

Rafael Henrique Prado Silva

A influência das verminoses no aproveitamento dos nutrientes da dieta por equinos Mangalarga Marchador criados em condições extensivas

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

Área de concentração: Nutrição Animal.
Orientadora: Adalgiza Souza Carneiro de Rezende

Coorientadora: Sarah L. Ralston

Belo Horizonte

2015

S586i Silva, Rafael Henrique Prado, 1991-
A influência das verminoses no aproveitamento dos nutrientes da dieta por equinos Mangalarga Marchador criados em condições extensivas / Rafael Henrique Prado Silva. – 2015.

72 p.: il

Orientadora: Adalgiza Souza Carneiro de Rezende

Co-orientadora: Sarah L. Ralston

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária. Inclui bibliografia

1. Mangalarga (Cavalo) – Alimentação e rações – Teses. 2. Nutrição animal – Teses. 3. Dieta em veterinária – Teses. 4. Helminto – Teses. 5. Digestibilidade – Teses.
I. Rezende, Adalgiza Souza Carneiro de. II. Ralston, Sarah L. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. IV. Título.

CDD – 636.108 5

FOLHA DE APROVAÇÃO

RAFAEL HENRIQUE PRADO

DISSERTAÇÃO submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ZOOTECNIA, como requisito para obtenção do grau de MESTRE em ZOOTECNIA, área de concentração NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO ANIMAL.

Aprovada em 22 de janeiro 2015, pela banca constituída pelos membros:

Adalgiza Souza Carneiro de Rezende

Prof^a. Adalgiza Souza Carneiro de Rezende
Presidente - Co-orientador

Roberta Ariboni Brandi

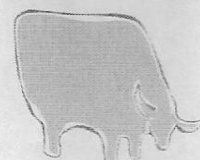
Dr^a. Roberta Ariboni Brandi
Departamento de Zootecnia FZEA /USP

Eloisa de Oliveira Simões Saliba

Prof^a. Eloísa de Oliveira Simões Saliba
Escola de Veterinária - UFMG

Ana Cristina Passos de Paiva Bello

Dr^a. Ana Cristina Passos de Paiva Bello
MAPA- UFMG



SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	5
LISTA DE TABELAS	6
LISTA DE ABREVIATURAS	7
RESUMO.....	8
ABSTRACT	9
INTRODUÇÃO GERAL.....	10
CAP I REVISÃO DE LITERATURA	12
1.1. Digestão de nutrientes em equinos.....	12
1.2. Infestação dos equinos por helmintos.....	14
1.2.1. Helmintos no estômago	16
1.2.2. Parasitas no intestino delgado.....	17
1.2.3. Parasitas no intestino grosso.....	18
1.3. Determinação do consumo de equinos a pasto	20
1.4. Referências bibliográficas	23
CAP II – DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES DA DIETA DE ÉGUAS VERMIFUGADAS E NÃO VERMIFUGADAS	29
2.1. Resumo	29
2.2. Abstract.....	29
2.3. Introdução	30
2.4. Materiais e métodos.....	32
2.5. Resultados	39
2.6. Discussão	42
2.7. Conclusão	49
2.8. Referências bibliográficas	50
CAP III – MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DA MATÉRIA SECA EM EQUINOS	56
3.1. Resumo	56
3.2. Abstract.....	56
3.3. Introdução	57
3.4. Materiais e métodos.....	58
3.5. Resultados	62
3.6. Discussão	62
3.7. Conclusão	64
3.8. Referências bibliográficas	65
ANEXO 1	68
APÊNDICE A.....	69
APÊNDICE B.....	70
APÊNDICE C.....	71
APÊNDICE D.....	72

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me capacitou e me sustentou ao longo de toda a minha vida profissional. A Ele a honra e a glória.

Aos meus pais, Ilza e José Alberto, irmãos Carlos e Alison, e demais familiares pelo apoio durante toda esta jornada.

À professora Adalgiza Rezende pelas orientações, exemplo e inspiração na minha carreira profissional e por oferecer oportunidades para o aprendizado em diversos haras e diferentes situações.

À minha namorada Brenda de Cássia pelos conselhos e paciência nos momentos de estresse, e por compreender minha ausência em momentos importantes.

Aos meus irmãos em Cristo, pastores Anderson, Alisson e Cássio, pelas orações e aconselhamentos.

À professora Sarah Ralston e toda a sua equipe, pela coorientação, ensinamentos e por conseguir financiamento para as pesquisas, sendo fundamental neste trabalho.

Ao professor Arildo Cunha e professora Ana Bello, pelas sugestões e ensinamentos na área de Parasitologia.

À professora Maria de Lurdes, do Departamento de Parasitologia da UFRRJ, pelas dicas e treinamento de identificação de larvas.

Aos prof. Juliano Martins, Raquel Moura e Vinícius Pimentel pelos conselhos e ajuda nos cálculos estatísticos.

Aos discentes de pós-graduação Kate, Diogo e Suzana por ajudar na execução e análise dos resultados do experimento.

Aos discentes de veterinária da UFMG Débora, Larissa, Júlia e Carolina pela ajuda na execução do experimento e nas análises de laboratório.

Aos meus amigos pelo apoio e palavras de ânimo durante esse percurso.

Ao Dalton Colares, que disponibilizou o Haras Catuni e os animais para a realização do experimento e aos funcionários, em especial Pacífico, Grosso e Edna, pela ajuda na execução do experimento.

Aos funcionários da Escola de Veterinária, em especial, ao Toninho do Laboratório de Nutrição Animal e ao Danilo do Laboratório de Estatística da Escola de Veterinária da UFMG por sempre terem boa vontade em ajudar.

À CAPES, pela concessão de bolsa de estudos durante todo o mestrado. À Fulbright e Zoetis, pelo financiamento das pesquisas desenvolvidas.

Por fim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

LISTA DE TABELAS

CAPITULO II

- Tabela 1. Composição química das dietas (concentrado e volumoso)¹ fornecidas aos animais durante o primeiro e segundo ensaios de digestibilidade34
- Tabela 2. Comparação do consumo e coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta no primeiro e segundo ensaio de digestibilidade de cada grupo experimental.....40
- Tabela 3. Comparação do consumo de matéria seca e coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta nos animais dos grupos experimentais, no segundo ensaio de digestibilidade.....41
- Tabela 4. Comparação das subtrações dos valores de consumo e coeficientes de digestibilidade aparente do segundo e primeiro ensaio de digestibilidade.....41
- Tabela 5. Comparação entre os parâmetros sanguíneos obtidos nos ensaios de digestibilidade 1 e 2, em cada grupo isoladamente.....42
- Tabela 6. Comparação dos parâmetros sanguíneos dos grupos vermifugado e não vermifugado no segundo ensaio.....42

CAPITULO III

- Tabela 1. Comparação da estimativa de consumo de matéria seca do grupo experimental com o indicador LIPE associado à técnica dos sacos móveis (CSMOVEL), associado à digestibilidade *in vitro* (CDIVMS) e associado à lignina Klason (CLK)62

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1.** Certificado do Comitê de ética do uso dos animais68

LISTA DE APÊNDICES

- Apêndice A.** Composição química do concentrado e volumoso durante o primeiro e segundo ensaio de digestibilidade69
- Apêndice B.** Pesagem quinzenal dos animais durante o período experimental70
- Apêndice C.** Avaliação quinzenal do escore da condição corporal dos animais durante o experimento71
- Apêndice D.** Resultados dos exames de ovos por grama de fezes dos animais antes da vermifugação e 10, 17, 24, 31, 38 e 42 após a vermifugação, correspondendo ao OPG 1 a 7, respectivamente72

LISTA DE ABREVIATURAS

AGVs	Ácidos graxos voláteis
Ca.....	Cálcio
CDA.....	Coefficiente de digestibilidade aparente
CEL.....	Celulose
CIDA.....	Cinza insolúvel em detergente ácido
CEUA	Comitê de ética do uso dos animais
CMS	Consumo de matéria seca
CNF	Carboidratos não fibrosos
CTF	Coleta total de fezes
DIVMS	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca
EB	Energia bruta
ECC	Escore da condição corporal
EE.....	Extrato etéreo
EOS	Eosinófilos
FB	Fibra bruta
FDA	Fibra em detergente ácido
FDAi	Fibra em detergente ácido indigestível
FDN	Fibra em detergente neutro
FDNi	Fibra em detergente neutro indigestível
GPD	Ganho de peso diário
HCEL	Hemiceluloses
HCT	Hematócrito
HGB	Hemoglobina
LDA	Lignina em detergente ácido
LEUC	Leucócitos
LINF	Linfócitos
LIPE [®]	Lignina purificada e enriquecida
LK	Lignina Klason
MM	Matéria mineral
MO.....	Matéria orgânica
MON	Monócitos
MS	Matéria seca
NRC	National Research Council
NV	Grupo não vermifugado
OPG	Ovos por grama de fezes
P	Fósforo
PB	Proteína bruta
PF	Produção fecal
PV.....	Peso vivo
% PV.....	Porcentagem do peso vivo
V	Grupo vermifugado

RESUMO

Os equinos criados em regiões tropicais e subtropicais ficam predispostos a infecções por parasitas gastrointestinais e suspeita-se que a infestação por esses vermes possa influenciar na eficiência digestiva desses animais. No entanto, esse efeito ainda não foi comprovado. Objetivou-se avaliar a influência da infestação por endoparasitas sobre a digestibilidade de nutrientes da dieta de equinos e também comparar diferentes estimativas de consumo pelo indicador LIPE. Dezenove éguas Mangalarga Marchador, de 3 a 8 anos de idade e peso vivo médio de $397,16 \pm 32,55$ kg, não desverminadas nos últimos 12 meses, foram distribuídas conforme a carga parasitaria em dois grupos (V e NV). As éguas do grupo V foram tratadas com antihelmíntico e as do Grupo NV não. Essas éguas foram mantidas em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, recebendo sal mineral e água *ad libitum*, além de concentrado na proporção de 0,3 a 0,5% do peso vivo, dependendo da condição corporal dos animais. O experimento teve duração de 51 dias. Foram feitos dois ensaios de digestibilidade: o primeiro para definir o nível inicial de digestibilidade dos animais e o segundo, 35 dias após a vermifugação do grupo V para verificar o efeito da desverminação dos animais sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta. Também foram feitas coletas de sangue no primeiro e segundo ensaios de digestibilidade para avaliar os níveis de hematócrito, hemoglobina, leucócitos, linfócitos, eosinófilos e monócitos. O consumo, a produção fecal e a digestibilidade de cada nutriente da dieta foram determinados utilizando-se o indicador externo LIPE[®]. Para determinação da digestibilidade, foram realizadas análises de matéria seca, energia bruta, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, cinzas, cálcio e fósforo do volumoso, concentrado e fezes. As estimativas de consumo de matéria seca do grupo vermifugado pelo LIPE foram calculadas em associação com a digestibilidade da matéria seca pelos sacos móveis, com a digestibilidade *in vitro* e com o indicador externo lignina Klason, sendo as três estimativas comparadas entre si. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Fisher, para os coeficientes de digestibilidade, e teste de Tukey a 5%, para os parâmetros sanguíneos e para a comparação entre as estimativas de consumo. Não houve diferenças ($p > 0,05$) para os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes, com exceção do fósforo, que foi melhor no grupo NV, nem nos parâmetros sanguíneos avaliados. O consumo pelo LIPE, quando associado aos sacos móveis e à digestibilidade *in vitro* não apresentaram diferença ($p > 0,05$), apresentando potencial para ser utilizado para estimar o consumo de equinos a pasto. A infestação por ciatostomíneos não alterou a digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta em éguas Mangalarga Marchador no terço inicial da gestação suplementadas com concentrado.

Palavras-chave: digestibilidade; helmintos; nutrição

ABSTRACT

The horses raised in tropical and subtropical regions are predisposed to infections caused by gastrointestinal parasites and it is suspected that the worm infestation may influence in the digestive efficiency of these animals. However, this effect has not yet been proven. The objective was to evaluate the influence of endoparasites infestation on the digestibility of nutrients of the equine diet and also compare different estimates of consumption by the LIPE indicator. Nineteen mares Mangalarga Marchador, with 3 to 8 years of age and live weight average of $32.55 \text{ kg} \pm 397.16$ was not dewormed in the last 12 months, were distributed as the parasitic burden into two groups (V and NV). Group V mares were treated with anthelmintic and Group NV was not. These mares were kept in pasture of *Panicum maximum* CV. Tanzania, receiving mineral salt and water *ad libitum*, and concentrated in the ratio of 0.3 to 0.5% of live weight, depending on the body condition of the animals. The experiment lasted 51 days. Two digestibility trials were made: the first to define the initial level of digestibility of animals and the second, 35 days after worming the Group V to check the effect of the dewormed of the animals on the apparent digestibility of nutrients in the diet. Also blood collections were made in the first and second tests of digestibility to evaluate levels of hematocrit, hemoglobin, leukocytes, lymphocytes, eosinophils and monocytes. Consumption, faecal production and the digestibility of each nutrient in the diet were determined using the external indicator LIPE[®]. For determination of the digestibility of dry matter were held analysis of gross energy, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, ash, calcium and phosphorus of concentrated and stools. The dry matter intake evaluation of Group V were calculated in association of the LIPE, digestibility of dry matter by mobile bags, *in vitro* digestibility and with the external indicator Klason lignin, being the three evaluations compared with each other. The data were subjected to analysis of variance and averages were compared by Fisher test for digestibility coefficients, and Tukey test to 5% for the blood parameters and for comparing consumption estimates. There were no differences ($p > 0.05$) for the apparent digestibility coefficients of nutrients, with the exception of phosphorus, which was best in Group NV, nor in blood parameters evaluated. Dry matter intake by the LIPE, when associated to mobile bags and digestibility *in vitro* did not show differences ($p > 0.05$), showing the potential to be used for estimating the intake of horses on pasture. Cyathostomine infestation did not alter the apparent digestibility of nutrients in the diet in mares Mangalarga Marchador, in the initial third of gestation supplemented with concentrate.

Keywords: digestibility; helminths; nutrition

INTRODUÇÃO GERAL

Segundo a Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO (2013), o rebanho equino brasileiro é o maior da América do Sul e o quarto maior do mundo, com efetivo de 5,5 milhões de cabeças em 2011 e de acordo com o IBGE (2013), em 2011, o efetivo de asininos foi de 974,5 mil animais e o de muares foi de 1,3 milhão de cabeças, o que totaliza 7,77 milhões de equídeos no país.

No Brasil o cavalo exerce um importante papel nos âmbitos econômico e social, sendo que no aspecto econômico, desempenha funções como tração e sela para trabalho. Já no social, está envolvido em esportes e lazer. O complexo agronegócio do cavalo envolve vários segmentos, e os 30 segmentos principais movimentam anualmente cerca de R\$7,3 bilhões e empregam cerca de 3,2 milhões de pessoas, direta e indiretamente, o que corresponde a aproximadamente seis vezes mais que a indústria automotiva nacional e vinte vezes mais do que a aviação civil brasileira. O Brasil é também o quinto maior exportador de carne equina do mundo e as exportações desse produto em 2005 geraram uma receita de US\$ 34 milhões (Lima et al., 2006).

O rebanho equino brasileiro concentra-se principalmente na região sudeste que abriga 24,4% dos animais. O estado com maior número de cabeças é o de Minas Gerais, que possui 14,4% do rebanho nacional, seguido da Bahia, com 10,1% e Rio Grande do Sul, com 8,6% (IBGE, 2013).

O clima tropical e a disponibilidade de área nos criatórios de equinos do Brasil favorecem a criação desses animais soltos durante todo o ano em pastagens formadas por gramíneas, as quais constituem o principal alimento da espécie. Durante o pastejo, os animais podem ingerir ovos e larvas de endoparasitas que desenvolvem parte de seu ciclo de vida no ambiente externo e suspeita-se que uma alta infestação desses parasitas possam causar prejuízos à digestão do alimento (Molento, 2004).

As parasitoses parecem ser um dos principais problemas que afetam a saúde dos equinos no Brasil. Costa (2011) relatou que os parasitas têm ações patogênicas como: espoliação do sangue, tecidos e nutrientes; ação mecânica, causando obstrução, compressão, traumatismo e lise celular; ação tóxica; ação antigênica, imunitária ou inflamatória; ação favorecedora de infecções secundárias, além de funcionar como vetor de transporte de outros agentes patogênicos. Esse autor ressaltou que, um mesmo parasita pode desenvolver mais de uma

ação no hospedeiro, o que potencializa os danos pela infecção.

As perdas econômicas causadas pelas parasitoses nos animais são altas quando se considera que pode ocorrer redução da produtividade, e o aumento à susceptibilidade a doenças, o que justifica o tratamento para essa enfermidade (McMullan, 1967; Field et al., 1990). Além disso, Vidotto (2000) alertou para o risco de se manter um rebanho sem tratamento anti-helmíntico quando afirmou que as infecções helmínticas podem não apresentar sintomas aparentes, caracterizando a forma subclínica. Nesse caso o problema econômico se agrava, pois é imperceptível aos olhos do criador. O autor também afirmou que, em bovinos, os helmintos diminuem o apetite do hospedeiro e ainda prejudicam a digestibilidade dos nutrientes, devido à infecção do sistema digestivo.

Apesar de estudos com outras espécies terem demonstrado a importância do tratamento anti-helmíntico no aproveitamento dos nutrientes da dieta (Milner et al., 1965; Knox & Steel, 1996), ainda não está clara a real necessidade do tratamento anti-helmíntico para as diversas categorias de equinos criados em condições extensivas.

O melhor método para avaliação da digestibilidade aparente da dieta pelos equinos é a coleta total de fezes. No entanto, a criação extensiva desses animais no Brasil não permite a utilização desse método. Assim sendo, a eficácia do uso de métodos alternativos possíveis de serem utilizados nos animais criados em condições extensivas, como o indicador LIPE, tem sido testada na espécie equina (Lanzetta et al, 2009; Saliba et al.; 2010; Moss, 2012).

Levando em consideração que a infestação por parasitas gastrointestinais são um grande problema para equinos criados em regiões tropicais e, em virtude da suspeita de que eles possam influenciar na eficiência digestiva dos equinos objetivou-se, com esse trabalho, comparar os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes da dieta de equinos submetidos ou não a tratamento anti-helmíntico. Além disso, objetivou-se comparar as estimativas de consumo de matéria seca com o indicador LIPE associado à técnica dos sacos móveis, digestibilidade *in vitro* e lignina Klason.

CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA

1.1. Digestão de nutrientes em equinos

Os equídeos passam grande parte do dia pastejando em pequenas porções, ocupando até 70% do dia em pastejo. Esses animais possuem alta capacidade de seleção de alimento garantida pelos lábios móveis, dentes e também pela língua (Frape, 2007; Smith et al., 2012).

O estômago simples dos equídeos tem capacidade reduzida e corresponde a 8,5% do trato gastrointestinal (TGI). Por isso, se alimentam com frequentes e pequenas refeições ao longo do dia. Já o intestino delgado mede de 18 a 22m, representando 30,2% do TGI, e é o principal local de absorção de nutrientes, enquanto o intestino grosso equivale a cerca de 61,3% do TGI, sendo um local intensamente colonizado por microorganismos degradadores de fibra (Jordão et al., 2011).

A morfofisiologia dos equídeos proporciona digestão eficiente de alimentos fibrosos, os quais devem ser a base de sua dieta (Longland, 2012). A fibra é inicialmente quebrada em partículas menores na boca através da mastigação. Quando comparados com outras espécies, os equídeos possuem maior taxa de mastigação/min (73 a 92) e menor ingestão de matéria seca/min para fenos. Levando em consideração o tipo de alimento, o número de movimentos mastigatórios por kg de alimento é bem maior para volumosos do que para concentrados, sendo de 3000 a 3500 e de 800 a 1200, respectivamente. Assim sendo, para ingerir 1kg de aveia, o cavalo gasta cerca de 10 min e para 1kg de feno gasta de 40 a 50 min (Frape, 2007).

Segundo Frappe (2007), a maior taxa de mastigação proporcionada pela ingestão de alimentos fibrosos estimula a produção de saliva, que além de facilitar a deglutição e umedecer o alimento, tem efeito tamponante no estômago devido à presença de potássio, bicarbonato e cloreto de sódio, o que favorece a mínima fermentação existente nas regiões fúndica e esofágica do estômago.

