito a perdas durante a ingestão, pois o indicador não foi bem aceito pelos animais, havendo perdas no fornecimento, além da retenção nos lábios e na boca dos animais de resíduos da mistura que continha o óxido crômico, o que levou a ingestão inferior à prevista.

Gobesso et al. (2011) em experimento com éguas sem raça definida, alimentadas com feno de Tifton 85 (*Cynodon sp*) e concentrado com milho submetido a quatro tipos de

processamento (triturado, floculado, laminado e extrusado), explicaram que os indicadores internos cinza insolúvel em detergente ácido e o indicador externo óxido crômico são inadequados para estimar a digestibilidade aparente dos nutrientes das dietas para equinos.

5 CONCLUSÃO

Os indicadores de produção fecal LIPE® e NANOLIFE® podem ser utilizados para estimativa da produção fecal em equinos em substituição ao método padrão de coleta total de fezes.

REFERÊNCIAS

- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods Of Analysis of the AOAC International**. 16ed. Washington, D.C. 1995.
- BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C. L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **R. Bras. Zootec.**, v. 29, n. 3, p. 830-833, 2000.
- BLAXTER, K. L. **The energy metabolism of ruminants**. 1ed. London, Engl: Charles C. Thomas (1962).
- COSTA, M. L. L. **Utilização de haylage de tifton-85 (*cynodon spp.*) na dieta de equinos**. 2012. 49f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
- FIGUEIREDO, M. R. P. **Indicadores externos de digestibilidade aparente em ovinos**. 2011. 86f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- GOBESSO, A. A. O.; RAMOS, S. C.; CASALECH, F. L.; MOREIRA, A. M. F. O.; BRANDI, R. A.; RENNO, F. P.; FREITAS JUNIOR, J. E. Indicadores para estimativa da digestibilidade aparente total em equinos. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, Salvador, v.12, n.1, p.264-274 jan/mar, 2011.
- GONÇALVES, N.C. **Validação do nanolipe como indicador para estimativa de consumo em bovinos leiteiros**. 2012. 41f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
- INÁCIO, D. F. S.; REZENDE, A. S. C.; SALIBA, E. O. S.; SILVA, R. H. P.; MARUCH, S.; LANA, A. M. Q.; RALSTON, S. L. Dry Matter Intake and Apparent Digestibility of Nutrients in the Ration of Mangalarga Marchador Weanling Horses Fed Sorghum Silage Versus Grass Hay. **Journal of Equine Veterinary Science**, vol 49, p. 87–91, 2017.
- LANZETTA, V.A.S.; REZENDE, A.S.C.; SALIBA, E.O.S.; et al. Validação do Lipe® como método para determinar a digestibilidade dos nutrientes em equinos. **R. Bras. Zootec.**, vol.38, n.1, p. 69-74, 2009.

LIMA, J. B. M. P.; GRAÇA, D. S.; BORGES A. L. C. C.; SALIBA E. O. S.; SIMÃO, S. M. B. Uso do óxido crômico e do LIPE® na estimativa do consumo de matéria seca por bezerros de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.60, n.5, p.1197-1204, 2008

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

MAURÍCIO, R.M.; GONÇALVES, L.C.; REZENDE, A.C.; et al. Determinação da digestibilidade aparente em equídeos através do óxido crômico, da lignina e da coleta total das fezes. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.48, n.6, p.703-711, 1996.

MOSS, P. C. B. **Digestibilidade aparente da dieta em equinos, estimada através de coleta total de fezes e do uso de indicadores**. 2012. 58f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

MOSS, P.C.B.; REZENDE, A.S.C.; SALIBA, E.O.; et al. Validação do Nanoliipe® como método para determinar a digestibilidade aparente dos nutrientes pelos equinos. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.69, n.3, p.687-694, 2017.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of horses**. National Academy Press, Washington, D.C., 6. Ed. 2007. 341p.

NUNES, A. N. **Validação de técnicas instrumentais para quantificação de amido e de indicadores de digestibilidade para dietas de suínos em crescimento**. 2012. 78f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

NUNES, A. N.; SALIBA, E.O.S.; DELL'ISOLA, A.T.P.; et al. Validação do indicador Nanoliipe para estimativa de produção fecal em suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2011, Belém - PA. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2011. p. 1-3.

OLIVEIRA, C. A. A.; ALMEIDA, F. Q.; VALADARES FILHO, S. C.; VIEIRA, A. A.; ALMEIDA, M. I. V.; CORASSA, A.; LOPES, B. A.; MACEDO, R. Estimativa da digestibilidade aparente de nutrientes em dietas para eqüinos, com o uso de óxido crômico e indicadores internos. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.6, p.1681-1689, 2003.

PEREIRA, R. V. G. **Digestibilidade e consumo de equinos em treinamento e criados a pasto**. 2010. 60f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S.; GUIMARÃES, R. Uso de indicadores para estimativa de consumo a pasto e digestibilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006, p.33-352.

SALIBA, E. O. S. Palestra – Uso de indicadores: Passado, presente e futuro. In: TELECONFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 1., 2005, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Escola de Veterinária / UFMG, 2005, p. 04-22.

SALIBA, E.O.S.; PEREIRA, R.A.N; FERREIRA, W.M.; et al. Lignin from Eucaliptus Grandis as indicator for rabbits in digestibility trials. **Tropicaland Subtropical Agroecosytems**, v. 3, n. 1-3, 2003.

SALIBA, E.O.S.; FARIA, E.P.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Use of infrared spectroscopy to estimate fecal output with marker Lipe[®]. **Int. J. Food Sci. Nutr. Diet.**, v.S004, p.1-10. 2015.

SILVA, V. P. **Avaliação nutricional de fenos de estilosantes e de alfafa em equinos**. 2010. 103f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

SILVA, V.P.; ALMEIDA, F.Q.; MORGADO, E.S.; et al. Digestibilidade dos nutrientes de alimentos volumosos determinada pela técnica dos sacos móveis em equinos. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.1, p.82-89, 2009.

TEIXEIRA, E. A. **Avaliação de alimentos e exigências de energia e proteína para juvenis de surubim (Pseudoplatystoma spp)**. 2008. 88f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

VASCONCELLOS, C. H. F.; FONTES, D. O.; SALIBA, E. O. S.; VELOSO, J. A. F.; LARA, L. J. C. Uso da LIPE[®] como indicador externo na determinação da digestibilidade da proteína e matéria seca de alimentos em frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, vol.35, n.3, 2011.

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.