



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

JÉSSICA DE CARVALHO BRITO

DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES E CARACTERÍSTICAS
FÍSICO-QUÍMICAS DAS FEZES DE EQUÍDEOS ALIMENTADOS COM FENO DE
TIFTON

FORTALEZA

2016

JÉSSICA DE CARVALHO BRITO

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES E CARACTERÍSTICAS
FÍSICO-QUÍMICAS DAS FEZES DE EQUÍDEOS ALIMENTADOS COM FENO DE
TIFTON**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Orientador: Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento.

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a Roberta Ariboni Brandi.

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B876d Brito, Jéssica de Carvalho.

Digestibilidade aparente dos nutrientes e características físico-químicas das fezes de equídeos alimentados com feno de Tifton / Jéssica de Carvalho Brito. – 2016.
40 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2016.

Orientação: Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento.

Coorientação: Profa. Dra. Roberta Ariboni Brandi.

1. Acetato. 2. Capacidade tamponante. 3. Equus asinus. 4. Equus caballus. 5. Volumoso. I. Título.

CDD 636.08

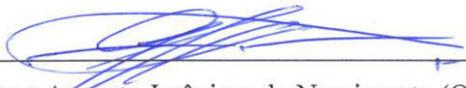
JÉSSICA DE CARVALHO BRITO

**DIGESTIBILIDADE APARENTE E CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS
FEZES DE EQUÍDEOS ALIMENTADOS COM FENO DE TIFTON**

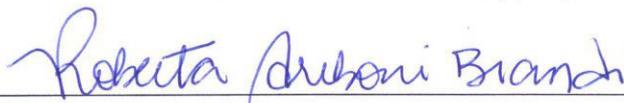
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Aprovado em: 30 / 06 / 2016

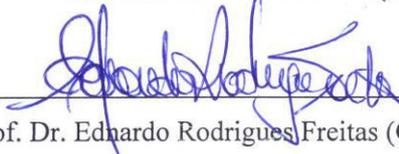
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof.ª Dr.ª Roberta Ariboni Brandi (Co-orientadora)
Universidade de São Paulo (USP)



Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Gabrimar Araújo Martins (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade de realização do mestrado e pela minha formação.

À CAPES, pela concessão da bolsa que permitiu a execução do mestrado.

Ao professor Germano Augusto, pela orientação, paciência, dedicação, apoio e todos os conselhos que foram tão importantes para a conclusão deste trabalho.

À professora Roberta Brandi, pela confiança, auxílio, ensinamentos, por acreditar no meu trabalho mesmo sem me conhecer completamente e pela amizade que me fez sentir tão bem recebida na Universidade de São Paulo (USP).

À USP, pela parceria firmada com a UFC, estreitando os laços profissionais entre as duas Instituições.

À fazenda Atalla localizada no município de Jaú/SP, pela disponibilidade da infraestrutura e animais. E, aos veterinários Carlos Eduardo Carrara e Marcelo Carrara, por toda a ajuda e auxílio que foram de vital importância para o desenvolvimento deste trabalho.

Às meninas do Grupo de Pesquisa e Extensão em Equídeos e Animais de Companhia (GPEEAC): Madalena, Thais, Camilla, Gabriela, Olívia e Tamires, muito obrigada por todo o apoio, ajuda e dedicação. Não sei o que faria sem vocês. Muito obrigada pela paciência e por não desistirem de mim, não há palavras para expressar minha gratidão. Este trabalho nunca teria sido concluído sem a ajuda de todas vocês. E obrigada também pela amizade e apoio que me fizeram sentir um pouco mais em casa.

Aos funcionários da Fazenda Atalla, por toda a assistência que foram tão importantes na execução desta pesquisa e companhia sempre presente.

Ao Laboratório de Fermentabilidade Ruminal da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) da USP, pela disponibilidade e a técnica de laboratório.

À Priscila Sales, por toda ajuda nas análises de ácidos graxos de cadeia curta.

Ao Laboratório de Bromatologia da Universidade Camilo Castelo Branco (UNICASTELO), na cidade de Descalvado/SP, pela disponibilidade dos equipamentos e realização das análises laboratoriais.

Aos professores da banca examinadora, Ednardo Rodrigues Freitas e Gabrimar Araújo Martins, pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões para melhores abordagens e finalização da Dissertação.

Aos meus pais, Elenice e Oliveiros, por toda a dedicação, sacrifícios e grande esforço que fizeram pela minha educação e a de minha irmã para que, assim, pudéssemos ter mais oportunidades.

À minha irmã Thaís, pelo companheirismo sempre presente nos diversos momentos e a cumplicidade que está cada dia mais forte.

Ao meu companheiro de vida Ari, por ser meu melhor amigo, estar sempre ao meu lado nos momentos bons e ruins, pelo ombro sempre disponível nas horas de choro, por me fazer sorrir e me divertir, por acreditar em mim quando muitas vezes eu não conseguia, até mesmo com alguns puxões de orelha e por me fazer sentir amada e feliz.

A todos os animais, que são o principal motivo do grande amor que tenho por esta profissão. Em especial, aos cavalos e jumentas que participaram deste trabalho com todos os ensinamentos diretos e indiretos que me transmitiram, e que mesmo através do silêncio davam-me um pouco da força necessária para a conclusão desta etapa.