O principal local de digestão da fibra é o intestino grosso, mais precisamente no ceco e cólon, que juntos correspondem a cerca de 60% do volume do trato digestivo dos equinos. Neste local, a fibra é fermentada e gera ácidos graxos voláteis (AGVs) como acetato, propionato e butirato. Uma vez absorvidos, os AGVs chegam ao fígado, onde são metabolizados. Acetato e butirato são metabolizados a Acetil-CoA e armazenados como triacilgliceróis, que podem ser utilizados para fornecer energia. Já o propionato, é utilizado nas vias gliconeogênicas para a síntese de glicose. Devido à produção de energia através dos AGVs, os equinos em

manutenção podem ser bem nutridos em pastejo exclusivo. O acetato é o principal AGV, correspondendo a 70% do total. Em seguida, vem o propionato com 20% e o restante corresponde ao butirato e outros AGVs, como valerato e isovalerato (Andriquetto, 1990; Brandi & Furtado, 2009).

De acordo com Meyer (1995), a falta de fibra pode causar redução do peristaltismo e da atividade microbiana e, como consequência, há aumento nos riscos de obstruções, fermentações secundárias, diarreia e deficiências de vitaminas B e K por insuficiência na sua produção pela microbiota.

Para Oliveira (2003), os alimentos volumosos, com até 15% de fibra bruta (FB), são digeridos na mesma extensão em equinos e ruminantes, mas quando há maior teor de fibra bruta (FB), a digestão em equinos é em torno de 75% da que ocorre em ruminantes.

Carboidratos não-fibrosos como o amido são digeridos no intestino delgado, pela ação de enzimas como α -amilase, secretada pelo pâncreas, e α -glicosidades ou dissacarases, secretadas pela mucosa intestinal (Brandi & Furtado, 2009). A ação da α -amilase libera oligossacarídeos que podem ser hidrolisados pelas α -glicosidades, maltase e isomaltase, que têm maior atividade enzimática em comparação a outras espécies (Andriquetto, 1990). Conforme o NRC (2007), a digestibilidade do amido é, em geral, maior que 90%.

A sacarose sofre ação da sacarase entérica, liberando glicose e frutose. A lactose, ingerida por potros a partir do leite, é digerida pela lactase presente na borda em escova da mucosa intestinal, que tem maior atividade em animais jovens. Os monossacarídeos liberados são absorvidos através de mecanismo de transporte ativo pelas células intestinais e seguem até o fígado pelo sistema porta-hepático (Brandi & Furtado, 2009).

Já a digestão de proteínas se inicia com a ação da pepsina, juntamente com o HCl, no estômago. No duodeno, os peptídeos são degradados com a ação do suco pancreático, que contém enzimas proteolíticas (carboxipeptidases A e B, tripsina, quimiotripsina). No jejuno e íleo, ocorre ação de enzimas duodenais sobre di e tripeptídeos e os aminoácidos liberados podem ser absorvidos pelas células entéricas. Os aminoácidos chegam ao fígado pelo sistema porta hepático, onde podem constituir proteínas, serem convertidos a outros aminoácidos ou deaminados para a geração de energia (Andriquetto, 1990).

O crescimento microbiano também depende de uma fonte de nitrogênio prontamente disponível, que advém da dieta ou da ureia secretada no lúmen. Porém, a digestão proteica é 40 vezes maior no íleo do que no intestino grosso, devido à ação enzimática. Com a morte e

degradação dos microorganismos, ocorre a liberação de aminoácidos, que são reaproveitados pelos próprios microorganismos. A absorção de aminoácidos no intestino grosso pelos equinos ainda é debatida. Alguns acreditam que de 1 a 12% dos aminoácidos plasmáticos derivam da microbiota, mas estudos com isótopos indicam que a síntese microbiana no intestino grosso não tem papel significativo para os equinos (Frape, 2007).

Na espécie equina, os lipídeos são inicialmente emulsificados pela ação dos sais biliares secretados continuamente pelo fígado, devido à ausência de vesícula biliar, o que permite melhor digestão dos lipídeos. Em seguida, o pâncreas secreta o suco pancreático com as enzimas lipase pancreática, colesterol esterase e fosfolipase A2 degradadoras de lipídeos. Os ácidos graxos liberados são incorporados a lipoproteínas transportadoras (Quilomícrons, VLDL, LDL, IDL, HDL) para transpassarem as células entéricas, principalmente no jejuno e íleo, e são transportados via sangue ou linfa até o fígado. Neste, os lipídeos serão direcionados para os demais tecidos ou para síntese de triacilgliceróis, armazenados no tecido adiposo. Uma particularidade da espécie equina, em relação aos bovinos, é a de que essas duas espécies diferem quanto à composição da gordura corporal, pois nos equinos ela é influenciada pela composição dos lipídeos da dieta que são absorvidos antes de serem alterados pelas bactérias do intestino grosso e nos bovinos a composição da dieta sofre alterações no rúmen antes de alcançarem o intestino delgado, local de absorção dos lipídeos (Frape, 2007; Jordão, 2011).

Frape (2007) afirmou que a absorção de minerais e vitaminas pode ocorrer tanto no intestino delgado como no intestino grosso, dependendo do elemento químico e do tipo de dieta. Por exemplo, em uma dieta exclusiva de volumosos, a absorção de fósforo ocorre somente no intestino grosso, ao passo que em dietas com concentrado, parte do fósforo é absorvido antes de chegar ao intestino grosso. Já para o cálcio, cerca de 50 a 80% é absorvido no intestino delgado. Mas, para o autor, a absorção de cálcio e fósforo depende de diversos fatores, como idade do animal, fonte alimentar, concentração do mineral, presença de oxalato e fitato na dieta.

1.2. Infestação dos equinos por helmintos

Na equideocultura brasileira, as parasitoses demonstram ser um dos maiores problemas que afetam a saúde dos animais. De acordo com Lichtenfels et al. (2008), os cavalos são parasitados por 83 espécies de endoparasitas, sendo que 64 pertencem à família Strongylidae. Essa família pode ser dividida em duas subfamílias: Strongylinae e Cyathostominae, conhecidos como grandes e pequenos estrôngilos, respectivamente. Os pequenos estrôngilos,

ou ciatostomíneos, representam 50 das 64 espécies de estrôngilos que parasitam os equinos e têm sido os nematódeos que mais comumente são encontrados nos cavalos. Loon et al. (1995) afirmaram que os ciatostomíneos tem alta incidência nos rebanhos equinos, pois, nos últimos anos, casos de resistência a antihelmínticos têm sido relatados devido ao fato de suas larvas permanecerem encistadas na parede do trato gastrointestinal. Essas larvas podem emergir e causar a ciatostominose larval, que pode provocar a morte do hospedeiro.

Devido às condições favoráveis à produção vegetal, proporcionadas pelo clima tropical, e à disponibilidade de área no país, o sistema brasileiro de criação de equinos é baseado na utilização de pastagens (Carvalho, 1987). Os equinos em pastejo estão expostos a alto risco de infecção por parasitas com ascarídeos, estrôngilos, oxiúrus e cestódeos, porque estes se desenvolvem parcialmente no ambiente externo e seus ovos e larvas podem sobreviver por vários meses no ambiente. Muitos animais são infectados quando ingerem pasto contaminado com ovos e larvas que causam prejuízos à digestão do alimento, podendo acarretar em perda de peso, redução do crescimento, hipoalbuminemia, anemia, cólica e diarreia (Cazanpal-Monteiro; *et al.*, 2012).

Conforme Cesio *et al.* (2008), as enfermidades causadas por helmintos são as mais prejudiciais à produção animal e Araújo (2008) citou que os equinos com parasitos gastrintestinais podem diminuir seu rendimento nos exercícios físicos.

A figura 1 ilustra os ovos dos principais helmintos que parasitam os equinos.

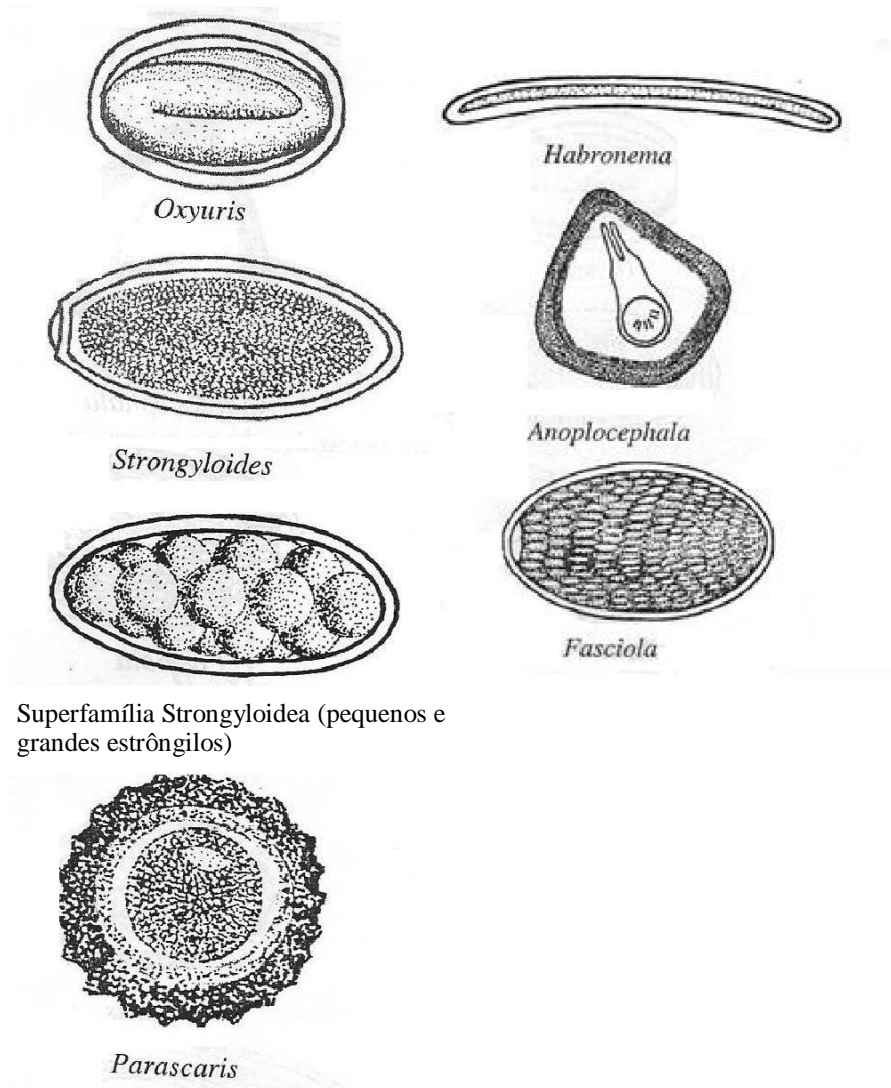


Figura 1. Ovos de parasitas mais frequentemente encontrados nas fezes de equinos.

Fonte: Araújo, 2006.

A seguir, estão descritos os principais helmintos que se alojam nos órgãos e seguimentos do trato gastrointestinal dos equinos.

1.2.1. Helmintos no Estômago

Trichostrongylus axei

Estes nematódeos pertencem à ordem Strongylida, família Trichostrongylidae. As larvas se desenvolvem principalmente nas pastagens e, quando ingeridas, provocam lesões e irritações na mucosa e nos capilares do estômago e do intestino delgado. A infecção causa diarreia com

fezes escuras, inapetência, redução no crescimento e perda de peso (Frape, 2007).

Família Spiruridae

As espécies que afetam os equinos são *Habronema muscae*, *H. microstoma* e *H. megastoma*. Os vermes adultos se alojam no estômago, causando ulcerações e gastrite.

As larvas causam bastante incômodo ao equino, pois, além de afetar o estômago, podem se alojar na derme quando as moscas depositam os ovos em feridas do animal. Nas feridas, as larvas se alimentam dos tecidos, o que impede a cicatrização, caracterizando as chamadas feridas de verão ou habronemose cutânea (Belli et al., 2005).

1.2.2. Parasitas do intestino delgado

Anoplocephala magna e *A. perfoliata*

Esses vermes são da classe Cestoda, comumente considerada como não preocupante para equinos. Porém, Stieven *et al.* (2008) afirmaram que existe uma patogenicidade potencial dessa classe em equinos. Os adultos de *A. perfoliata* se alojam na válvula ileocecal, geram ulcerações na mucosa e até mesmo cólicas por obstrução intestinal. Já os da espécie *A. magna* são encontrados no jejuno, causando enterite catarral ou hemorrágica, além de obstrução e perfuração intestinal, sendo, portanto, mais patogênica do que a primeira.

Parascaris equorum

A infecção ocorre principalmente em animais jovens, pela ingestão de ovos com larvas L2, que eclodem no intestino delgado. Então, as larvas penetram na mucosa intestinal, podendo migrar para o fígado e pulmões. Em altas infestações, chegam a interromper o trânsito intestinal. Assim, podem causar pneumonia, tosse, obstrução intestinal, peritonite, cólicas e até morte em potros (Rendle, 2014).

Strongyloides westeri

Esses parasitas pertencem à família Strongyloididae e são de grande importância para potros com menos de 6 meses de idade, pois, além de penetrar na pele, as larvas podem ser transmitidas através do colostro ou leite, não levando a manifestação de sinais clínicos em adultos. Em potros, os vermes causam tosse, hemorragia pulmonar, erosão na mucosa intestinal, baixa absorção de nutrientes, diarreia aguda, fraqueza e morte (Costa, 2011; Lucena et al., 2012).

1.2.3. Parasitas do intestino grosso

Oxyuris equi

Essa espécie comumente parasita o ceco e o colo de equídeos, sendo que os animais jovens são mais susceptíveis. As larvas causam pequenos danos, pois se alimentam de bolo alimentar, células descamadas e bactérias. Em infecções massivas, podem provocar inflamação da mucosa intestinal, com pequenas áreas necrosadas. As fêmeas na ovipostura provocam irritação na região perianal dos animais devido à secreção de uma substância gelatinosa alergênica. Os animais ficam inquietos e estressados tentando se coçar em mourões, troncos e árvores. Isso provoca perda de pelos da cauda, feridas e inflamação na região perianal (Wolf et al., 2014).

Grandes estrôngilos

Os grandes estrôngilos são representados pelas espécies *Strongylus vulgaris*, *S. edentatus* e *S. equinus*. Estes parasitas são cosmopolitas e a infecção se dá pela ingestão de larvas L3, que migram dentro do hospedeiro, causando cólicas, diarreias, redução de peso, anorexia, pelos ásperos e pirexia.

As larvas de *S. vulgaris* penetram na mucosa intestinal e se alojam na artéria mesentérica cranial, provocando arterites tromboembólicas, oclusões e inibição do fluxo sanguíneo, o que acarreta em cólicas obstrutivas que exigem intervenções cirúrgicas. Também causam anemia, leucocitose, neutrofilia, eosinofilia, hipoalbuminemia e hiperbetaglobulinemia (Bermejo *et al.*, 2008).

As larvas de *S. edentatus* migram para o fígado e tecidos do peritônio, causando nódulos e perfurações na mucosa intestinal quando retornam para o intestino grosso, para completar seu desenvolvimento (McCraw & Slocombe, 1978).

Já as larvas de *S. equinus* migram para o fígado e pâncreas e retornam para a luz intestinal onde se tornam adultos. Como os outros grandes estrôngilos, os adultos são hematófagos e podem causar ulcerações e enterites (Couto et al, 2008).

Pequenos estrôngilos

Os pequenos estrôngilos ou ciatostomíneos parasitam principalmente cavalos jovens, criados em pastagens, sendo os mais comuns entre os parasitas que infectam os equinos nas últimas décadas (Nielsen & Kaplan, 2008; Corning, 2009). A infecção se dá pela ingestão de larvas L3 presentes nas pastagens durante todo o ano (Couto et al., 2008). Segundo Reinemeyer

(1986), as fezes servem como reservatório de larvas L3 que são liberadas com quantidades moderadas de chuva. De acordo com Bezerra et al. (2007), a maior recuperação de larvas L3 nas fezes e forragem foi no período de seca, devido às condições de temperatura (21,7 °C) e pluviosidade (305 mm) mais favoráveis ao desenvolvimento e sobrevivência das larvas na pastagem, aumentando o risco de infecção nessa época do ano. Os autores afirmaram que altas temperaturas aumentam o metabolismo larval, reduzindo as reservas energéticas e capacidade migratória das larvas e chuvas em grande intensidade dispersam as larvas para longe da gramínea. Porém, concluíram que, durante todo o ano, as larvas sobreviveram tanto nas fezes quanto no pasto.

Uma vez ingeridas, essas larvas penetram na mucosa do intestino grosso e permanecem encistadas por até dois anos, quando rompem o cisto, alojam-se no lúmen do intestino grosso e se tornam adultos, causando diarreias, cólicas recorrentes, perda de peso, crescimento retardado, anemia, hipoproteinemia e perda de condição corporal (Rendle, 2014). Reinemeyer (1986) afirmou que casos de hipoalbuminemia, aumento das concentrações de beta-globulinas, leucocitose e anemia podem ocorrer de forma inconsistente em animais infectados por ciatostomíneos. Entretanto, Botelho et al. (2012) avaliaram os parâmetros sanguíneos de 44 equinos criados no município de Seropédica, Rio de Janeiro. Os autores verificaram que 43% dos animais estavam infectados por helmintos, todos identificados como ciatostomíneos, com carga parasitária média de 369 OPG. O hemograma revelou os seguintes resultados: eritrócitos: $6,8 \pm 1,5 \times 10^6/\mu\text{L}$; volume globular: $34,5 \pm 4,8\%$; leucócitos: $10.144 \pm 4.448/\mu\text{L}$; linfócitos: $4.689 \pm 2.925 /\mu\text{L}$; monócitos $378 \pm 368/\mu\text{L}$; eosinófilos $378 \pm 325/\mu\text{L}$; que estão dentro dos níveis normais propostos por Grondin & Dewitt (2010). Noryńska et al. (2014) avaliaram os parâmetros imunológicos, atividades de lisozima e ceruloplasmina, e bioquímicos, concentrações de proteínas totais e globulinas, de 24 equinos infectados por ciatostomíneos antes e depois do tratamento com ivermectina e perceberam que não houve mudanças claras para caracterizar algum sinal patognomônico.

Milhares de ciatostomíneos podem ocorrer de forma subclínica, mas eventualmente podem ocorrer sintomas como diarreia e perda de peso (Love et al., 1992; Murphy et al., 1997). Pierezan et al. (2009) relataram cinco casos de morte associada a enterite granulomatosa por ciatostomíneos em equinos no Rio Grande do Sul. Entretanto, muitas vezes, a infecção é imperceptível, pois os sintomas podem se manifestar somente em condições de estresse, como no transporte dos animais, mudanças de manejo e parição (Georgi, 1979). Isso provoca perdas de produção subclínicas, como eficiência alimentar comprometida e desempenho abaixo do

ideal (Reinemeyer, 2008).

Segundo Andersen (2013), para estrôngilos em geral, resultados de contagem de ovos por grama de fezes (OPG) maiores que 500 indicam alta infestação. Mas somente o exame de OPG não pode indicar os efeitos deletereos da infestação dos estrôngilos, pois somente a leitura das larvas L3 pela coprocultura pode distinguir os pequenos dos grandes estrôngilos, sendo estes últimos mais patogênicos (Georgi, 1979).

1.3. Determinação do consumo de equinos a pasto

A estimativa do consumo de MS a pasto é complexa e não pode ser realizada diretamente, como em confinamentos. A técnica dos indicadores consiste em alternativa para determinação do consumo de matéria seca (MS) a pasto e tem sido amplamente empregada. Basicamente, a estimativa é feita a partir da relação entre a excreção fecal e a digestibilidade da dieta (Saliba, 2005).

Os indicadores também são denominados como marcadores, traçadores, substâncias de referência ou substâncias indicadoras. Eles devem ser inertes, não tóxicos, não exercer funções fisiológicas, ser completamente recuperados nas fezes, poder ser processado com o alimento, ter tamanho apreciável, permanecer uniformemente distribuídos na digesta, não ter influência sobre a motilidade e secreções intestinais ou sobre a microbiota intestinal, possuir um método específico e sensível de determinação e não influenciar nos processos digestivos (Saliba, 2005). Os indicadores podem ser internos ou externos (Rodriguez et al., 2006).

Os indicadores internos são constituintes naturais da dieta que não são digestíveis, como lignina Klason, lignina insolúvel em detergente ácido (LDA), fibra insolúvel em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra insolúvel em detergente ácido indigestível (FDAi), cinzas insolúveis em ácido (CIA) e cinzas insolúveis em detergente ácido (CIDA). Já os indicadores externos são compostos que não fazem parte da dieta e podem ser fornecidos ao animal junto com a mesma ou não, em dose única ou dividida, ou ainda, de forma contínua. São exemplos a lignina purificada e enriquecida (LIPE[®]) e o óxido crômico (Saliba, 2005).

As ligninas são polímeros derivados de unidades fenilpropanóides denominados C₃C₆, ou C₉, repetidas de forma irregular. Elas têm a sua origem na polimerização desidrogenativa do álcool coniferílico (Saliba, 2005). A lignina pode ser determinada por métodos gravimétricos (lignina Klason), métodos medidos por diferença após a remoção da lignina e métodos medidos por absorvância (Van Soest, 1994). Segundo Hatfield et al. (1994), a determinação da lignina pelo método de Klason é mais precisa do que pelo método sequencial de Van Soest

(1994), a LDA. Entretanto, ambos podem determinar erroneamente a lignina, por causa da contaminação com constituintes insolúveis como a cutina e ainda a lignina Klason não é adequada para alimentos com alto teor proteico (Fukushima, 1989; Van Soest, 1994).

De acordo com Van Soest (1994), a lignina só deve ser usada como indicador se a dieta apresentar conteúdo maior que 5% de lignina.

Pereira (2010) comparou a digestibilidade de nutrientes através do LIPE e da lignina Klason e verificou que a lignina Klason é adequada para avaliar a digestibilidade da energia bruta (EB), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemiceluloses (HCEL), mas não para matéria seca (MS) e proteína bruta (PB).

A lignina purificada e enriquecida LIPE[®] é extraída de uma variedade de eucalipto (*Eucalyptus grandis*), sendo desenvolvida especialmente para pesquisas. A lignina obtida com a aplicação deste processo de extração apresenta propriedades físico-químicas bastante estáveis, pois foi enriquecida com compostos fenólicos não comumente encontrados nas ligninas da dieta animal. Assim, não é alterada ao passar pelo trato gastrintestinal dos animais e totalmente recuperada nas fezes. Os resultados são satisfatórios em ensaios de digestibilidade para bovinos, caprinos, ovinos, aves, coelhos, suínos e equinos (Saliba et al., 2003; Vasconcelos, 2004; Saliba et al., 2005; Lima et al., 2008; Moraes et al., 2010; Lanzetta et al., 2009; Nunes et al., 2010; Saliba et al., 2013).

O LIPE[®] foi validado para a espécie equina por Lanzetta *et al.* (2009), os quais compararam a avaliação da digestibilidade dos nutrientes pelos métodos óxido crômico, LIPE[®] e coleta total de fezes (CTF). Os autores observaram que as taxas médias de recuperação fecal, produção fecal e digestibilidade dos nutrientes foram semelhantes para o LIPE e CTF ($p > 0,05$), indicando que este indicador externo pode ser utilizado para avaliação da digestibilidade dos nutrientes da dieta em equinos, em substituição da CTF. O LIPE demonstrou ser melhor indicador que o óxido crômico. O óxido crômico, além do alto custo, é analisado de forma laboriosa e ainda é cancerígeno. Já o LIPE[®] apresenta as vantagens de necessitar de um curto período de adaptação, não ser cancerígeno e ter baixo custo (Saliba, 2005).

Para a determinação do consumo de animais a pasto através do LIPE, é necessário conhecer a digestibilidade da forrageira em questão. Para isso, podem ser utilizadas técnicas como sacos móveis e digestibilidade *in vitro*.

A técnica dos sacos móveis consiste na inserção estomacal, através de sonda nasogástrica, de sacos de náilon contendo amostras de alimentos. Os sacos são recuperados no ceco através de cânula (digestibilidade pré-cecal) ou nas fezes (digestibilidade total) e por diferença entre o

peso da amostra e o peso do resíduo, tem-se a digestibilidade.

Silva et al. (2009) avaliaram a técnica dos sacos móveis na determinação da digestibilidade dos nutrientes MS, MO, PB, EB, FDN e FDA de alfafa, amendoim forrageiro, desmódio, estilosantes, guandu, macrotiloma e feno de Coast-cross e obtiveram valores muito próximos dos encontrados trabalhos na literatura que utilizaram coleta total de fezes, indicando que essa técnica é aplicável para estimar a digestibilidade aparente dos nutrientes em equinos.

Araújo et al. (2000) citaram que a técnica de sacos de náilon móveis pode ser utilizada em substituição à coleta total de fezes.

A metodologia de Tilley & Terry (1963) é a mais utilizada para a determinação da digestibilidade *in vitro* em ruminantes e Lowman et al. (1999) propuseram que a técnica seja aplicada para prever a digestibilidade aparente de alimentos para equinos. A técnica de Tilley & Terry (1963) é muito utilizada para avaliação de forragens e envolve duas etapas, onde na primeira, o alimento é submetido à fermentação com uma solução tampão contendo líquido ruminal durante 48 horas de digestão, seguindo para segunda etapa, com duração de 24 horas, onde é adicionada uma solução ácida com pepsina. Após estas duas etapas, tem-se a digestibilidade da matéria seca do alimento.

1.4. Referências Bibliográficas

ANDERSEN, U.V.; HOWE, D. K.; OLSENA, S. N.; et al. Recent advances in diagnosing pathogenic equine gastrointestinal helminths: The challenge of prepatent detection. *Veterinary Parasitology*, v. 192, p 1–9, 2013.

ANDRIGUETTO, J. M.; et al. *Nutrição Animal: As bases e os fundamentos da nutrição animal*. v. 1, 4ª ed. São Paulo: Nobel. 1990. 395 p.

ARAÚJO, K. V.; LIMA, J. A. F.; FIALHO, E. T.; et al. Comparação da técnica do saco de náilon móvel com o método de coleta total para determinar a digestibilidade dos nutrientes de alimentos volumosos em equinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 3, p. 752-761, 2000.

ARAUJO, N. K. J.; AHID, S. M. M.; BEZERRA, A. C. D. S.; et al. Avaliação da eficácia dos anti-helmínticos Ricobendazole[®] e abamectina gel composto[®] em equinos de vaquejada. *Acta Veterinaria Brasilica*, v. 2, n. 2, p.47-49, 2008.

BELLI, C. B.; SILVA, L. C. L. C.; FERNANDES; W. R. Aspectos endoscópicos da habronemose gástrica equina. *Revista Educação Continuada - CRMV*. São Paulo, v. 8, n. 1, p. 13-1, 2005.

BERMEJO, V. J.; ZEFFERINO, C. G.; JUNIOR, J. M. F.; et al. Abdômen agudo equino (Síndrome cólica). *Revista Científica Eletônica de Medicina Veterinária*. ano VI. n. 10. jan, 2008.

BEZERRA, S. Q.; COUTO, M. C. M.; SOUZA, T. M.; et al. Ciatostomíneos (Strongylidae-Cyathostominae) parasitas de cavalos: Ecologia experimental dos estágios préparasíticos em gramínea tifton 85 (*Cynodon spp.* cv. Tifton 85) na baixada Fluminense, RJ. *Parasitologia Latinoamericana*. v. 62, p. 27 - 34, 2007.

BOTELHO, G. G.; CASSIANO, A. L. V.; BOTELHO, C. F. M.; et al. Análise hematológica, bioquímico-sérica e coproparasitológica de equinos criados em Seropédica, RJ. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, v. 34, n. 1, p. 69-72, jan/mar, 2012.

BRANDI, R. A.; FURTADO C. E. Importância nutricional e metabólica da fibra na dieta de equinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, p.246-258, 2009.

CARVALHO, R. T. S. O sistema brasileiro de produção de equinos. In: *Pastagens e alimentação de equinos*. CARVALHO, R. T. S.; HADDAD, C. M. O. ed Globo, Rio de Janeiro, 1987. 85 p.

CAZANPAL-MONTEIRO, V.; ARIAS, M.; SUÁREZ, J.; et al. Effect of duddingtonia flagrans chlamydospores on the control of parasite infection in grazing horses. In: FORAGES AND GRAZING IN HORSE NUTRITION. Wageningen Academic Publishers. n. 132, p. 419-425. The Netherlands, 2012.

CESIO, M. V.; SALDAÑA, J.; URES, X.; et al. Biomodelos antihelmínticos aplicados a la prospección de la biodiversidad. In: CONGRESSO DE FITOTERÁPICOS DO MERCOSUL, 2. Reunião da Sociedade Latinoamericana de Fitoquímica, 6. 2008. Belo Horizonte. 113 p.

- CORNING, S. Equine cyathostomins: a review of biology, clinical significance and therapy. *Parasites & Vectors*, 2 Suppl 2:S1, 2009.
- COSTA, R. B. *Caracterização do parasitismo gastrintestinal em cavalos de desporto e lazer no distrito de Coimbra*. 108 f. Mestrado em Medicina Veterinária. Universidade Técnica de Lisboa. Faculdade de Medicina Veterinária. 2011.
- COUTO, M. C. M.; QUINELATO, S.; SANTOS, C. N.; et al. Environmental influence in cyathostominae ecology. *Veterinarni Medicina*, 53, 2008 (5): 243–249.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT - 2011. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/index.html>>. Acesso em 04 out. de 2014.
- FIELD, C.; STEFFAN, C.; ALMADA, A. Epidemiology of Trichostrongyle infection in grazing cattle of the humid Pampa (Argentina) with special reference to *Ostertagia ostertagi*. In: Leaning, W. H. D.; Guerrero, *Journal of Epidemiology of Bovine Parasites in the Americas*. Proc. 16th World Buiatrics Congr., Salvador, Bahia, Brazil. p 15. 1990.
- FRAPE, D. L. *Nutrição e alimentação de equinos*. Tradução de Fernanda Maria de Carvalho, Clarisse Simões Coelho. 3 ed. São Paulo: Roca, 2007.
- FUKUSHIMA, R. S. Modification of a colorimetric analysis for lignin and its use in studying the inhibitory effect of lignina on forage digestion by ruminal microorganisms. 1989. 125p. thesis (Ph. D. in Animal Nutrition) – The Ohio State University., Columbus, OH: OSU, 1989.
- GEORGI, J. R. Parásitos del caballo. In: *El Caballo*. EVANS, J. W.; et al. Ed. Acribia. Zaragoza, 1979. 742 p.
- GRONDIN, T. M.; DEWITT, S. F. Normal hematology of the horse and donkey. In: *Scham's Veterinary Hematology*. Weiss, D. J.; Wardrop, K. J., 6 ed., Ed. Wiley-Blackwell, Ames, 2010, 1206 p.
- HATFIELD, R. D.; JUNG, H. G.; RALPH, J.; et al. A comparison of the insoluble residues produced by the Klason lignina and acid detergente lignina procedures. *Journal of Science Food Agriculture*, v. 65, n. 1, p. 51-58, 1994.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. PPM 2011: rebanho bovino cresce 1,6% e chega a 212,8 milhões de cabeças. [S. l.], 2012. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=2241>> . Acesso em: 04 mai. 2013.
- JORDÃO, L. R.; REZENDE, A. S. C.; AQUINO NETO, H. M.; et al. Considerações sobre a anatomofisiologia do sistema digestório dos equinos: aplicações no manejo nutricional. *Revista Brasileira de Medicina Equina*, v. 6, p. 4-9, 2011.
- KNOX, M.; STEEL, J. Nutritional enhancement of parasite control in small ruminant production systems in developing countries of south-east Asia and the Pacific. *International Journal for Parasitology*, v. 26, n. 8/9, p. 963-970, 1996.

- 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. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.1, p. 69-74, 2009.
- LIMA, J. B. M. P.; GRAÇA, D. S.; BORGES, A. L. C. C.; *et al.* Uso do óxido crômico e do LIPE[®] na estimativa do consumo de matéria seca por bezerros de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 60, n. 5. Belo Horizonte, out. 2008.
- LIMA, R. A. S.; SHIROTA, R.; BARROS, G. S. C. Estudo do complexo do agronegócio cavalo. Piracicaba: CEPEA/ESALQ/USP, 2006, 251 p. (Relatório Final).
- LICHTENFELS, J. R.; KHARCHENKO, V. A.; DVOJNOS, G. M. Illustrated identification keys to strongylid parasites (strongylidae: Nematoda) of horses, zebras and asses (Equidae). *Veterinary Parasitology*, v. 156, 2008. p. 4–161
- LONGLAND, A. C. Nutritional assessment of forage quality. In: *Forages and grazing in horse nutrition*. Wageningen Academic Publishers. n. 132, p. 65-82. The Netherlands, 2012.
- LOON, G. V.; DEPREZ, P.; MUYLLE, E.; *et al.* Larval cyathostomiasis as a cause of death in two regularly dewormed horses. *Journal of Veterinary Medicine, Serie A* 42, 301–306. 1995.
- LOVE, S.; MAIR., T. S.; HILLYER, M. H. Chronic diarrhoea in adult horses: a review of 51 referred cases. *Veterinary Record*, v. 130, p. 217-219. 1992.
- LOWMAN, R. S., THEODOROU, M. K., HYSLOP, J. J. *et al.* Evaluation of a in vitro batch culture technique for estimating the in vitro digestibility and digestible energy content of equine feeds using equine faeces as the source of microbial inoculum. *Animal Feed Science Technology*, v. 80, p. 11-27, 1999.
- LUCENA, R. B.; FIGHERA, R. A.; BARROS, C. S. L. Mortalidade em potros associada ao parasitismo por *Strongyloides westeri*. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 32, n 5, p. 401-404, maio 2012.
- MCCRAW, B.M.; SLOCOMBE, J.O. (1978) - *Strongylus edentatus*: development and lesions from ten weeks postinfection to patency. *Canadian Journal of Comparative Medicine*, v. 42, n. 3, p. 340-356.
- MCMULLAN, M. F. The economics of production reponses to anthelmintic treatment. In: *World Association For The Advancement Of Veterinary Parasitology*. v. 8, n. 164, Sidney. Abstract Papers, 1967.
- MEYER, H.; RADICKE, S.; KIENZLE, E. *et al.* Investigation on preileal digestion of starch from grain, potato and manioc in horses. *Journal of Veterinary Medicine*, v. 42, n. 6, p. 371-381, 1995.
- MILNER, P. F.; IRVINE, R. A.; BARTON, C. J.; *et al.* Intestinal malabsorption in *Strongyloides stercoralis* infestation. *Gut-BMJ Journal*. v. 6, p. 574-581, 1965.

MORAES, S. A.; SALIBA, E. O. S.; NEIVA, J. N. M. Validação do LIPE® como indicador externo de estimativa da produção fecal e digestibilidade em caprinos alimentados com subproduto de urucum. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47. Salvador, BA – UFBA, 2010.

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

MURPHY, D.; KEANE, M. P.; CHANDLER, K. J.; GOULDING, R. Cyathostome-associated disease in the horse: investigation and management of four cases. *Equine Veterinary Education*, 1997; v. 9, p. 247-52.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrients Requirements of horses*. 6 ed. rev. Washington, D. C. National Academies Press. 2007.

NIELSEN, M. K.; KAPLAN, R. M. Evidence-based equine parasitology: It ain't the 60s anymore. Proceedings des 36èmes journées annuelles de l' association vétérinaire equine française. Reims, France. p.10-14. 2008. Disponível em: <<http://www.ivis.org/proceedings/avef/2008/session2/1.pdf>>. Acesso em 07 nov. 2014.

NORYŃSKA, M. R.; SOKÓŁ, R.; SIWICKI, A. K. Selected blood immunological and biochemical parameters in horses infected with Cyathostominae before and after ivermectin treatment. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, v. 38, p. 394-397. 2014.

NUNES, A. N.; SALIBA, E. O. S.; FONTES, D. O. Uso do indicador Óxido Crômico (CR2O3) e LIPE®, na avaliação da produção fecal de Suínos em Crescimento, comparado com Coleta Total. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47. Salvador, BA – UFBA, 2010.

OLIVEIRA, G. J. C. Uso de carboidratos na alimentação de equinos. In: *Nutrição animal – tópicos avançados*. Ferreira, R. A.; et al. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga, 2003.

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

PIEREZAN, F.; RISSI, D. R.; OLIVEIRA FILHO, J. C.; et al. Enterite granulomatosa associada a larvas de ciatostomíneos em equinos no Rio Grande do Sul. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 29, p. 382-386, maio 2009.

REINEMEYER, C. R. Small strongyles: Recent advances. *The Veterinary Clinics of North America*. Equine Practice, v. 2, n. 2, p. 281-312. 1986.

REINEMEYER, R. Parasite control recommendations for horses during the first year of life, In: Proceedings of the American Association of Equine Practitioners. 2008. Disponível em: <<http://www.ivis.org/proceedings/aaepfocus/2008/Reinemeyer.pdf>>. Acesso em 07 nov. 2014.

RENDLE, D. Targeting endoparasite control in mares and foals. *Veterinary Times*. p. 17-19, 2014. Disponível em: <<http://www.vetsonline.com/media/0c2/4998d45132f72784361ab79387c2f.pdf>>. Acesso em 28 nov. 2014.

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.; RODRIGEZ, N. M.; PILO-VELOSO, D. et al. Estudo comparativo da coleta total com a lignina purificada como indicador de digestibilidade para ovinos em experimento com feno de Tifton 85. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. (CD-ROM).

SALIBA, E. O. S. Minicurso sobre o uso de indicadores. In: TELECONFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 1, 2005, Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2005. p. 23-26.

SALIBA, E. O. S.; REZENDE, A. S. C.; PEREIRA, R. V. G. Digestibilidade aparente dos nutrientes de equinos em treinamento e a pasto determinada com uso de indicadores. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47. 2010. Salvador. *Anais...* Salvador: 2010.

SALIBA, E. O. S.; GONÇALVES, N. C.; BARBOSA, G S. S. C.; BORGES, A. L. C. C. Evaluation of the infrared spectroscopy method for the quantification of NANOLIPE marker in feces of dairy cattle. In: *Energy and protein metabolism and nutrition in sustainable animal production*. OLTJEN, J. M.; KEBREAB, E.; LAPIERRE, H. EAAP publication, n. 134. p. 247-248, 2013.

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

SMITH, R.; COTTON, K.; ALLMAN, R.; et al. Grazing and pasture management considerations from around the world. In: *Forages and grazing in horse nutrition*. Wageningen Academic Publishers. n. 132, p. 65-82. The Netherlands, 2012.

STIEVEN, I. C. B.; ROSA, G. A.; FUJII, K. Y.; et al. Prevalência de *Anoplocephala sp.* em equinos, na sociedade hípica paranaense. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 17, v. 1, p. 188-190. 2008.

TILLEY, J. M. A., TERRY, R. A., 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of British Grassland Society*, v. 18, p. 104-111.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstach polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v. 74, n. 10, p. 3583-3596, 1991.

VASCONCELLOS, C.H.F. *Lignina purificada e modificada (Lipe®), óxido crômico e coleta total de excretas, como métodos de determinação da digestibilidade em frangos de corte*. 2004. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

VIDOTTO, O. *Complexo Carrapato-Tristeza Parasitária e outras parasitoses de bovinos*. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2000. Disponível em: <<http://www.nupel.uem.br/pos-ppz/complexo-08-03.pdf>>. Acesso em: 06 mai 2013.

WOLF, D.; HERMOSILLA, C.; TAUBERT, A. Oxyuris equi: Lack of efficacy in treatment with macrocyclic lactones. *Veterinary Parasitology*. v. 201, 17 March 2014, p. 163–168.

CAPÍTULO II- DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES DA DIETA DE ÉGUAS VERMIFUGADAS E NÃO VERMIFUGADAS

2.1. Resumo: Os equinos criados em regiões tropicais e subtropicais ficam predispostos a infecções por parasitas gastrointestinais e suspeita-se que a infestação por esses vermes possa influenciar na eficiência digestiva desses animais. No entanto, esse efeito ainda não foi relatado. Objetivou-se avaliar a influência da infestação por endoparasitas sobre a digestibilidade dos nutrientes da dieta e parâmetros sanguíneos de equinos. Dezenove éguas Mangalarga Marchador, de 3 a 8 anos de idade e peso vivo médio de $397,16 \pm 32,55$ kg, não desverminadas nos últimos 12 meses, foram distribuídas, conforme a carga parasitária, condição corporal e peso, em dois grupos (V e NV). As éguas do grupo V foram tratadas com antihelmíntico e as do Grupo NV não. Essas éguas foram mantidas em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, recebendo sal mineral e água *ad libitum*, e concentrado na proporção de 0,3 a 0,5% do peso vivo. O experimento teve duração de 51 dias. Foram feitos dois ensaios de digestibilidade: o primeiro para definir o patamar de digestibilidade dos animais e o segundo, 35 dias após a vermifugação do grupo V. Também foram feitas coletas de sangue no primeiro e segundo ensaios de digestibilidade para avaliação dos níveis de hematócrito, hemoglobina, leucócitos, linfócitos, eosinófilos e monócitos. O consumo de volumoso, a produção fecal e a digestibilidade de cada nutriente da dieta foram determinados utilizando-se o indicador externo Lignina Purificada e Enriquecida (LIPE[®]). Para determinar a digestibilidade, foram feitas análises de matéria seca, energia bruta, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, extrato etéreo, cinzas, cálcio e fósforo. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Fisher, para os coeficientes de digestibilidade, e teste de Tukey a 5%, para os parâmetros sanguíneos. Não houve diferenças ($p > 0,05$) para os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes, com exceção do fósforo, que foi melhor no grupo NV, nem nos parâmetros sanguíneos avaliados. A infestação por ciatostomíneos não alterou a digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta em éguas Mangalarga Marchador no terço inicial da gestação suplementadas com concentrado.

Palavras-chave: ciatostomíneos; nutrição animal; vermifugação

2.2. Abstract: Horses raised in tropical and subtropical regions are predisposed to infections with gastrointestinal parasites and it is suspected that the worm infestation may influence in the digestive efficiency of these animals. However, this effect has not yet been reported. The objective was to evaluate the influence of endoparasites infestation on the digestibility of dietary nutrients and blood parameters of equines. Nineteen mares Mangalarga Marchador, with 3 to 8 years of age and live weight average of $32.55 \text{ kg} \pm 397.16$ not dewormed in the last 12 months, were distributed, as the parasitic burden, body condition and weight, into two groups (V and NV). Group V were treated with anthelmintic and Group NV was not. These mares were kept in pasture of *Panicum maximum* cv. Tanzania, receiving mineral salt and water *ad libitum*, and concentrated on the ratio of 0.3 to 0.5% of live weight. The experiment lasted 51 days. Two digestibility trials were made: the first to define the initial level of digestibility of animals and the second, 35 days after worming of the Group V. Blood collections were made in the first and second tests of digestibility to evaluate the levels of hematocrit, hemoglobin, leukocytes, lymphocytes, eosinophils and monocytes. Forage intake, fecal output and the digestibility of each nutrient in the diet were determined using the external indicator LIPE[®]. To determine digestibility were made analysis of dry matter, gross energy, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, ether extract, ashes, calcium and phosphorus. The data were subjected to analysis of variance and averages were compared by Fisher test for digestibility coefficients and Tukey test 5% for the blood parameters. There were no differences ($p > 0.05$) for the apparent digestibility coefficients of nutrients, with the exception of phosphorus, which was best in the Group NV, nor in blood parameters evaluated. Cyathostome infestation did not alter the apparent digestibility of nutrients in the diet in mares Mangalarga Marchador in the initial third of gestation supplemented with concentrated.

Keywords: cyathostome; animal nutrition; deworming

2.3. Introdução

De acordo com Silva (2011), o parasita atua no metabolismo animal, alterando as exigências nutricionais dos animais. As verminoses fazem com que os nutrientes absorvidos sejam desviados para o sistema imune e, como consequência, os equinos não conseguem expressar seu potencial de desempenho. Na Argentina, Field et al. (1990) estimaram em 22 milhões de dólares/ano as perdas econômicas causadas pelas helmintoses gastrintestinais.

Segundo Vidotto (2002), as infecções helmínticas podem não apresentar sintomas aparentes, caracterizando a forma subclínica. Nesse caso o problema econômico se agrava, pois é imperceptível aos olhos do criador. O autor afirmou também que os helmintos diminuem o apetite do hospedeiro e prejudicam a digestibilidade dos nutrientes, devido à infecção do sistema digestivo.

Motta & Silva (2002) citaram que, como resposta patológica do organismo à presença de parasitas, há um aumento do trânsito intestinal e consequente redução no tempo de ação das secreções gástrica, pancreática, biliar e intestinal. Isto prejudica a digestão e absorção dos nutrientes e aumenta a carga osmótica do cólon, provocando diarreia nos animais.

Segundo Frape (2007), em equinos, as infecções por nematódeos podem causar perda crônica de peso, uma vez que lesionam o intestino e impedem a absorção de nutrientes. As larvas de estrôngilos causam lesões na artéria mesentérica anterior, oclusões e inibição do fluxo sanguíneo. Isso pode gerar tromboembolismo, causado pela perda de sangue para uma porção do trato intestinal, o que acarreta em cólicas obstrutivas que exigem intervenções cirúrgicas.

Durante infecções parasitárias ocorrem também mudanças na motilidade intestinal, que funcionam como uma resposta patológica e adaptativa do intestino, alterando o ambiente do parasita e estimulando sua expulsão. A propulsão intestinal alterada está associada com a inflamação da mucosa, mais intensa nos locais onde a maioria dos parasitas se encontra (Motta & Silva, 2002; Vidotto, 2000).

A literatura consultada não apresentou resultados de trabalhos que demonstrem os efeitos negativos das parasitoses sobre o aproveitamento da dieta pelos equinos. No entanto, existem trabalhos, citados a seguir, que avaliaram os efeitos das parasitoses no desempenho produtivo e estado nutricional de outras espécies.

McMullan (1967), citado por Vidotto (2000), verificou um aumento de 46% (115 g) no ganho de peso diário em bezerros de corte na fase de desmama quando tratados com anti-helmínticos de amplo espectro.

Knox & Steel (1996) alertaram para a ação dos nematódeos gastrintestinais como causa de alterações no metabolismo do nitrogênio e na síntese proteica pelos ruminantes acarretando em *déficit* produtivo.

Jones (1983) detectou severas lesões na mucosa intestinal de ovinos infectados com *Trichostrongylus colubriformis* e afirmou que isso compromete a função de absorção de nutrientes no intestino.

Conforme Forsum et al. (1981), citado por Lunn e Northrop-Clewes (1993), altas infecções por *Ascaris suum* em suínos provocam má absorção dos principais nutrientes da dieta.

Já em humanos, Milner et al. (1965) relataram casos de má absorção de ferro, ácido fólico e glicose em quatro indianos com quadros de infecção severa por *Strongyloides stercoralis*. Também foram observados sinais de deficiência proteica, como manchas e descamação da pele. Análises microscópicas de amostras do intestino delgado coletadas por biópsia evidenciaram inflamações e lise celular nas vilosidades intestinais.

Uma vez ingeridas, essas larvas penetram na mucosa do intestino grosso e permanecem encistadas por até dois anos, quando rompem o cisto, alojam-se no lúmen do intestino grosso e se tornam adultos, causando diarreias, cólicas recorrentes, perda de peso, crescimento retardado, anemia, hipoproteinemia e perda de condição corporal (Rendle, 2014). Reinemeyer (1986) afirmou que casos de hipoalbuminemia, aumento das concentrações de beta-globulinas, leucocitose e anemia podem ocorrer de forma inconsistente em animais infectados por ciatostomíneos.

Para Wolter (1977), as infecções parasitárias estão entre os fatores que afetam a digestibilidade de nutrientes em equinos. Parasitas como *Strongylus vulgaris*, *Anaplocephala perfoliata*, *Parascaris equorum*, *Gasterophilus sp.* e *Draschia megastoma* frequentemente causam cólicas por alterarem a motilidade intestinal nos animais.

Milhares de ciatostomíneos podem ocorrer de forma subclínica, mas eventualmente podem ocorrer sintomas como diarreia e perda de peso (Love et al., 1992; Murphy et al., 1997). Meyer et al. (1995) alertaram para a realidade de que a interferência desses parasitos no aproveitamento da dieta pelos equinos ainda não foi estudada. O objetivo desse trabalho foi,

portanto, avaliar os efeitos da verminose sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta em equinos.

2.4. Materiais e métodos

O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética e Uso de Animais (CEUA-UFMG) pelo protocolo 151/2013 (Anexo 1).

O ensaio experimental foi realizado entre março e maio de 2014, no Haras Catuni, localizado na Fazenda Santa Helena, em Montes Claros, Minas Gerais e teve duração de 51 dias.

O município de Montes Claros está situado na área do “Polígono das Secas”. O clima da região é semi-árido brando, com normais climatológicas de: 22,4°C (temperatura média anual), 29,3°C (temperatura máxima anual); 16,7°C (temperatura mínima anual); 66% de umidade relativa do ar e 1082,3mm de precipitação total anual (Normais..., 1992). As chuvas ocorrem normalmente entre os meses de outubro a março.

Foram selecionadas no haras, a partir de exame de contagem de ovos por grama de fezes (OPG) feito previamente, 20 éguas da raça Mangalarga Marchador no terço inicial de gestação, naturalmente infectadas por helmintos e que não tinham sido desverminadas nos 12 meses anteriores ao experimento, sendo distribuídas em dois grupos de 10 animais, a partir do nível de parasitismo e condição corporal: grupo Vermifugado (V) e grupo Não Vermifugado (NV). A infecção dessas éguas por parasitose gastrointestinal foi comprovada por exames de OPG (contagem de ovos por grama de fezes) realizados uma semana antes do início da etapa experimental do trabalho.

A idade das éguas variou entre 3 a 8 anos e o peso médio foi de $397,16 \pm 32,55$ kg. O escore da condição corporal (ECC) médio foi de 3, considerado como ideal na escala de 0 a 5 de Carroll & Huntington (1988).

Antes de iniciarem no experimento, todas as éguas foram identificadas, pesadas¹ e banhadas com solução carrapaticida². Durante todo o período experimental, foram mantidas soltas em pastagem de gramínea *Panicum maximum* cv. Tanzânia de 12,82 ha³. Na fazenda, foi misturado um concentrado (Apêndice A) que foi fornecido aos animais às 7:00 h em unidades de serviço localizadas próximo ao piquete e construídas de acordo com Carvalho (1987).

¹ Balança tipo romana composta modelo nº 1317 – Balanças Açôres, Cambé, Paraná, Brasil.

² Deltametrina (25 g/L) Butox[®]

³ GPS Garmin ETREX Vista

O concentrado foi formulado para atender os requisitos nutricionais recomendados pelo NRC (2007) para éguas no terço inicial de gestação, sendo misturado na fazenda e oferecido na proporção de 0,3 a 0,5% do peso vivo (PV). Para definir a quantidade de concentrado a ser oferecida, as éguas foram pesadas e a cada 15 dias foram avaliadas quanto à condição corporal (Apêndice B e C), na escala de 1 a 5 de Carroll e Huntington (1988). Com o objetivo de mantê-las com o escore 3, a quantidade de concentrado fornecida durante o período experimental variou de 0,5% PV para as éguas que, na avaliação, apresentaram escore abaixo de 3; 0,4% do PV para aquelas que apresentavam escore 3; e 0,3% PV para as que apresentavam escore corporal acima da condição corporal ideal. Durante os ensaios de digestibilidade, a quantidade de concentrado foi fixada em 0,5% PV para todos os animais. Água e sal mineral⁴ foram fornecidos à vontade no piquete. O consumo médio de sal foi estimado fornecendo-se uma quantidade com peso conhecido. As sobras foram pesadas e o consumo foi dividido pelo número de animais.

O período de adaptação ao concentrado foi de 9 dias. Esse período foi utilizado com base no período adotado por diferentes autores que trabalharam com nutrição equina (Oliveira & Furtado, 2001; Ribeiro et al., 2009; Pimentel, et al. 2009). Vale ressaltar que os animais já estavam mantidos nas pastagens antes do período experimental, sendo, portanto, já adaptados à forrageira.

Durante o período de adaptação, uma égua do grupo NV apresentou sintomas demonstrando transtornos gastrointestinais e teve que ser retirada do experimento em virtude da suspensão do fornecimento de alimento concentrado. O grupo NV ficou então com 9 animais enquanto o grupo V permaneceu inalterado, ou seja, com 10 animais.

Após a adaptação, foi realizado o 1º ensaio de digestibilidade, para conhecer o nível inicial de digestibilidade de cada animal. Para isso, foi utilizado o indicador externo lignina purificada e enriquecida - LIPE[®], fornecido por 7 dias consecutivos, sendo que os dois dias iniciais foram para adaptação ao indicador. Cada égua recebeu uma cápsula de 500 mg de LIPE por dia. As coletas das amostras de fezes foram feitas diariamente, nos últimos cinco dias do período experimental, diretamente da ampola retal (Lanzetta *et al.*, 2009; Saliba, 2005).

Após o 1º ensaio, o grupo V recebeu vermífugo via oral Equest[®] Pramox (moxidectina 0,4 mg/kg PV + Praziquantel 2,5 mg/kg PV) logo após o primeiro ensaio de digestibilidade. Os animais do grupo NV não receberam vermífugo, sendo considerado como grupo controle.

⁴ Sal mineral Coequi Plus Tortuga

Após 35 dias da vermifugação do grupo V, foi feito o 2º ensaio de digestibilidade seguindo os mesmos procedimentos do primeiro ensaio.

A composição da dieta foi a mesma em ambos os ensaios de digestibilidade (capim Tanzânia e 0,5% PV de concentrado), e variou muito pouco ao longo do período experimental (Tabela 1). As composições das dietas no primeiro e segundo ensaio de digestibilidade foi obtida considerando a relação volumoso:concentrado de 80:20, calculada pela razão entre o consumo de volumoso estimado pelo LIPE e consumo de concentrado mensurado.

Tabela 1. Composição química das dietas (concentrado e volumoso)¹ fornecidas aos animais durante o primeiro e segundo ensaios de digestibilidade.

Composição Química da dieta (%MS)	1º Ensaio	2º Ensaio
MO	89,84	89,68
MM	10,18	10,32
Ca	0,89	1,01
P	0,35	0,37
EB (cal/g MS)	3724,29	3702,73
PB	9,25	8,68
EE	2,64	2,85
CNF	21,08	23,0
FDNc	56,91	55,15
FDAc	31,81	30,62
HCEL	25,1	24,53
CEL	24,71	27,62
LK	12,83	12,85

¹Relação Volumoso:Concentrado de 80:20 em ambos os ensaios.

Relação PB:ED de 35g:Mcal em ambos os ensaios.

Relação Ca:P de 2,47:1 e 2,9:1 para ensaios 1 e 2, respectivamente.

MO: Matéria orgânica; MM: Matéria mineral; Ca: Cálcio; P: fósforo; EB: Energia bruta; PB: Proteína bruta; EE: Extrato etéreo; CNF: Carboidrato não fibroso; FDNc: Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas; FDAc: Fibra insolúvel em detergente ácido corrigida para cinzas; HCEL: Hemiceluloses; CEL: Celulose; LK: lignina Klason, segundo Effand (1977).

Foram feitas coletas de fezes, diretamente da ampola retal, para realização de exames de ovos por grama de fezes (OPG) de todos os animais, pela técnica JDL (Leite et al., 2012) que foi adaptada de Gordon & Whitlock (1939), no início do período experimental e nos dias 10, 17, 24, 31, 38 e 42 após a vermifugação do grupo V (Apêndice D). Exames de coprocultura (Roberts & O'Sullivan, 1950) foram também realizados no início do período experimental e nos dias 24 e 38 após a vermifugação do grupo V para identificação das larvas infectantes de estrôngilos.

Desta forma, para o exame de OPG, foram pesados 4 g de fezes, sendo diluídas em 26 mL de água. Após filtragem da solução, foi retirada uma alíquota de 2 mL, que foi novamente diluída em 2 mL de solução saturada de açúcar. Então, foi feita a contagem dos ovos em microscópio em uma câmara de Mc Master. Devido às diluições realizadas, número obtido na contagem foi multiplicado por 50. A fim de se obter uma média de maior representatividade, foram feitas coletas de fezes em dois dias seguidos e duas leituras por amostra. Para a coprocultura, foram armazenados aproximadamente 50g de fezes em copos plásticos, tampados com gase, em temperatura ambiente durante 7 dias. Em dias alternados, água foi borrifada para umedecer as amostras. Posteriormente, foi feita a recuperação das larvas pelo método de Roberts & O'Sullivan (1950), em que se adicionou aproximadamente 50 mL de água nos copos, sendo cobertos por placa de Petri. Os copos foram mantidos invertidos durante uma noite para que as larvas, por gravidade, migrassem para a placa de Petri junto ao líquido. Para a leitura no microscópio, as larvas foram fixadas nas lâminas através do calor produzido por uma chama de palito de fósforo a aproximadamente 10 cm da lâmina. As larvas infectantes L3 foram identificadas segundo a chave de identificação proposta por Bevilaqua et al. (1993).

No primeiro dia do período experimental e a cada 15 dias, as éguas foram pesadas e examinadas clinicamente quanto a estado geral, coloração de mucosas, turgor cutâneo, tempo de preenchimento capilar, temperatura retal e pulso digital. Durante cada ensaio de digestibilidade, tiveram, também, o sangue coletado em tubos Vacutainer[®] com EDTA para realização de hemograma completo (hematócrito, hemoglobina, leucócitos, linfócitos, eosinófilos e monócitos). Após a coleta, o sangue foi refrigerado em isopor com gelo e imediatamente enviado ao Laboratório de Análises Clínicas São Geraldo, em Montes Claros/MG para realização do hemograma dentro das primeiras 24h após coleta.

As amostras fecais coletadas nos ensaios de digestibilidade foram acondicionadas em sacos de polietileno, separadas por animal e por dia e armazenadas a -5°C. Ao final do experimento, as amostras correspondentes aos cinco dias do ensaio de digestibilidade de cada animal foram descongeladas e homogeneizadas para a subamostragem. As subamostras de 400g foram, então, refrigeradas a -5°C até o momento das análises laboratoriais.

Foram também coletadas amostras do concentrado e da gramínea, simulando o hábito de pastejo dos equinos, durante os dois ensaios de digestibilidade (Gardner, 1986). Essas amostras foram congeladas e ao final do experimento foram enviadas ao laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG para análise bromatológica.

Para determinação da digestibilidade, as amostras do volumoso, concentrado e das fezes foram descongeladas à temperatura ambiente, homogeneizadas, pesadas, acondicionadas em bandejas e pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Em seguida, foram novamente pesadas e moídas em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm. Depois de moídas, foram submetidas às análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fósforo (P), segundo metodologia proposta por Detmann et al. (2012). As análises de fibra em detergente neutro (FDN) e de fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas segundo Van Soest *et al.* (1991), fazendo as correções para o teor de cinzas (FDNc e FDAc). O teor de hemiceluloses (HCEL) foi calculado a partir da subtração: $HCEL = FDNc - FDAc$. O teor de celulose (CEL) foi calculado a partir da subtração: $CEL = FDAc - LDA$, sendo a lignina em detergente ácido (LDA) determinada segundo Van Soest et al. (1991). Já o teor de carboidratos não fibrosos (CNF) foi obtido pela fórmula: $CNF = 100 - [FDNc(\%) + PB(\%) + EE(\%) + (\%) MM]$ (Andrigetto, 2002). A EB foi determinada através da bomba calorimétrica adiabática tipo PARR 1281 e o teor de lignina Klason foi obtido segundo a metodologia de Effand (1977). O teor de lignina Klason representa melhor o real valor de lignina dos alimentos. O teor de matéria orgânica (MO) foi obtido pela subtração $MO = 100 - MM$, sendo a MM obtida conforme (Detmann et al., 2012).

As análises da concentração do LIPE nas fezes foram feitas pelo método de espectroscopia no infravermelho com transformação de Fourier (IVTF) (Saliba, 2005; Saliba et al., 2013).

O consumo alimentar, a produção fecal, e os coeficientes de digestibilidade aparente foram então estimados através do método indireto com a utilização do indicador externo LIPE[®]. Os cálculos para essa estimativa foram feitos com a utilização das equações descritas por Saliba (2005).

O consumo de MS total com o LIPE[®] foi então calculado com a utilização da equação: $\text{Consumo (kg MS / dia)} = \frac{\text{Produção fecal (kg MS/dia)}}{[100 - CDAMS(\%)] 100}$

O cálculo da digestibilidade aparente foi estimado com a seguinte equação:

$$CDA (\%) = \frac{[Nut. cons.(g) - Nut. fezes (g)] \times 100}{Nutriente consumido (g)}$$

Onde

CDA = coeficiente de digestibilidade

aparente Nut. cons. = Nutriente consumido

Nut. fezes = Nutriente nas fezes.

Para o cálculo da produção fecal com o indicador LIPE[®] foi utilizada a seguinte

$$\text{equação: PF (kg)} = \frac{\text{LIPE fornecido (g)} \times 100}{(\text{Ai} / \text{MS fecal})}$$

Onde:

PF = Produção fecal;

Ai = Relação logarítmica das intensidades de absorção das bandas dos comprimentos de onda a 1050 cm⁻¹ / 1650 cm⁻¹;

Ai = A1050/A1650. Sendo que A = log I0, onde, I0 > intensidade e I < intensidade. MS fecal = (%) matéria seca da amostra de fezes.

Segundo Sampaio & Tomich (2006), é possível a utilização de somente um animal para avaliação da degradação de forragens, pois a unidade experimental alvo é a forragem e não o animal. Assim, a digestibilidade da matéria seca foi determinada pela técnica dos sacos móveis que foi realizada com duas éguas, uma de cada tratamento. As éguas foram soltas em um pista oval, sem qualquer gramínea para pastejo, sendo oferecido feno pré-secado de capim Vaquero, híbrido de *Cynodon dactylon* cv. CD 90160 x cv. Mirage, e 0,5% PV do mesmo concentrado fornecido nos ensaios de digestibilidade do experimento. O confinamento das éguas foi necessário para facilitar a recuperação dos sacos nas fezes, pois o piquete onde elas ficaram soltas era de grande dimensão o que prejudicaria a recuperação dos sacos. O concentrado foi fornecido uma vez ao dia, as 09:00 h, em unidades de serviço. Os sacos foram preparados com dimensões de 7,5 x 2 cm, utilizando-se tecido de poliéster de porosidade de 45µ (Tenyl[®]), selados à quente com seladora automática e preparados segundo Araújo et al. (2000). Foram inseridos 0,45 g MS de amostra em cada saco, sendo 80% do mesmo volumoso que as éguas consumiram durante o período experimental (capim Tanzânia) e 20% do mesmo concentrado utilizado no experimento. Cada saco continha uma quantidade de amostra de 15 mg MS/cm² de superfície. Segundo Vanzant et al. (1998), a relação quantidade de amostra (mg)/área (cm²) é estabelecida entre 10 a 20 mg/cm², calculada da seguinte maneira: Amostra (mg) = comprimento (cm) x largura (cm) x 2. A área total do saco foi igual a 30 cm², portanto, foi utilizada a quantidade de 0,45g MS de amostra/saco. Também foram inseridos sacos vazios, sendo utilizados para estimar as impregnações de secreções e microorganismos nos

sacos com amostra. Após o preparo dos sacos, foram identificados individualmente com caneta Pilot®, secados em estufa de ventilação forçada a 55-60 °C por 24h, retirados, resfriados em dessecador e, em seguida, pesados. As amostras de volumoso e concentrado que foram inseridas nos sacos foram previamente moídas em moinho martelo com peneira de 2 mm.

A inserção dos sacos no estômago dos cavalos foi realizada com o auxílio de sonda nasogástrica semi-siliconizada, de 15 mm de diâmetro interno, lubrificada externamente com vaselina líquida. Foi feita a infusão de água sob pressão na luz da sonda para facilitar a passagem dos sacos (Moore-Colyer *et al.*, 2002). A sonda foi utilizada duas vezes, às 7:00 e às 16:00 h. A recuperação dos sacos nas fezes foi realizada até 96 h após a inserção dos sacos. Após a recuperação nas fezes, os sacos foram lavados até que a água da lavagem se tornasse límpida. Em seguida, os sacos foram levados para secagem em estufa ventilada com temperatura de 55 a 60 °C, durante 48 h. Após a secagem, cada saco foi pesado individualmente para determinar as perdas de matéria seca.

Assim, as perdas de matéria seca após a passagem dos sacos são expressas como coeficientes de digestibilidade aparente da MS (CDAMS), determinados de acordo com a fórmula descrita por Moore-Colyer *et al.* (2002):

$$\text{CDAMS (\%)} = \frac{(\text{I} \times \text{MS alimento}) - (\text{F} \times \text{MS resíduo})}{(\text{I} \times \text{MS alimento})}$$

Onde:

I = quantidade de alimento (g) inserido em cada saco;

F = quantidade de resíduo (g), descontadas as impregnações do branco;

MS = teor de matéria seca do alimento e do resíduo determinada a 105°C (Detmann, 2012).

Através das pesagens no início e final do período experimental, foi também calculado o ganho de peso diário (GPD) dos animais:

$$\text{GPD (Kg/dia)} = \frac{\text{peso final (kg)} - \text{peso inicial (kg)}}{\text{Nº Dias}}$$

As variáveis do segundo ensaio de digestibilidade, coeficientes de digestibilidade aparente, ganho de peso e parâmetros sanguíneos, foram comparadas entre os grupos V e NV em delineamento inteiramente casualizado, com o auxílio do programa Infostat (2008). Foi utilizado o teste Tukey para parâmetros sanguíneos e o teste Fisher para as demais variáveis.

Os grupos também foram analisados separadamente, comparando os coeficientes de digestibilidade dos ensaios 1 e 2 em um mesmo animal em delineamento em blocos ao acaso pelo teste de Fisher, sendo cada animal um bloco (Infostat, 2008).

Também foram comparadas as subtrações entre os valores dos coeficientes de digestibilidade dos ensaios 2 e 1, em delineamento inteiramente casualizado, teste t de Student, pelo programa SISVAR 5.3 (2011).

2.5. Resultados

As contagens de OPG realizadas durante o período experimental estão representadas no gráfico 1.

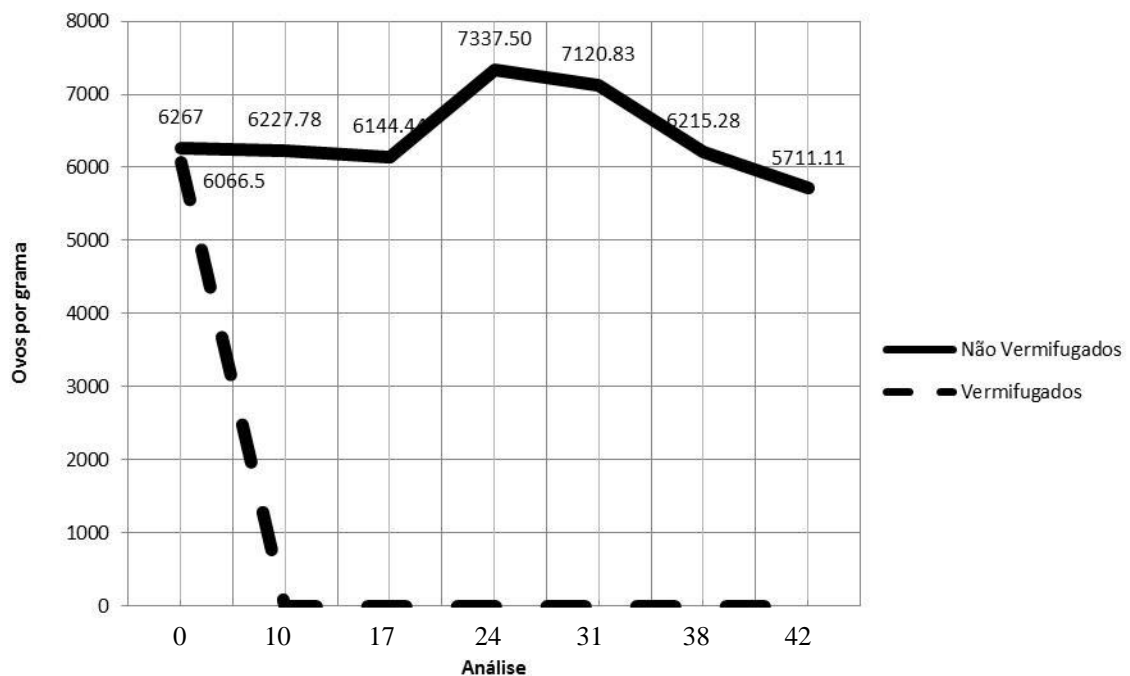


Gráfico 1. Resultados das contagens de OPG nos dias 0, 10, 17, 24, 31, 38 e 42 do período experimental.

Os resultados demonstram que as cargas parasitárias dos grupos eram semelhantes no início do experimento (dia 0), momento em que foi realizado o primeiro ensaio de digestibilidade, sendo de 6267 OPG para o grupo NV e 6067 para o grupo V. 10 dias após a vermifugação, o grupo V teve contagem de OPG 0, que se manteve até o final do experimento. O grupo NV também manteve a carga parasitária alta durante todo o período experimental, tendo um pico aos 24 dias.

Os exames de coprocultura realizados nos dias 0, 24 e 38 constataram que os ovos observados nos exames de OPG foram sempre de pequenos estrôngilos em todos os animais, sendo observada, em meio a dezenas, uma larva de grande estrôngilo (*S. vulgaris*) em um animal nos dias 24 e 38, representando menos de 3% das larvas observadas.

No 1^o e 2^o ensaio as médias de temperatura ambiente e umidade relativa do ar foram de 28,3 °C; 57% e 24,5 °C; 51%, respectivamente.

Não foram observadas diferenças ($p>0.05$) no ganho de peso diário (GPD) dos animais durante o período experimental, que foi de 680 e 570 g para os grupos NV e V, respectivamente.

O consumo médio de sal mineral foi de 84 e 89 g para o 1^o e 2^o ensaio de digestibilidade, respectivamente.

A tabela 2 mostra a comparação entre os ensaios de digestibilidade em cada grupo isoladamente.

Tabela 2. Comparação do consumo e coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta no primeiro e segundo ensaio de digestibilidade de cada grupo experimental.

VARIÁVEIS	GRUPO NÃO VERMIFUGADO		CV (%)	GRUPO VERMIFUGADO		CV (%)
	ENSAIO I	ENSAIO II		ENSAIO I	ENSAIO II	
	CMS (%PV)	2,09 a		1,97 b	3,88	
CDAMS (%)	59,97 b	61,57 a	1,77	60,55 b	61,27 a	1,55
CDAMM (%)	38,6 b	46,07 a	11,14	39,96 a	42,53 a	10,4
CDAMO (%)	63,43 a	63,94 a	0,91	63,25 a	63,07 a	0,9
CDA CALCIO (%)	21,28 b	43,44 a	26,12	21,18 b	45,28 a	28,43
CDAP (%)	13,35 b	46,72 a	15,61	18,24 b	40,45 a	21,42
CDAEB (%)	62,77 a	62,97 a	1,82	62,65 a	61,79 a	1,4
CDAPB (%)	53,77 a	59,49 a	12,27	52,29 b	59,58 a	11,4
CDAFDN (%)	60,56 a	56,7 b	3,13	60,97 a	55,38 b	6,2
CDAFDA (%)	60,49 a	54,28 b	5,26	61,64 a	54,15 b	6,7
CDAHCEL (%)	60,65 a	59,81 a	3,81	60,26 a	57,16 a	7,48
CDACEL (%)	63,63 a	54,53 b	3,74	64,65 a	53,56 b	8,0

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre os ensaios, num mesmo grupo, pelo teste F ($p<0,05$).

A tabela 3 compara a digestibilidade dos nutrientes nos grupos NV e V no momento do segundo ensaio.

Tabela 3. Comparação do consumo de matéria seca e coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta nos animais dos grupos experimentais, no segundo ensaio de digestibilidade.

	GRUPO NÃO VERMIFUGADO	GRUPO VERMIFUGADO	CV (%)
CMS (%PV)	1,97 a	1,89 a	9,96
CDAMS (%)	61,57 a	61,27 a	1,46
CDAMM (%)	46,07 a	42,53 a	8,41
CDAMO (%)	63,94 a	63,07 b	0,73
CDA CALCIO (%)	43,44 a	45,28 a	18,44
CDAP (%)	46,72 a	40,45 b	14,53
CDAEB (%)	62,97 a	61,79 b	1,76
CDAPB (%)	59,49 a	59,58 a	13,52
CDAFDN (%)	56,7 a	55,38 a	3,46
CDAFDA (%)	54,28 a	54,15 a	4,79
CDAHCEL (%)	59,81 a	57,16 a	5,37
CDACEL (%)	54,53 a	53,56 a	7,42

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre os tratamentos pelo teste de Fisher ($p < 0,05$).

A tabela 4 mostra o resultado obtido da subtração dos valores de coeficientes de digestibilidade entre o segundo e primeiro ensaio a fim de verificar se, no segundo ensaio de digestibilidade houve ganho no aproveitamento da dieta pelos animais que foram vermifugados.

Tabela 4. Comparação das subtrações dos valores de consumo e coeficientes de digestibilidade aparente do segundo e primeiro ensaio de digestibilidade.

	GRUPO NÃO VERMIFUGADO	GRUPO VERMIFUGADO	CV (%)
CMS (%PV)	-0,13 a	-0,33 b	1,88
CDAMS (%)	1,61 a	0,72 a	7,0
CDAMM (%)	7,47 a	2,57 a	6,5
CDAMO (%)	0,51 a	-0,18 a	0,9
CDA CALCIO (%)	22,16 a	24,04 a	8,5
CDAP (%)	33,37 a	22,20 b	6,0
CDAEB (%)	0,20 a	-0,86 a	1,2
CDAPB (%)	5,73 a	7,29 a	6,3
CDAFDN (%)	-3,85 a	-5,59 a	3,7
CDAFDA (%)	-6,21 a	-7,49 a	4,9
CDAHCEL (%)	5,05 a	2,89 a	4,6
CDACEL (%)	-9,10 a	- 11,09 a	6,1

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste de Fisher ($p < 0,05$).

Os resultados dos parâmetros sanguíneos avaliados estão representados nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5. Comparação entre os parâmetros sanguíneos obtidos nos ensaios de digestibilidade 1 e 2, em cada grupo isoladamente.

Grupo V	Parâmetro ¹					
	%HCT	%HGB	Leuc/ μ L	Linf/ μ L	Eos/ μ L	Mon/ μ L
Ensaio 1	30,6 b	11,3 b	8390 b	5453,5 a	671,2a	318,8 a
Ensaio 2	34,3 a	12,65 a	11470 a	7570,2 a	917,6 a	619,4 a
CV (%)	8,96	7,42	39,81	42,59	38,75	53,4
Grupo NV						
Ensaio 1	30,75 b	11,4 b	10088 a	6658 a	807 a	504,4 a
Ensaio 2	34,38 a	13,31 a	9525 a	5905,5 a	666,8 a	666,8 a
CV (%)	5,44	8,22	40,82	42,77	52,45	56,45

¹ %HCT- %Hematócrito; %HGB- %Hemoglobina; Leuc/ mm^3 -Leucócitos/ mm^3 ; %Linf- %Linfócitos; %Eos- % Eosinófilos; %Mon- % Monócitos.

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna diferem entre os ensaios dentro do mesmo grupo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 6. Comparação dos parâmetros sanguíneos entre os grupos vermifugado e não vermifugado no segundo ensaio.

Grupo	Parâmetros ¹					
	%HCT	%HGB	Leuc/ μ L	Linf/ μ L	Eos/ μ L	Mon/ μ L
Vermifugado	34,3 a	12,65 a	11470 a	7570,2 a	917,6 a	619,4 a
Não Vermifugado	34,38 a	13,31 a	9525 a	5905,5 a	666,8 a	666,8 a
CV (%)	9,71	11,34	47,57	51,73	58,24	54,69

¹ %HCT- %Hematócrito; %HGB- %Hemoglobina; Leuc/ mm^3 -Leucócitos/ mm^3 ; %Linf- %Linfócitos; %Eos- % Eosinófilos; %Mon- % Monócitos.

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

2.6. Discussão

O ganho de peso médio entre os animais dos grupos NV (680g) e V (570g), durante o período experimental, foi semelhante ($p > 0,05$). Veloso et al. (2008) também não encontraram diferenças ($p > 0,05$) no ganho de peso de ovinos vermifugados em relação aos não vermifugados e alimentado com dietas de baixa proteína (11% PB na dieta); mas quando utilizaram dieta com alto teor de proteína (19%) encontraram efeitos positivos da vermifugação sobre o peso ao abate, e nas características de carcaça como área de olho de lombo, comprimento externo da carcaça e gordura de cobertura.

A tabela 2 mostra que os dois grupos experimentais tiveram redução no consumo de matéria seca (CMS) quando se comparou o primeiro com o segundo ensaio de digestibilidade. Esse resultado discorda de Molento (2004), o qual afirmou existir efeito das verminoses na redução do consumo alimentar. Entretanto, na tabela 4 pode se constatar que a redução no CMS foi maior ($p < 0,05$) no grupo que foi vermifugado (V). Veloso et al. (2004) observaram aumento nas exigências nutricionais em ovinos infectados por helmintos. Pode ser que o menor CMS no grupo V tenha ocorrido por uma redução nas exigências nutricionais, ou redução na taxa de passagem do alimento, do grupo V.

Na tabela 4 pode se constatar que o grupo V reduziu o CMS em maior proporção ($p < 0,05$) em relação ao grupo NV. A partir desse resultado pode-se inferir que o maior CMS do grupo NV durante o período experimental pode ter sido responsável pela manutenção da boa condição corporal desse grupo, que foi semelhante ao grupo V (Apêndice A).

O experimento foi desenvolvido na época de transição águas-seca e a qualidade da fibra diminuiu o que pode ser constatado pelo aumento no teor de lignina Klason do volumoso, de 12,82% no primeiro para 13,53% no segundo ensaio de digestibilidade (Apêndice A). Esse aumento pode ter influenciado na redução no consumo e nos menores coeficientes de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro (CDAFDN), fibra em detergente ácido (CDAFDA) e celulose (CDACEL) de ambos os grupos no segundo ensaio (tabela 2). O CDAHCEL se manteve inalterado devido à composição da lignina do volumoso. Conforme Jung (1989), além da quantidade, a composição química da lignina também é importante na determinação da digestibilidade da parede celular. Gabrielson et al. (1990) verificaram que amostras de *Panicum virgatum* exibindo baixos ou elevados índices de digestibilidade *in vitro* diferiram na concentração de componentes fenólicos da lignina periférica ("non-core lignin"). O componente fenólico que está geralmente ligado às hemiceluloses é o ácido ferúlico e pode ser que o teor desse componente específico não tenha sido alterado a ponto de provocar redução do CDAHCEL.

Ainda na tabela 2 verifica-se que nos dois grupos foi observado aumento ($p < 0,05$) nos coeficientes de digestibilidade aparente de cálcio (CDACa) e fósforo (CDAP) do 1º para o 2º ensaio. Para balancear a relação Ca:P da dieta, foi utilizado calcário calcítico e a digestibilidade dessa fonte de cálcio é alta. Cruz (2009) encontrou valores de CDACa do calcário de até 87% em suínos e aves. Na segunda digestibilidade, os animais já estavam recebendo concentrado durante 51 dias e pode ser que o consumo desse alimento ao longo do

período experimental tenha proporcionado uma melhor digestibilidade do cálcio no segundo ensaio de digestibilidade.

Veloso et al. (2004) avaliaram os efeitos da suplementação proteica de ovinos infectados por helmintos e constataram que o melhor aporte proteico reduziu o número de OPG dos animais. Então, com o fornecimento do concentrado ao longo do experimento, houve um acréscimo de aproximadamente 200g de PB acima das exigências para éguas no início da gestação (NRC, 2007). O fornecimento de concentrado de boa qualidade pode ter melhorado o CDAP e CDACa.

Os resultados encontrados para CDACa estão de acordo com o valor de 50% para equinos adultos, relatado pelo NRC (2007). No entanto, Furtado et al. (1999) publicaram valores bem inferiores em relação aos do presente trabalho. Esses autores encontraram médias de CDACa em equinos adultos de 41,75; 18,75; 34,25 e 28,5% ao avaliar os fenos de alfafa, Tifton 85, estrela e Coastcross, respectivamente. Os coeficientes de digestibilidade aparente de fósforo (CDAP) para os mesmos fenos também foram inferiores aos encontrados no presente trabalho, de 16,5; 35,5; 28,5 e 28%, para os fenos de alfafa, Tifton 85, estrela e Coastcross, respectivamente. Já os valores de CDAP encontrados por Moura et al (2011) estão próximos aos do presente experimento. Esses autores avaliaram a inclusão de fitase e probióticos na alimentação de potros e observaram aumento ($p < 0,05$) no CDACa de 42,18 para 49,5% e no CDAP de 30,88 para 41,9%, quando incluíram 2g de probióticos de leveduras na dieta. Porém, não observaram efeito ($p > 0,05$) da inclusão de 1250 FTU de fitase sobre as digestibilidades desses minerais. Eles justificaram o achado pela melhora na composição da microbiota do intestino grosso do grupo que recebeu probióticos.

No presente trabalho, quando se comparou o CDA dos dois ensaios nos dois grupos experimentais (tabela 2) verifica-se que houve melhora ($p < 0,05$) no aproveitamento do P no grupo NV e no grupo V. Na tabela 3 quando se avalia o CDAP comprova-se que a parasitose dos animais realmente não influenciou na digestibilidade desse mineral, confirmando os resultados da tabela 2, pois quando se compara o CDAP dos 2 grupos experimentais no segundo ensaio de digestibilidade verifica-se que o grupo NV apresentou maior ($p < 0,05$) coeficiente de digestibilidade. A tabela 4 confirma os resultados das tabelas 2 e 3 já que o ganho no percentual de digestibilidade do grupo V (22,2%) foi menor ($p < 0,05$) que o do grupo NV (33,37%). Esses achados levantam a suspeita de que os parasitas que infestavam o grupo NV não eram patogênicos a ponto de prejudicar a absorção do P no intestino grosso.

Ainda na tabela 2, quando se avalia os resultados do CDAPB, verifica-se que houve melhora ($p < 0,05$) no aproveitamento da proteína após a desverminação do grupo V. Apesar dessa evidente melhor digestibilidade da PB após a vermifugação do grupo V, os valores obtidos nos dois grupos experimentais, no segundo ensaio de digestibilidade (tabela 3) foram semelhantes ($p > 0,05$) e o ganho na digestibilidade (tabela 4) também foi semelhante ($p < 0,05$) nos dois grupos experimentais. No entanto, numericamente, os animais do grupo V tiveram no 2º ensaio, ou seja, no ensaio realizado após a desverminação um ganho no aproveitamento da PB de 13,94% e no grupo NV esse aumento foi de apenas 10,65%. Embora o principal local de alojamento dos ciatostomíneos seja o intestino grosso e o principal sítio de absorção da proteína seja o intestino delgado, pode ser que parte dos vermes tenha se alojado na mucosa da porção final do intestino delgado, prejudicando a digestão da proteína da dieta e a absorção dos aminoácidos. A ação do vermífugo sobre as larvas encistadas na mucosa intestinal pode ter proporcionado melhoria na função de absorção da mucosa. Por outro lado, o fornecimento de concentrado durante o período experimental pode ter melhorado o CDAPB do grupo NV levando à equiparação nos valores dos dois grupos experimentais (tabela 3 e 4)

De acordo com Frape (2007), nos equinos, a proteína dos alimentos que compõem a ração concentrada tem CDAPB entre 60 e 80%. Os resultados de CDAPB encontrados no presente trabalho foram ligeiramente inferiores aos citados por Frape (2007) e aos encontrados por Almeida et al. (1999), os quais levantaram dados da literatura de 93 amostras de dietas compostas de gramíneas + concentrado e encontraram um CDAPB médio de 69,88%. Por outro lado, Furtado et al. (1999) avaliaram o CDAPB de fenos de leguminosas e gramíneas e encontraram os valores de 66,25; 58,75; 29,0 e 52,5% para os fenos de alfafa, Tifton 85, estrela e Coastcross, respectivamente.

Analisando isoladamente os resultados do segundo ensaio de digestibilidade (tabela 3), percebe-se que houve melhor ($p < 0,05$) coeficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica (CDAMO) e da energia bruta (CDAEB) para o grupo NV ($p < 0,05$). No entanto, o aumento do grupo NV, apesar de ter sido detectado na análise estatística ($p < 0,05$), foi muito pequeno, pois o grupo NV foi apenas 0,87% melhor no CDAMO e 1,18% no CDAEB. Esse pequeno aumento foi detectado na análise estatística em virtude do baixo coeficiente de variação das variáveis analisadas, de 0,73% e 1,76% para CDAMO e CDAEB, respectivamente. A avaliação da diferença entre os resultados do segundo e primeiro ensaio de digestibilidade (tabela 4) confirma que esses resultados não tem relevância na discussão do

presente trabalho, pois verifica-se que não houve diferenças ($p>0,05$) entre os grupos experimentais.

Almeida et al. (1999) fizeram um levantamento bibliográfico do coeficiente de digestibilidade aparente da fibra bruta (CDAFB), fibra insolúvel em detergente neutro (CDAFDN), fibra insolúvel em detergente ácido (CDAFDA) e celulose (CDACEL) de 19 amostras de dietas compostas por gramíneas e encontraram os valores médios de 43,73; 51,25; 46 e 48,1%, respectivamente. Os autores também coletaram dados da literatura de 93 amostras de dietas compostas por gramíneas + concentrado e os valores médios de CDAFB, CDAFDN, CDAFDA e CDACEL foram de 40,41; 48,27; 37,93; 49,46 respectivamente. Neste caso, quando o concentrado foi incluído na dieta, apenas o CDACEL aumentou e os demais reduziram, provavelmente por influência do alimento concentrado na composição da microbiota presente no intestino grosso, alterando assim a digestibilidade da fibra nesse compartimento do aparelho digestivo dos equinos.

Na tabela 4, foi feita uma análise importante, pois levou em consideração o aumento, quando positivos, ou redução, quando negativos, nos valores de digestibilidade de cada nutriente avaliado. Era de se esperar que o grupo V tivesse melhor digestibilidade dos nutrientes, principalmente daqueles relacionados à fração fibrosa (FDN, FDA, CEL, HCEL) que são potencialmente digeridos no intestino grosso, local de alojamento dos ciatostomíneos, mas isso não aconteceu.

Esperava-se que o grupo que foi vermifugado tivesse apresentado maiores diferenças no aproveitamento dos nutrientes, em relação ao grupo que não foi vermifugado.

Pode-se pensar que o uso do indicador externo para a avaliação da digestibilidade nos animais não foi eficaz para detectar o efeito esperado. No entanto, esse indicador foi validado para a espécie equina por Lanzetta et al. (2009) e mostrou-se melhor que o indicador externo comumente utilizado, o óxido crômico, e não mostrou diferença ($p>0,05$) dos valores de digestibilidade dos nutrientes obtidos com a coleta total de fezes, que é a metodologia mais recomendada. Além disso, os coeficientes de variação das variáveis foram baixos, sendo de 5,04; 2,36; 0,2; 8,45; 7,31; 7,82; 10,24 e 6,54% para CDAMS, CDAPB, CDAEE, CDAFB, CDAFDN, CDAFDA, CDACEL e CDAHCEL, mostrando bastante confiabilidade nos resultados.

Além disso, o LIPE tem se mostrado eficiente em outras espécies (Saliba et al., 2003; Vasconcelos, 2004; Saliba et al., 2005; Lima et al., 2008; Moraes et al., 2010; Nunes et al.,

2010) e deve-se considerar também que a única forma de se avaliar a digestibilidade dos nutrientes de animais criados soltos no pasto é através da utilização de indicadores de digestibilidade.

Outro fator que poderia ter contribuído para o resultado encontrado foi a presença de concentrado na dieta experimental. Como os nutrientes do concentrado são digeridos e absorvidos principalmente nos segmentos anteriores ao intestino grosso, os ciatostomíneos tiveram pouca influência na digestão da dieta. Se a dieta fosse composta exclusivamente de volumoso, o consumo de fibra seria maior e como a fibra é digerida no intestino grosso, a ação dos ciatostomíneos na digestão poderia ter sido detectada no grupo NV. No entanto, no presente experimento, o fornecimento de antihelmíntico aos animais não afetou a digestibilidade da fibra.

Mas, possivelmente, a real causa dos resultados encontrados no presente trabalho foi a baixa patogenicidade dos ciatostomíneos, grupo que foi predominantemente identificado na coprocultura, pois, em meio a dezenas de larvas, foi encontrada apenas uma larva de grande estrôngilo, *S. vulgaris*, em uma égua, representando menos de 3% das larvas observadas. Esse resultado está de acordo com Nielsen & Kaplan (2008), os quais afirmaram que desde as décadas de 80 e 90, os pequenos estrôngilos são os principais helmintos que parasitam os equinos.

A patogenicidade dos pequenos estrôngilos é um assunto controverso, pois alguns autores afirmaram que esses vermes podem causar anemia, perda de condição corporal e até morte dos animais (Love et al., 1999; Pierezan et al., 2009; Rendle, 2014). Entretanto, esses sintomas não foram observados nas éguas do presente experimento. Klei & Chapman (1999) afirmaram que os equinos adquirem imunidade contra os ciatostomíneos com a idade, embora de forma lenta e inconsistente na maioria dos animais. Já Georgi (1979) afirmou que os ciatostomíneos são relativamente inofensivos para os equinos e a infestação muitas vezes é imperceptível, pois os sintomas podem se manifestar somente em condições de estresse, como no transporte dos animais, mudanças de manejo e parição. As éguas do experimento não estavam paridas e principalmente estavam soltas em um piquete de grande dimensão, sem qualquer tipo de estresse. Além disso, com o manejo adotado durante o período experimental essas éguas foram ficando cada vez mais mansas e tranquilas quando eram levadas para serem suplementadas nas unidades de serviço ou submetidas ao protocolo adotado para coleta de fezes.

Stear & Muray (1994) afirmaram que a severidade da infecção parasitária depende, sobretudo, da intensidade de exposição ao verme e do estado nutricional do animal infectado. No presente experimento, a intensidade de exposição foi alta (Gráfico 1), mas os animais estavam infestados por ciatostomíneos, cuja patogenicidade não é tão alta quanto a de outros vermes, e por isso essa alta infestação não foi suficiente para influenciar negativamente no aproveitamento dos nutrientes da dieta. Além disso, o fornecimento de concentrado para as éguas pode, ter melhorado o estado nutricional dos animais e conseqüentemente a resposta imune. Desta forma eles não manifestaram sintomas clínicos em decorrência da infecção e mostraram boa condição corporal (Apêndice C).

Os resultados dos parâmetros sanguíneos avaliados nos 2 grupos experimentais encontram-se dentro dos níveis de normalidade citados por Grondin & Dewitt (2010).

Bromerschenkel et al. (2012), avaliaram hemogramas de éguas Mangalarga Marchador no início de gestação, assim como as éguas do presente experimento e encontraram os seguintes valores: $30,8 \pm 3,26$ % para hematócrito; $10,0 \pm 1,10$ g/dL para hemoglobina; $11688,2 \pm 2236,9$ μ L para leucócitos; $2594,3 \pm 1237,9$ μ L para linfócitos; $971,3 \pm 673,9$ μ L para eosinófilos e $1365,3 \pm 1010,8$ μ L para monócitos. Esses valores são próximos aos encontrados no presente trabalho, com exceção dos resultados de linfócitos que, apesar de estarem acima dos valores relatados por esses autores encontram-se dentro dos padrões de referência para a espécie (Grondin & Dewitt, 2010)

A tabela 5 compara a variação nos parâmetros entre os ensaios de digestibilidade 1 e 2 nos dois grupos experimentais e mostra que não houve diferença ($p > 0,05$) para contagem de linfócitos (Linf), eosinófilos (Eos) e monócitos (Mon), mas houve aumento ($p < 0,05$) nos valores de hematócrito (HCT), hemoglobina (HGB) em ambos os grupos, no entanto, apesar dessa diferença, os resultados das coletas sanguíneas realizadas nos dois ensaios de digestibilidade encontram-se dentro dos valores de referência citados por Grondin & Dewitt (2010).

Quando se compara os dois grupos experimentais no momento do segundo ensaio de digestibilidade, observa-se que não houve diferença ($p > 0,05$) em nenhum dos parâmetros sanguíneos avaliados (tabela 6).

Corning (2009) afirmou que a infestação por larvas de ciatostomíneos pode levar a anemia, eosinofilia e linfocitose. Ferreira et al. (2012) avaliaram hemogramas de 57 equinos e 37 asininos parasitados por ciatostomíneos e *Strongylus vulgaris* e não encontraram sinais de anemia mas sim valores elevados na contagem total de leucócitos, e eosinófilos. Botelho et al.

(2012) avaliaram os parâmetros sanguíneos de 44 equinos criados no município de Seropédica, Rio de Janeiro. Os autores verificaram que 43% dos animais estavam infectados por helmintos, todos identificados como ciatostomíneos, com carga parasitária média de 369 OPG. O hemograma revelou os seguintes resultados: eritrócitos: $6,8 \pm 1,5 \times 10^6/\mu\text{L}$; volume globular: $34,5 \pm 4,8\%$; leucócitos: $10.144 \pm 4.448/\mu\text{L}$; linfócitos: $4.689 \pm 2.925/\mu\text{L}$; monócitos $378 \pm 368/\mu\text{L}$; eosinófilos $378 \pm 325/\mu\text{L}$; que estão dentro dos níveis normais propostos por Grondin & Dewitt (2010). Noryńska et al. (2014) avaliaram os parâmetros imunológicos, atividades de lisozima e ceruloplasmina, e bioquímicos, concentrações de proteínas totais e globulinas, de 24 equinos infectados por ciatostomíneos antes e depois do tratamento com ivermectina e perceberam que não houve mudanças claras para caracterizar algum sinal patognomônico.

Os resultados das tabelas 5 e 6 indicam que a os ciatostomíneos não provocaram anemia, nem alterações na quantidade de células de defesa dos animais, confirmando a pequena patogenicidade desses nematódeos para os animais do presente trabalho.

2.7. Conclusões

Os ciatostomíneos, mesmo em altas cargas parasitárias, não demonstraram ser patogênicos a ponto de provocarem efeitos negativos nos parâmetros do hemograma e na digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta de éguas Mangalarga Marchador no terço inicial de gestação recebendo concentrado na proporção de 0,4% do peso vivo e nas condições de manejo e clima observadas no experimento.

Outros estudos devem ser feitos com equinos de outras categorias, como éguas em lactação e potros jovens, nos quais os ciatostomíneos podem ter maior efeito patogênico. Também precisam ser feitos estudos em outras épocas do ano, com equinos submetidos a condições de estresse e /ou infectados com outros tipos de vermes, ou alimentados com dieta exclusiva de volumoso.

2.8. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, M. I. V.; FERREIRA, W. M.; ALMEIDA, F. Q.; et al. Composição química e predição do valor nutritivo de dietas para equinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, n. 6, p. 1268-1278, 1999.

ANDRIGUETTO, J. M.; et al. *Nutrição Animal: As bases e os fundamentos da nutrição animal*. v. 1, 4ª ed. São Paulo: Nobel. 1990. 395 p.

ARAÚJO, K. V.; LIMA, J. A. F.; FIALHO, E. T.; TEIXEIRA, J. C. Comparação da técnica do saco de náilon móvel com o método de coleta total para determinar a digestibilidade dos nutrientes de alimentos volumosos em equinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 3, p. 752-761, 2000.

BEVILAQUA, C. M. L.; RODRIGUES, M. L. A.; CONCORDET, D. Identification of infective larvae of some common nematode strongylids of horses. *Revue de Medecine Veterinaire*, Toulouse, v. 144, n. 2, p. 989-995, 1993.

BRANDI, R. A.; FURTADO C. E. Importância nutricional e metabólica da fibra na dieta de equinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, p.246-258, 2009.

BOTELHO, G. G.; CASSIANO, A. L. V.; BOTELHO, C. F. M.; et al. Análise hematológica, bioquímico-sérica e coproparasitológica de equinos criados em Seropédica, RJ. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, v. 34, n. 1, p. 69-72, jan/mar, 2012.

BROMERSCHENKEL, I.; COSTA, M. N. C.; FERREIRA, L.; et al. Perfil hematológico de éguas prenhes da raça Mangalarga Marchador. Associação Brasileira dos Médicos Veterinários de equídeos – ABRAVEQ, 2012. Disponível em <<http://www.itarget.com.br/newclients/abraveq2012/?p=2331>>. Acesso em 10 dez. 2014.

CARROLL, C. L.; HUNTINGTON P. J. Body Condition Scoring and Weight Estimation of Horses. *Journal of Equine Veterinary*, 1988. pgs 41 – 45.

CARVALHO, R. T. S. O sistema brasileiro de produção de equinos. In: Pastagens e alimentação de equinos. CARVALHO, R. T. S.; HADDAD, C. M. O. ed Globo, Rio de Janeiro, 1987. 85 p.

CORNING, S. Equine cyathostomins: a review of biology, clinical significance and therapy. *Parasites & Vectors*, 2 Suppl 2:S1, 2009.

CRUZ, S. C. S. *Digestibilidade do cálcio de alimentos avaliada em frangos de corte e em suínos em diferentes métodos*. (Mestrado em Zootecnia) 57f. 2009. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2009.

DETMANN, E. SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C. *Métodos para análises de alimentos INCT- Ciência animal*. 2012. Ed. UFV. 214 p.

EFFAND, M. J. Modified procedure to determinate acid- insoluble lignin in wood and pulp. *TAPPI, Tillis*, v. 60, p. 143-144, 1977.

- FERREIRA, G. M. S.; DUTRA, F. A. F.; AMORIM FILHO, E. F.; et al. Parasitismo gastrointestinal e hematologia em equinos e asininos da mesorregião da aglomeração urbana, São Luís, MA. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 64. São Luís, MA - UFMA. 2012.
- FIELD, C.; STEFFAN, C.; ALMADA, A. Epidemiology of Trichostrongyle infection in grazing cattle of the humid Pampa (Argentina) with special reference to *Ostertagia ostertagi*. In: Leaning, W. H. D.; Guerrero, *Journal of Epidemiology of Bovine Parasites in the Americas*. Proc. 16th World Buiatrics Congr., Salvador, Bahia, Brazil. p 15. 1990.
- FRAPE, D. L. *Nutrição e alimentação de equinos*. Tradução de Fernanda Maria de Carvalho, Clarisse Simões Coelho. 3 ed. São Paulo: Roca, 2007.
- FURTADO, C. E.; CABRERA, L.; FONSECA, N. A. N.; et al. Avaliação da digestibilidade aparente de fenos de gramíneas e de leguminosa para equinos leguminosa para equinos. *Acta Scientiarum*, n. 21, p. 651-655, 1999.
- FORSUM, E.; NESHEIM, M. C.; CROMPTON, D. W. T. Nutritional aspects of *Ascaris* infection in young protein-deficient pigs. *Parasitology*, v. 83, p. 497-512. 1981.
- GABRIELSON, B.C., VOGEL, K.P., ANDERSON, B.E. et al. 1990. Alkali-labile cell wall phenolics and forage quality in three switchgrasses selected for differing digestibility. *Crop Science*, 30:1313-1320.
- GARDNER, A. L. Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção. Brasília: II CA/Embrapa, 1986. 197p.
- GEORGI, J. R. Parasitos del caballo. In: *El Caballo*. EVANS, J. W.; et al. Ed. Acribia. Zaragoza, 1979. 742 p.
- GORDON, H. M.; WHITLOCK, H. V. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. *J. Commonw. Sci. Ind. Organ.* 12(1):50-52. 1939.
- GRONDIN, T. M.; DEWITT, S. F. Normal hematology of the horse and donkey. In: *Scham's Veterinary Hematology*. Weiss, D. J.; Wardrop, K. J., 6 ed., Ed. Wiley-Blackwell, Ames, 2010, 1206 p.
- INFOSTAT, UNC, Córdoba, AR, 2008.
- JONES, D. C. Intestinal enzyme activity in lambs chronically infected with *Trichostrongylus colubriformis*: Effect of anthelmintic treatment. *Veterinary Parasitology*. v. 12, p. 79-89, 1983.
- JUNG, H. G. Forage Lignins and Their Effects on Fiber Digestibility. *Agronomy Journal*, v. 81. n. 1, p. 33-38.
- KLEI, T. K.; CHAPMAN, M. R. Immunity in equine cyathostome infections. *Veterinary Parasitology*, v.85, p.123-136, 1999.

KNOX, M.; STEEL, J. Nutritional enhancement of parasite control in small ruminant production systems in developing countries of south-east Asia and the Pacific. *International Journal for Parasitology*, v. 26, n. 8/9, p. 963-970, 1996.

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. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.1, p. 69-74, 2009.

LEITE, L. B.; RESENDE, T. P.; CUNHA, A. P.; *et al.* JDL x GW: Comparação entre duas técnicas de diagnóstico de endoparasitoses gastrintestinais em bovinos. In: Congresso Brasileiro de Parasitologia Veterinária, 17. Anais... São Luis: 2012, p. 99.

LIMA, J. B. M. P.; GRAÇA, D. S.; BORGES, A. L. C. C.; *et al.* Uso do óxido crômico e do LIPE[®] na estimativa do consumo de matéria seca por bezerros de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 60, n.5 Belo Horizonte, out. 2008.

LOVE, S.; MAIR., T. S.; HILLYER, M. H. Chronic diarrhoea in adult horses: a review of 51 referred cases. *Veterinary Record*, v. 130, p. 217-219. 1992.

LUNN, P. G.; NORTHROP-CLEWES, C. A. *Proceedings of the Nutrition Society*. Dublin, v. 52, jul, 1993. p. 101-111.

MCMULLAN, M. F. The economics of production responses to anthelmintic treatment. In: *World Association For The Advancement Of Veterinary Parasitology*. v. 8, n. 164, Sidney. Abstract Papers, 1967.

MEYER, H.; RADICKE, S.; KIENZLE, E. *et al.* Investigation on preileal digestion of starch from grain, potato and manioc in horses. *Journal of Veterinary Medicine*, v. 42, n. 6, p. 371-381, 1995.

MILNER, P. F.; IRVINE, R. A.; BARTON, C. J.; *et al.* Intestinal malabsorption in *Strongyloides stercoralis* infestation. *Gut-BMJ Journal*. v. 6, p. 574-581, 1965.

MOLENTO, M. B. Resistência de helmintos em ovinos e caprinos. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 13, suplemento 1, 2004.

MOORE-COLYER, M. J. S.; HYSLOP, J. J.; LONGLAND, A. C.; *et al.* The mobile bag technique as a method for determining the degradation of four botanically diverse fibrous feedstuffs in the small intestine and total digestive tract of ponies. *British Journal of Nutrition*, v. 88, n. 6, p. 729-740, 2002.

MORAES, S. A.; SALIBA, E. O. S.; NEIVA, J. N. M. Validação do LIPE[®] como indicador externo de estimativa da produção fecal e digestibilidade em caprinos alimentados com subproduto de urucum. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47. Salvador, BA – UFBA, 2010.

MOTTA, M. E. F. A.; SILVA, G. A. P. Diarreia por parasitas. *Revista Brasileira de Saúde Maternal e Infantil*. Recife, v. 2, p. 117-127, mai/ago., 2002. 119p.

MOURA, R. S.; SALIBA, E. O. S., ALMEIDA, F. Q.; et al. Digestibilidade aparente de dietas com probióticos e fitas para potros Mangalarga Marchador. *Archivos de Zootecnia*, n. 60, p. 193-203. 2011.

MURPHY, D.; KEANE, M. P.; CHANDLER, K. J.; GOULDING, R. Cyathostome-associated disease in the horse: investigation and management of four cases. *Equine Veterinary Education*, 1997; v. 9, p. 247-52.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrients Requirements of horses*. 6 ed. rev. Washington, D. C. National Academies Press. 2007.

NIELSEN, M. K.; KAPLAN, R. M. Evidence-based equine parasitology: It ain't the 60s anymore. Proceedings des 36èmes journées annuelles de l'association vétérinaire equine française. Reims, France. p.10-14. 2008. Disponível em: <<http://www.ivis.org/proceedings/avef/2008/session2/1.pdf>>. Acesso em 07 nov. 2014.

NORYŃSKA, M. R.; SOKÓŁ, R.; SIWICKI, A. K. Selected blood immunological and biochemical parameters in horses infected with Cyathostominae before and after ivermectin treatment. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, v. 38, p. 394-397. 2014.

NUNES, A. N.; SALIBA, E. O. S.; FONTES, D. O. Uso do indicador Óxido Crômico (CR2O3) e LIPE®, na avaliação da produção fecal de Suínos em Crescimento, comparado com Coleta Total. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47. Salvador, BA – UFBA, 2010.

OLIVEIRA, K.; FURTADO, C. E. Digestibilidade aparente de dietas com diferentes níveis de farelo de canola para cavalos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, n. 30, p.181-186, 2001.

PIEREZAN, F.; RISSI, D. R.; OLIVEIRA FILHO, J. C.; et al. Enterite granulomatosa associada a larvas de ciatostomíneos em equinos no Rio Grande do Sul. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 29, p. 382-386, maio 2009.

PIMENTEL, R. R. M.; ALMEIDA, F. Q.; VIEIRA, A. A. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e balanço hídrico em equinos alimentados com feno de coast-cross em diferentes formas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n.7, p.1272-1278, 2009.

REINEMEYER, C. R. Small strongyles: Recent advances. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, v. 2, n. 2, p. 281-312. 1986.

RENDLE, D. Targeting endoparasite control in mares and foals. *Veterinary Times*. p. 17-19, 2014. Disponível em: <<http://www.vetsonline.com/media/0c2/4998d45132f72784361ab79387c2f.pdf>>. Acesso em 28 nov. 2014.

RIBEIRO, R. M.; PASTORI, W. T.; FAGUNDES, M. H. R.; et al. Efeito da inclusão de diferentes fontes lipídicas e óleo mineral na dieta sobre a digestibilidade dos nutrientes e os níveis plasmáticos de gordura em equinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 10, p. 1989-1994, 2009.

ROBERTS, F. H. S.; O'SULLIVAN, J. P. Methods for egg counts and larval cultures for strongyles infesting the gastrointestinal tract of cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*. v.1, p. 99-102, 1950.

SALIBA, E. O. S. Minicurso sobre o uso de indicadores. In: TELECONFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 1, 2005, Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2005. p. 23-26.

SALIBA, E. O. S.; RODRIGEZ, N. M.; PILO-VELOSO, D. et al. Estudo comparativo da coleta total com a lignina purificada como indicador de digestibilidade para ovinos em experimento com feno de Tifton 85. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. (CD-ROM).

SALIBA, E. O. S.; GONÇALVES, N. C.; BARBOSA, G. S. S. C.; BORGES, A. L. C. C. Evaluation of the infrared spectroscopy method for the quantification of NANOLIPE marker in feces of dairy cattle. In: *Energy and protein metabolism and nutrition in sustainable animal production*. OLTJEN, J. M.; KEBREAB, E.; LAPIERRE, H. EAAP publication, n. 134. p. 247-248, 2013.

SAMPAIO, I. B. M.; TOMICH, T. R. A new strategy for the *in situ* technique through the use of one fistulated ruminant. In: CASTRO, C. A. S. *Herbivores: assessment of intake, digestibility and the roles of secondary compounds*. Nottingham: Nottingham University Press, 2006. 310 p.

SILVA, M. K. *Parasitoses e desempenho animal: estudo meta-analítico em frangos de corte e suínos*. 78 f. 2011. Mestrado em Medicina Veterinária. Universidade Federal de Santa Maria - Centro de Ciências Rurais. Santa Maria, 2011. Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/8/TDE-2012-08-27T115938Z-3597/Publico/SILVA,%20MARCOS%20KIPPER%20DA.pdf>. Acesso em: 06 mai 2013.

SISVAR 5.3. Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2011.

STEAR, M. J.; MURRAY, M. Genetic resistance to parasitic disease: particularly of ruminants to gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology*, v. 54, p. 161-176, 1994.

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, n. 10, p. 3583-3596, 1991.

VANZANT, E. S.; COCHRAN, R. C.; TITGEMEYER, E. C. Standardization of *in situ* techniques for ruminant feedstuff evaluation. *Journal of Animal Science*, v. 76, p. 2717-2729, 1998.

VASCONCELLOS, C.H.F. *Lignina purificada e modificada (Lipe®), óxido crômico e coleta total de excretas, como métodos de determinação da digestibilidade em frangos de corte*. 2004. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

VELOSO, C. F. M.; LOUVANDINI, H.; KIMURA, E. A.; et al. Efeitos da suplementação protéica no controle da verminose e nas características de carcaça de ovinos Santa inês. *Ciência Animal Brasileira*, v. 5, n. 3, p. 131-139, jul./set. 2004.

VIDOTTO, O. Estratégias de combate aos principais parasitas que afetam os bovinos. *In: Simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil, Anais do Sul leite*. Maringá: UEM/CCA/DZO: NUPEL, 2002. 212 p.

VIDOTTO, O. Complexo Carrapato-Tristeza Parasitária e outras parasitoses de bovinos. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2000. Disponível em: <<http://www.nupel.uem.br/pos-ppz/complexo-08-03.pdf>>. Acesso em: 06 mai 2013.

WOLTER, R. *Alimentación del caballo*. Zaragoza: Acribia, 1977. 172p.

CAPÍTULO III – DETERMINAÇÃO DE CONSUMO DE EQUINOS A PASTO ATRAVÉS DA TÉCNICA *IN VITRO* E DO USO DE INDICADORES

3.1. Resumo: A estimativa de consumo de alimentos por animais mantidos a pasto é complexa e não pode ser realizada diretamente como é feito nos confinamentos, sendo necessário o uso de indicadores, como a Lignina Purificada e Enriquecida - LIPE[®]. Entretanto, para estimar o consumo com esse indicador, deve-se conhecer a digestibilidade da matéria seca do alimento, inserindo esse valor nos cálculos. O trabalho foi realizado com o objetivo de comparar a técnica dos sacos móveis, com a técnica *in vitro* e a lignina Klason a fim de se constatar qual deve ser preconizada para o cálculo do consumo de matéria seca com o LIPE. Para isso, foram utilizadas dez éguas Mangalarga Marchador, de 3 a 8 anos de idade e peso vivo de $402,5 \pm 31,38$ kg. Essas éguas foram mantidas em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, recebendo sal mineral e água *ad libitum*, e concentrado na proporção de 0,3-0,5% do peso vivo. As estimativas de consumo de matéria seca foram feitas pelo indicador LIPE associado à digestibilidade pelos sacos móveis, digestibilidade *in vitro* e pelo indicador interno lignina Klason. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Para o segundo ensaio, não houve diferenças ($0 > 0,05$) entre o consumo estimado pelo LIPE associado às técnicas dos sacos móveis e digestibilidade *in vitro*. A lignina Klason subestimou o consumo de matéria seca em ambos os ensaios. O LIPE quando associado à digestibilidade *in vitro* tem potencial para ser utilizado para estimar o consumo de equinos a pasto, sendo melhor que a lignina Klason.

Palavras-chave: ingestão de matéria seca; LIPE; Mangalarga Marchador

3.2. Abstract: The evaluation of food intake by animals kept on pasture is complex and cannot be held directly as is done in stable, being necessary the use of external indicators, such as Lignin Purified and Enriched - LIPE[®]. However, to estimate the intake with this indicator, you must know the dry matter digestibility of food to insert this value in the calculations. The work was performed with the objective of comparing the technique of mobile bags, with *in vitro* technique and Klason lignin in order to see which should be recommended for the calculation of the consumption of dry matter with LIPE[®]. For this, we used ten mares Mangalarga Marchador, with 3 to 8 years of age and live weight of 402.5 ± 31.38 kg. These mares were kept in a pasture of *Panicum maximum* CV. Tanzania, receiving mineral salt and water *ad libitum*, and concentrated on the proportion of 0.3-0.5% of live weight. Intake evaluation were made by LIPE indicator associated with the mobile bags digestibility, digestibility *in vitro* and by internal indicator Klason lignin. The data were subjected to analysis of variance and averages were compared by Tukey test 5%. For the second test, there were no differences ($p > 0.05$) between the dry matter intake estimated by LIPE associated to the techniques of mobile bags and digestibility *in vitro*. The Klason lignin underestimated the dry matter intake in both tests. The LIPE when associated with the *in vitro* digestibility has potential to be used for estimating the dry matter intake of horses on pasture, being better than the Klason lignin.

Keywords: dry matter intake; LIPE; Mangalarga Marchador

3.3. Introdução

O consumo de matéria seca (CMS) é um dos principais fatores determinantes do desempenho de animais em pastejo. O consumo sofre influência de vários fatores associados ao animal (peso vivo, estágio fisiológico), ao pasto (digestibilidade, palatabilidade, teor de FDN, FDA, lignina) e ao ambiente (condições climáticas e manejo) que se interrelacionam. A capacidade dos diferentes segmentos do trato gastrointestinal e a taxa de passagem da digesta também são fatores expressivos que influenciam na regulação do CMS.

Conforme o NRC (2007) a estimativa do CMS de animais a pasto varia de 1,5 a 3,1% do peso vivo. As médias diárias de ingestão de matéria seca são mais altas para éguas em lactação, com médias de consumo de 2,8%. Já para animais adultos em manutenção, o CMS é, em média, de 2% do peso vivo. Entretanto, essa estimativa a pasto é complexa e não pode ser realizada diretamente como é feita quando os animais se encontram confinados. Então, é necessário o uso de indicadores internos ou externos para estimar o consumo dos animais criados a pasto.

A lignina purificada e enriquecida (LIPE[®]) tem sido utilizada com êxito na determinação do consumo para bovinos, caprinos, ovinos, aves, coelhos, suínos e equinos (Lima et al., 2008; Moraes et al., 2010; Saliba et al., 2003; Vasconcelos, 2004; Saliba et al., 2005; Nunes et al., 2010; Lanzetta et al., 2009). Porém, para estimar o consumo através do LIPE, é necessário conhecer a digestibilidade da forrageira em questão e, para isso, podem ser utilizadas técnicas como os sacos móveis (Araújo et al., 2000) e digestibilidade *in vitro* (Tilley & Terry 1963). O LIPE pode ainda ser associado à lignina Klason (Effand 1977) para estimar o consumo pela fórmula proposta por Saliba & Rodriguez (2009).

Araújo et al. (2000) compararam a técnica de sacos de náilon móveis com o método de coleta total de fezes para determinar a digestibilidade da matéria seca do capim coast cross e capim elefante e constataram que a técnica dos sacos móveis pode ser utilizada em substituição à coleta total de fezes.

Para a determinação da digestibilidade *in vitro* em ruminantes, a metodologia de Tilley & Terry (1963) é a mais utilizada e Lowman et al. (1999) propuseram que a técnica seja aplicada para prever a digestibilidade aparente de alimentos para equinos. A técnica de Tilley & Terry (1963) é muito utilizada para avaliação de forragens e envolve duas etapas, onde na primeira, o alimento é submetido à fermentação com uma solução tampão contendo líquido ruminal durante 48 horas de digestão, seguindo para segunda etapa, com duração de 24 horas, onde é adicionada uma solução ácida com pepsina. Após estas duas etapas, tem-se a

digestibilidade da matéria seca do alimento. Na técnica de digestibilidade *in vitro* para equinos, tem sido utilizado o conteúdo cecal coletado de animais fistulados (Applegate & Hershberger, 1969). No entanto, o Comitê de ética do uso dos animais não tem recomendado a utilização de equinos fistulados por reduzir a qualidade e expectativa de vida desses animais, ao contrário da fistulação de bovinos, que não é prejudicial (EMBRAPA, 2013). Assim sendo, outras fontes de inóculo devem ser utilizadas na determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca para equinos.

Já quando se associa a LK com o LIPE, os resultados para consumo e digestibilidade não têm sido satisfatórios em equinos (Pereira, 2010; Moss, 2012).

O trabalho foi realizado com o objetivo de comparar a técnica dos sacos móveis, com a técnica *in vitro* e a lignina Klason a fim de se constatar qual deve ser preconizada para o cálculo do consumo de matéria seca com o LIPE.

3.4. Materiais e métodos

O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética e Uso de Animais (CEUA-UFMG) pelo protocolo 151/2013 (Anexo 1).

O ensaio experimental foi realizado no Haras Catuni, localizado na Fazenda Santa Helena, em Montes Claros, Minas Gerais, entre os meses de março a maio de 2014, e teve duração de 51 dias.

Foram utilizadas 10 éguas Mangalarga Marchador no terço inicial de gestação, de 3 a 8 anos de idade e peso vivo médio de $402,5 \pm 31,38$ kg. O escore da condição corporal foi classificado pela escala de 0 a 5 de Carroll e Huntington (1988). As éguas foram mantidas em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, recebendo sal mineral¹ e água *ad libitum*, além de concentrado (Apêndice A) na proporção de 0,5% do peso vivo. O concentrado foi misturado na fazenda, pesado e fornecido aos animais às 7:00 h em unidades de serviço localizadas próximo ao piquete e construídas de acordo com Carvalho (1987). Antes de iniciarem no experimento, as éguas foram mantidas sem tratamento anti-helmíntico por 12 meses.

O consumo de matéria seca (CMS) foi calculado a partir da fórmula de Saliba (2005) descrita a seguir, utilizando os dados de produção fecal de cada animal. A produção fecal foi estimada pelo indicador externo lignina purificada e enriquecida - LIPE[®] em dois ensaios de digestibilidade. No primeiro ensaio, as éguas estavam com média de 6066 ovos por grama de

¹Coequi Plus (Tortuga)

fezes (OPG), determinado pelo exame de OPG segundo a metodologia de Gordon & Witlock (1939). Foi feita coprocultura conforme Roberts & O'Sullivan (1950) e, na leitura e m microscópio, foram identificadas somente larvas de pequenos estrôngilos. Ao término do primeiro ensaio, as éguas foram vermifugadas² e após 35 dias da data de vermifugação, foi realizado o segundo ensaio de digestibilidade. No segundo ensaio, as éguas estavam com contagem 0 de OPG.

Nos dois ensaios, cada égua recebeu uma cápsula de LIPE[®] de 500 mg por dia, durante 7 dias, sendo que os dois dias iniciais foram para adaptação ao indicador. As coletas das amostras de fezes, para avaliação dos nutrientes da dieta e do indicador, foram feitas, diariamente, nos últimos cinco dias do período experimental, diretamente da ampola retal (Lanzetta *et al.*, 2009; Saliba, 2005).

Após a coleta, as amostras fecais foram acondicionadas em sacos de polietileno, separadas por animal e por dia e armazenadas a -5 °C. Ao final do experimento, as amostras dos cinco dias de ensaio de digestibilidade de cada animal foram descongeladas e homogeneizadas para a subamostragem. As subamostras de 400 g foram, então, refrigeradas a -5 °C até o momento das análises laboratoriais.

Foram também coletadas amostras do concentrado e da gramínea, simulando o hábito de pastejo dos equinos, durante os dois ensaios de digestibilidade (Gardner, 1986). Essas amostras foram congeladas e ao final do experimento foram enviadas ao laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG para análise do teor de matéria seca.

Para determinação do teor de matéria seca, as amostras do volumoso, concentrado e das fezes foram descongeladas à temperatura ambiente, homogeneizadas, pesadas, acondicionadas em bandejas e pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas. Em seguida, foram novamente pesadas e moídas em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm. Depois de moídas, foram submetidas às análises de matéria seca (MS) (Detmann *et al.*, 2012). As análises de concentração do LIPE nas fezes foram feitas pelo método de espectroscopia no infravermelho com transformação de Fourier (IVTF) (Saliba, 2005; Saliba *et al.*, 2013).

Para o cálculo da produção fecal com o indicador LIPE[®] foi utilizada a seguinte

$$\text{equação: PF (kg)} = \frac{\text{LIPE fornecido (g)} \times 100}{(\text{Ai} / \text{MS fecal})}$$

Onde:

PF = Produção fecal;

²Equest Pramox

A_i = Relação logarítmica das intensidades de absorção das bandas dos comprimentos de onda a 1050 cm^{-1} / 1650 cm^{-1} ;

$A_i = A_{1050}/A_{1650}$. Sendo que $A = \log I_0$, onde, $I_0 >$ intensidade e $I <$ intensidade. MS fecal = matéria seca fecal.

O consumo estimado através do indicador externo LIPE[®] foi obtido a partir dos cálculos descritos por Saliba (2005):

$$\text{Consumo (kg MS / dia)} = \frac{\text{Produção fecal (kg MS/dia)}}{[1 - \text{CDAMS (\%)}] \cdot 100}$$

Onde,

CDAMS (%): coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca.

A digestibilidade da matéria seca foi determinada pela utilização da técnica dos sacos móveis e pela digestibilidade *in vitro*.

Para a técnica dos sacos móveis, foi utilizada uma égua do grupo, que foi adaptada por 12 dias ao consumo de pré-secado de capim Vaquero e 0,5% PV de concentrado. Água, volumoso e sal mineral foram disponibilizados à vontade.

Para cada dieta, foram inseridos 18 sacos, cada um com 0,45 gMS de amostra, sendo 80% do peso correspondente ao volumoso e 20% ao concentrado, ambos moídos a 2 mm, e 2 sacos vazios (branco). Cada saco continha uma quantidade de amostra de 15 mg MS/ cm^2 de superfície. Segundo Vanzant et al. (1998), a relação quantidade de amostra (mg)/área (cm^2) deve variar entre 10 a 20 mg/ cm^2 , calculada da seguinte maneira: Amostra (mg) = comprimento (cm) x largura (cm) x 2. Como a área total do saco foi igual a 30 cm^2 , foi utilizada a quantidade de 450 mg de amostra/saco.

Os sacos foram preparados com dimensões de 7,5 x 2 cm, utilizando-se tecido de poliéster de porosidade de 45 μ (Tenyl[®]), selados com seladora automática e preparados segundo Araújo et al. (2000).

Após o preparo, os sacos foram identificados individualmente e, então, foram secos em estufa de ventilação forçada a 55-60 °C por 24h, resfriados em dessecador e, em seguida, pesados.

A inserção dos sacos no estômago da égua foi realizada com o auxílio de sonda nasogástrica semi-siliconizada, de 15 mm de diâmetro interno, lubrificada externamente com vaselina líquida. Foi feita a infusão de água sob pressão na luz da sonda para facilitar a passagem dos sacos (Moore-Colyer *et al.*, 2002). A sonda foi utilizada duas vezes, às 7:00 e às 16:00 horas. A recuperação dos sacos nas fezes foi realizada em até 96h da inserção dos sacos.

Após a recuperação nas fezes, os sacos foram lavados até que a água da lavagem se tornasse límpida. Em seguida, foram levados para secagem em estufa ventilada com temperatura de 55 a 60 °C, durante 48h. Após a secagem, cada saco foi pesado individualmente para determinar as perdas em matéria seca. Os sacos brancos também foram pesados com a finalidade de se estimar as impregnações de secreções e microorganismos.

Assim, as perdas dos nutrientes após a passagem dos sacos foram expressas como coeficientes de digestibilidade aparente da MS (CDAMS), determinados de acordo com a fórmula descrita por Moore-Colyer *et al.* (2002):

$$\text{CDAMS (\%)} = \frac{(\text{I} \times \text{MS alimento}) - (\text{F} \times \text{MS resíduo})}{(\text{I} \times \text{MS alimento})}$$

Onde:

I = quantidade de alimento (g) inserido em cada saco;

F= quantidade de resíduo (g), descontadas as impregnações do branco;

MS= teor de matéria seca do alimento e do resíduo determinada a 105 °C (Detmann, 2012).

A digestibilidade *in vitro* foi feita conforme Tilley & Terry (1963). Foram utilizados sacos de fibra F57 da ANKOM, sendo 3 sacos para incubação das amostras de volumoso e concentrado, 2 para alimento padrão de digestibilidade *in vivo* conhecida (silagem de milho) e 2 sacos vazios (brancos), totalizando 10 sacos. Para os sacos com as amostras, foram pesados 0,45 g de matéria seca, sendo 80% do peso de volumoso (capim Tanzânia) e 20% de concentrado.

No término da incubação, os jarros foram drenados e os sacos lavados no próprio jarro fermentador com água destilada. O gás contido nos sacos foi removido com delicada pressão das mãos sobre os mesmos. Os sacos foram secos a 105 °C em estufa por 24 horas para a secagem definitiva e determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Assim, foram comparados os tratamentos Consumo pelo LIPE associado aos Sacos Móveis (CSMOVEL), Consumo pelo LIPE associado à digestibilidade *in vitro* (CDIVMS) e Consumo pelo LIPE associado à lignina Klason (CLK). O CLK foi obtido a partir da fórmula de Dove & Mayes (1991), adaptada por Saliba & Rodriguez (2009):

$$\text{Consumo (kg de MS/dia)} = \frac{\text{LIPE fornecido (g/dia)}}{\frac{\text{LIPE fezes (g/kg)} \times \text{LK no volumoso (g/kg)}}{\text{LK fezes (g/kg)}}}$$

Onde:

LK: lignina Klason

O consumo total foi determinado por meio da soma do consumo do volumoso, obtida com a fórmula de Saliba & Rodriguez (2009), descrita no parágrafo anterior, com o consumo de concentrado mensurado.

A concentração de lignina Klason (LK) nas fezes, volumosos e concentrados foi determinada conforme Effand (1977), sendo feita a digestão ácida a frio em ácido sulfúrico a 72% por 3h. Em seguida, foi feita a lavagem com água destilada quente e filtragem a vácuo com cadinho de vidro filtrante borossilicato n. 1. Após secagem em estufa a 55 °C por 12h e a 105 °C por 1h, o cadinho foi pesado e levado à mufla a 600 °C por 3h e pesado. O peso do material queimado na mufla correspondeu à LK.

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso em parcelas subdivididas, onde cada animal representou um bloco. As parcelas foram constituídas pelos métodos de determinação do consumo e as subparcelas os ensaios 1 e 2. As médias foram submetidas à análise de variância através do programa Sisvar 5.3 (2011). Foi utilizado o teste de Fisher a 5% para comparar os ensaios de digestibilidade e o teste de Tukey a 5% para comparar os métodos de determinação do consumo.

3.5. Resultados

Os resultados das estimativas de consumo do grupo experimental no primeiro e no segundo ensaio de digestibilidade estão representados na tabela 1.

Tabela 1. Comparação entre a estimativa de consumo de matéria seca do grupo experimental pelos métodos do indicador LIPE associado à técnica dos sacos móveis (CSMOVEL), associado à digestibilidade *in vitro* (CDIVMS) e associado à lignina Klason (CLK).

	CSMOVEL	CDIVMS	CLK	CV (%)
1º ensaio	8,877 ^{Aa}	7,035 ^{Bb}	6,133 ^{Bc}	7,9
2º ensaio	8,080 ^{Ba}	7,850 ^{Aa}	6,994 ^{Ab}	

Letras maiúsculas distintas na coluna diferem entre os ensaios de digestibilidade pelo teste de Fisher (p<0,05). Letras minúsculas distintas na linha diferem entre as técnicas pelo teste de Tukey (p<0,05)

3.6. Discussão

Os animais reduziram (p<0,05) o CSMOVEL devido a uma redução no consumo de volumoso. Quando se analisa o Apêndice A, percebe-se uma ligeira redução nos teores de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas (FDNc) e fibra em detergente ácido corrigida para cinzas (FDAc) mas um aumento no teor de lignina Klason de 12,83 para 13,52%, o que

pode provocar redução na digestibilidade da fibra e diminuição da taxa de passagem do alimento. Assim, era esperada uma redução no consumo, como ocorreu no CSMOVEL. Entretanto, o CDIVMS e o CLK aumentaram ($p < 0,05$) no segundo ensaio, não se comportando da forma esperada.

A literatura apresentou bons resultados na utilização da técnica dos sacos móveis na determinação da digestibilidade de nutrientes de diversos alimentos usados na nutrição equina. Araújo et al. (2000) compararam a técnica dos sacos móveis com a coleta total de fezes para determinar a digestibilidade aparente de nutrientes do capim coast cross e capim elefante e constataram que a técnica dos sacos móveis é precisa para estimar a digestibilidade da matéria seca (CDAMS), energia bruta (CDAEB) e hemiceluloses (CDAHCEL) para o capim coast cross moído a 1mm. A técnica também foi precisa ao estimar o CDAMS, CDAEB e coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro (CDAFDN) do capim elefante moído a 5mm. Por outro lado, Silva et al. (2009) avaliaram a técnica dos sacos móveis na determinação da digestibilidade dos nutrientes MS, MO, PB, EB, FDN e FDA de alfafa, amendoim forrageiro, desmódio, estilosantes, guandu, macrotiloma e feno de Coast-cross moídos a 2mm e obtiveram valores muito próximos dos trabalhos encontrados na literatura que utilizaram coleta total de fezes, indicando que essa técnica é aplicável para estimar a digestibilidade aparente em equinos.

O CSMOVEL e CDIVMS foram semelhantes ($p > 0,05$) no 2º ensaio (Tabela 1). Entretanto, o mesmo não ocorreu para o 1º ensaio, pois o CDIVMS foi menor ($p < 0,05$) que o CSMOVEL. Pode-se pensar que, no 1º ensaio, pelo fato dos animais não terem sido vermifugados, os vermes tenham alterado o consumo de MS a ponto de provocarem a diferença entre o CSMOVEL e CDIVMS. Já no 2º ensaio, sem a interferência dos vermes na digestibilidade da MS, a avaliação do consumo de MS com a técnica dos sacos móveis foi semelhante à técnica de digestibilidade *in vitro* ($p < 0,05$)

Lanzetta et al. (2009) validaram a utilização do LIPE[®] na avaliação do consumo de matéria seca na espécie equina. Estes autores utilizaram éguas Mangalarga Marchador com média de 345 kg PV, em trabalho leve e alimentadas com feno de alfafa e concentrado comercial na proporção de 50:50. Foi comparada a metodologia da coleta total com o indicador externo LIPE. O LIPE teve taxa de recuperação fecal de 95,94% e o valor de CMS foi estimado pelo LIPE a partir da taxa de recuperação fecal e do consumo real mensurado. O consumo pelo LIPE foi de 10,23 kg/dia (2,88% PV) e o consumo mensurado foi de 10,67 kg/dia (3,01% PV) e as estimativas não diferiram entre si ($p > 0,05$).

Moss (2012) também trabalhou com éguas Mangalarga Marchador em treinamento para a prova de marcha e estimou o consumo de matéria seca total através do NANOLIPE[®], que é o indicador LIPE em nanopartículas, o que proporciona uma mistura mais homogênea do indicador na digesta, redução no período de adaptação ao indicador e melhor taxa de recuperação nas fezes. O autor verificou que as estimativas de produção fecal e digestibilidade da MS, FDN, FDA, HCEL, PB, ED e MO obtidas com o NANOLIPE foram semelhantes ($p>0,05$) às obtidas pelo método de coleta total e o indicador NANOLIPE ainda foi melhor que LK e FDAi ($p<0,05$) para estimar a produção fecal e os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes avaliados.

Pereira (2010), ao comparar o consumo de MS estimado pelo LIPE associado à técnica de digestibilidade *in situ* com fistulação cecal ou associado à LK em éguas Mangalarga Marchador em exercício moderado, verificou que o consumo pelo LIPE associado à digestibilidade *in situ* (10,31 kg MS ou 2,65% PV) foi menor ($p<0,05$) que o consumo pelo LIPE associado à LK (11,84 kg MS ou 3,04% PV), sendo o consumo pelo LIPE associado à digestibilidade *in situ* mais próximo do consumo de 2,25% PV, descrito pelo NRC (2007) para essa categoria animal. Por outro lado, no presente trabalho, o CLK foi menor ($p<0,05$) que o CSMOVEL em ambos os ensaios.

A lignina Klason pode ter subestimado o consumo devido a erros contidos em sua técnica analítica, como por exemplo, o fato de que considerável fração das ligninas é solúvel em ácido sulfúrico e não são quantificadas neste método (Hatfield, et al., 1994). Entretanto, a fórmula de consumo pela LK, descrita por Saliba & Rodriguez (2009), já foi utilizada em experimento com bovinos leiteiros e foram observados resultados semelhantes entre o consumo mensurado e o consumo estimado pela fórmula, sendo os valores de 4,85 e 4,83 kg MS/dia, respectivamente (Silva, 2007).

3.7. Conclusões

A técnica de digestibilidade *in vitro* apresenta potencial para ser utilizada em associação ao LIPE para o cálculo do consumo de matéria seca em animais vermifugados.

São necessários mais estudos para se verificar se a técnica *in vitro* pode ser utilizada em animais que não foram vermifugados.

A lignina Klason não é adequada para ser utilizada junto ao LIPE na determinação do consumo de matéria seca.

3.8. Referências bibliográficas

- APPLEGATE, C. S.; HERSHBERGER, T. V. Evaluation of *in vitro* and *in vivo* cecal fermentation techniques for estimating the nutritive value of forages for equine. *Journal of Animal Science*, n. 28, p. 18-22, 1969.
- ARAÚJO, K. V.; LIMA, J. A. F.; FIALHO, E. T.; et al. Comparação da técnica do saco de náilon móvel com o método de coleta total para determinar a digestibilidade dos nutrientes de alimentos volumosos em equinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 3, p. 752-761, 2000.
- BEVILAQUA, C. M. L.; RODRIGUES, M. L. A.; CONCORDET, D. Identification of infective larvae of some common nematode strongylids of horses. *Revue de Medecine Veterinaire*, Toulouse, v. 144, n. 2, p. 989-995, 1993.
- CARROLL, C. L.; HUNTINGTON P. J. Body Condition Scoring and Weight Estimation of Horses. *Journal of Equine Veterinary*, 1988. pgs 41 – 45.
- CARVALHO, R. T. S. O sistema brasileiro de produção de equinos. In: Pastagens e alimentação de equinos. CARVALHO, R. T. S.; HADDAD, C. M. O. ed Globo, Rio de Janeiro, 1987. 85 p.
- DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C. *Métodos para análises de alimentos INCT- Ciência animal*. 2012. Ed. UFV. 214 p.
- DOVE, H.; MAYES, R.W. The use of plant wax alkanes as marker substances in studies of the nutrition of herbivores: a review. *Aus. J. Agric. Res.*, v. 42, p. 913-952, 1991.
- EFFAND, M. J. Modified procedure to determine acid-insoluble lignin in wood and pulp. *TAPPI, Tills*, v. 60, p. 143-144, 1977.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA ANIMAL – EMBRAPA. Esclarecimento sobre Vaca Fistulada em experimentos na Embrapa. Jun, 2013. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1046190/esclarecimento-sobre-vaca-fistulada-em-experimentos-na-embrapa>>. Acesso em: 27 dez. 2014.
- GARDNER, A. L. Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção. Brasília: II CA/Embrapa, 1986. 197p.
- HATFIELD, R. D.; JUNG, H. G.; RALPH, J.; et al. A comparison of the insoluble residues produced by the Klason lignin and acid detergent lignin procedures. *Journal of Science Food Agriculture*, v. 65, n. 1, p. 51-58, 1994.
- 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. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.1, p. 69-74, 2009.
- LIMA, J. B. M. P.; GRAÇA, D. S.; BORGES, A. L. C. C.; et al. Uso do óxido crômico e do LIPE[®] na estimativa do consumo de matéria seca por bezerros de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 60, n. 5. Belo Horizonte, out. 2008.
- LOWMAN, R. S. et al. Evaluation of an *in vitro* batch culture technique for estimating the *in vivo* digestibility and digestible energy content of equine feeds using equine faeces as the source of microbial inoculum. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Amsterdam, v.80, p.11-27, 1999.

MOORE-COLYER, M. J. S.; HYSLOP, J. J.; LONGLAND, A. C.; et al. The mobile bag technique as a method for determining the degradation of four botanically diverse fibrous feedstuffs in the small intestine and total digestive tract of ponies. *British Journal of Nutrition*, v. 88, n. 6, p. 729-740, 2002.

MORAES, S. A.; SALIBA, E. O. S.; NEIVA, J. N. M. Validação do LIPE® como indicador externo de estimativa da produção fecal e digestibilidade em caprinos alimentados com subproduto de urucum. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47. Salvador, BA – UFBA, 2010. MOSS, P. C. B. *Digestibilidade aparente da dieta em equinos estimada através de coleta total e do uso de indicadores*. 2012. 58 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola de Veterinária. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrients Requirements of horses*. 6 ed. rev. Washington, D. C. National Academies Press. 2007.

NUNES, A. N.; SALIBA, E. O. S.; FONTES, D. O. Uso do indicador Óxido Crômico (CR₂O₃) e LIPE®, na avaliação da produção fecal de Suínos em Crescimento, comparado com Coleta Total. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47. Salvador, BA – UFBA, 2010.

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

ROBERTS, F. H. S.; O'SULLIVAN, J. P. Methods for egg counts and larval cultures for strongyles infesting the gastrointestinal tract of cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*. v.1, p. 99-102, 1950.

SALIBA, E. O. S. Minicurso sobre o uso de indicadores. In: TELECONFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 1, 2005, Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2005. p. 23-26.

SALIBA, E. O. S.; RODRIGUEZ, N. M. Uso de indicadores na avaliação da digestibilidade em ruminantes: LIPE® Lignina Purificada e enriquecida. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL AVANÇOS EM TÉCNICAS DE PESQUISA EM NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 1, 2009, Pirassununga. *Anais ... Pirassununga: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP*, 2009. p.50-67.

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

SALIBA, E. O. S.; GONÇALVES, N. C.; BARBOSA, G. S. S. C.; BORGES, A. L. C. C. Evaluation of the infrared spectroscopy method for the quantification of NANOLIPE marker in feces of dairy cattle. In: *Energy and protein metabolism and nutrition in sustainable animal production*. OLTJEN, J. M.; KEBREAB, E.; LAPIERRE, H. EAAP publication, n. 134. p. 247-248, 2013.

SILVA, J. J. *Indicadores de consumo total, consumo diferenciado e de cinética ruminal em bovinos leiteiros*. 2007. 78 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG, 2007.

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

SISVAR 5.3. Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2011.

TILLEY, J. M. A., TERRY, R. A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of British Grassland Society*, n. 18, p. 104-111, 1963.

VANZANT, E. S.; COCHRAN, R. C.; TITGEMEYER, E. C. Standardization of *in situ* techniques for ruminant feedstuff evaluation. *Journal of Animal Science*, v. 76, p. 2717-2729, 1998.

VASCONCELLOS, C.H.F. *Lignina purificada e modificada (Lipe®), óxido crômico e coleta total de excretas, como métodos de determinação da digestibilidade em frangos de corte*. 2004. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

ANEXO 1

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

CEUA

COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

Senhor(a) Professor(a) Adalgiza Souza Carneiro de Rezende,

Após análise de sua solicitação de avaliação do projeto A influência das verminoses no aproveitamento dos nutrientes da dieta pelos equinos, submetido a esta comissão pelo protocolo 151 / 2013, a CEUA decidiu **aprovar** a sua solicitação.

Justificativa: Aprovado na reunião do dia 01/07/2013.

Para acessar ao seu projeto clique no link:

<https://www.ufmg.br/bioetica/cetea/ceua/>

Belo Horizonte, 02/07/2013.

Atenciosamente.

Sistema CEUA-UFGM

<https://www.ufmg.br/bioetica/cetea/ceua/>

Universidade Federal de Minas Gerais
Avenida Antônio Carlos, 6627 – Campus Pampulha
Unidade Administrativa II – 2º Andar, Sala 2005
31270-901 – Belo Horizonte, MG – Brasil
Telefone: (31) 3499-4516 – Fax: (31) 3499-4592
www.ufmg.br/bioetica/cetea - cetea@prpq.ufmg.br

APÊNDICE A

Composição química do concentrado e volumoso durante o primeiro e segundo ensaio de digestibilidade.

Composição Química (%MS)	Concentrado 1° ensaio	Concentrado 2° ensaio	Volumoso 1° ensaio	Volumoso 2° ensaio
MO	91,20	90,65	89,26	89,26
MM	8,88	9,35	10,74	10,74
Ca	2,04	2,42	0,40	0,41
P	0,41	0,45	0,33	0,34
EB (cal/g MS)	3479,71	3438,96	3829,12	3815,78
PB	12,79	10,48	7,74	7,91
EE	3,97	4,66	2,07	2,07
CNF	54,69	58,76	6,68	7,67
FDNc	19,91	16,75	72,77	71,61
FDAc	11,50	9,76	40,51	39,56
HCEL	8,40	6,99	32,26	32,04
CEL	12,07	9,12	30,13	35,56
LK	17,94	11,04	12,83	13,52

MO: Matéria orgânica; MM: Matéria mineral; Ca: Cálcio; P: fósforo; EB: Energia bruta; PB: Proteína bruta; EE: Extrato etéreo; CNF: Carboidrato não fibroso; FDNc: Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas; FDNa: Fibra insolúvel em detergente ácido corrigida para cinzas; HCEL: Hemiceluloses; CEL: Celulose; LK- Lignina Klason.

APÊNDICE B

Pesagem quinzenal dos animais durante o experimento.

Grupo Não -Vermifugado					
Animal	Pesagem 1	Pesagem 2	Pesagem 3	Pesagem 4	Pesagem 5
Zaia	355	360	381	400	404
Zuata	400	412	430	430	441
Belize	350	340	365	375	370
Valentine	425	420	435	435	452
Vamp	415	405	427	425	432
Prenda	385	389	400	405	409
Uniflor	444	452	475	479	483
Zafira	387	388	400	410	414
Zambra	360	372	390	405	414
MÉDIA	391,22	424,33	393,11	418,22	424,3

Grupo Vermifugado					
Animal	Pesagem 1	Pesagem 2	Pesagem 3	Pesagem 4	Pesagem 5
Bangladesh	385	376	398	397	404
Antuérpia	390	395	392	420	426
Bosnia	355	350	360	369	374
Xitana	405	401	430	442	440
Xiquita	395	392	432	425	438
Veneza	440	428	455	448	452
Xereta	430	427	450	455	452
Zínia	445	437	460	476	468
Vitoria R.	360	350	374	380	389
Záfia	420	421	440	447	447
MÉDIA	402,5	429,0	419,1	425,9	429

APÊNDICE C

Avaliação quinzenal do escore da condição corporal dos animais durante o experimento.

Grupo Não -Vermifugado					
Animal	ECC 1	ECC 2	ECC 3	ECC 4	ECC 5
Zaia	3	3	3	3	3,5
Zuata	4	4	4	4	4,5
Belize	2,5	2,5	3	3	3
Valentine	4	4	4	4	5
Vamp	3,5	3,5	3,5	3,5	4
Prenda	3	3	3	3	4
Uniflor	4	4	4	4	5
Zafira	2,5	2,5	3	3	3,5
Zambra	3	3	3	3	4
MÉDIA	3,28	3,28	3,39	3,39	4,06

Grupo Vermifugado					
Animal	ECC 1	ECC 2	ECC 3	ECC 4	ECC 5
Bangladesh	3	3	3	3	4
Antuérpia	3	3	3	3	4
Bosnia	3	3	3	3	3,5
Xitana	3	3	3,5	3,5	4,5
Xiquita	4	4	3,5	4	4,5
Veneza	4	4	4	4	5
Xereta	3,5	3,5	4	4	4,5
Zínia	3	3	3	3,5	4
Vitoria R.	2,5	2,5	2,5	3	3
Záfia	4	4	4	4	5
MÉDIA	3,3	3,3	3,35	3,5	4,2