RESUMO

Os equinos e asininos são espécies diferentes de equídeos que possuem particularidades fisiológicas que precisam ser entendidas para melhor realização do manejo alimentar e aproveitamento dos nutrientes dos alimentos. Sendo assim, objetivou-se comparar e avaliar o consumo voluntário de alimento e as implicações sobre as características físico-químicas das fezes, produção de ácidos graxos de cadeia curta e digestibilidade aparente de uma dieta composta por feno de Tifton 85 nas espécies equina e asinina. Foram utilizados 20 animais adultos, sendo dez equinos da raça quarto de milha e dez jumentas da raça Pêga, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com 2 tratamentos de 10 repetições, sendo o animal a unidade experimental. Considerou-se como tratamentos as duas espécies analisadas. Os animais foram alimentados com feno de Tifton 85 (85,72 %MS; 12,88 %PB; 73,74 %FDN; 32,59 %FDA e 2,25 Mcal EB/kg) à vontade, e avaliada a capacidade de consumo voluntário. Após seis dias de adaptação às condições experimentais, foram realizados quatro dias de coleta total de fezes. Durante o período de coleta, às 6h foram recolhidas as fezes para medição do pH e capacidade tamponante (CT), bem como a avaliação de cor e consistência das fezes. Durante o período de coleta, as fezes foram homogeneizadas para retirada de uma amostra composta para a realização das análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) e energia bruta (EB). Foram calculados os coeficientes de digestibilidade para MS, PB, FDN, FDA e EB. Amostras de sangue foram coletadas no último dia do ensaio de digestibilidade, às 0, 3 e 6h após a alimentação para análises de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) que também foram analisados nas fezes. Asininos apresentaram consumo de 1,12 Kg MS/PV menor ao dos equinos (1,60 Kg MS/PV). Observou-se maiores coeficientes de digestibilidade ($P < 0,05$) na espécie asinina para MS (61,60%), PB (67,18%), FDN (54,17) e FDA (50,00). Não houve diferença estatística para os valores de pH, cor e consistência das fezes entre as espécies estudadas recebendo dieta composta somente com volumoso. A CT dos asininos mostrou-se mais eficiência para CT6 (9,12 mmol/L) e CT5 (22,62 mmol/L) que os equinos (6,07 e 14,38mmol/L, respectivamente). Observou-se que os asininos produzem mais ácido acético (33,81 mmol/L) com uma dieta exclusiva de forragem, mas apresentam menores níveis desse AGCC no sangue (1,00 mmol/L) em comparação aos equinos (1,27 mmol/L), o que demonstra menor absorção na região cecocólica de acetato. A espécie Asinina possui capacidade de consumo de feno de Tifton85 menor que a equina, mas demonstra maiores coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e maior capacidade tamponante dos ácidos graxos de cadeia curta formados na fermentação.

Palavras-chave: Acetato, Capacidade tamponante, *Equus asinus*, *Equus caballus*, Volumoso.

ABSTRACT

Apparent digestibility of nutrients and physico-chemical characteristics of feces of equids fed Tifton 85 hay

The horses and donkeys are different species of horses that have physiological characteristics that need to be understood for better accomplishment of food management and food nutrients utilization. Thus, the objective was to compare and evaluate the voluntary food intake and the implications on the physico-chemical characteristics of the stool, production of short chain fatty acids and apparent digestibility of a diet consisting of hay Tifton 85 in equine and asinine species. Twenty animals were used, ten quarter mile race horses and ten Pêga breed asses, distributed in a completely randomized design with two treatments of ten repetitions, being the animal the experimental unit. It is considered as treatments the two species analyzed. The animals were fed with Tifton 85 hay (85.72% DM, 12.88% CP, 73.74% NDF, 32.59% ADF and 2.25 Mcal GE/kg) at will, and it was evaluated the ability of voluntary intake. After six days of adaptation to experimental conditions, it was carried out four days of total stool collection. During the collection period, at 6h feces were collected for measurement of pH and buffering capacity (BC) as well as the color evaluation and stool consistency. During the collection period, the feces were homogenized for removal of a sample for the analyzes of dry matter (DM), crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) and gross energy (GE). Digestibility coefficients were calculated for DM, CP, NDF, ADF and GE. Blood samples were collected on the last day of the digestibility trial, at 0, 3 and 6 h after feeding for analysis of short-chain fatty acids (SCFA), which were also analyzed in the stool. Donkeys showed consumption of 1.12 kg DM/BW statistically smaller ($P < 0.05$) than equine (1.60 DM/BW). It was observed higher digestibility coefficients ($P < 0.05$) to asses for DM (61.60%), CP (67,18%) NDF (54,17) and the ADF (50,00). There was no statistical difference for pH, color and consistency of stools among the species studied receiving diet composed only with bulky. The BC of donkeys was more efficient for BC6 (9.12 mmol/L) and BC5 (22.62 mmol/L) than horses (6.07 and 14.38 mmol/L, respectively). It was observed that donkeys produce more acetic acid (33.81 mmol/L) with a unique fodder diet, but they exhibit lower levels of this SCFA in the blood (1.00 mmol/L) compared to the horses (1.27 mmol/L), which shows less absorption of acetate in the cecum-colic region. The asses have consumption capacity of hay Tifton85 less than equine, but shows higher digestibility of nutrients and increased buffering capacity of short-chain fatty acids formed during fermentation.

Key Words: Acetate, Buffering capacity, *Equus asinus*, *Equus caballus*, Hay.

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Capacidade de consumo voluntário diário de matéria seca de equinos e asininos | 26 |
| Tabela 2 – Composição bromatológica do feno de Tifton 85 e coeficientes de digestibilidade da matéria seca, dos nutrientes e da energia bruta para as espécies equina e asinina | 29 |
| Tabela 3 – Valores de pH, capacidades tamponantes a pH 5 e pH 6 para as fezes das espécies asinina e equina | 30 |
| Tabela 4 – Ácidos graxos de cadeia curta encontrados nas fezes das espécies equina e asinina | 33 |
| Tabela 5 – Efeito da espécie sobre a concentração de ácidos graxos de cadeia curta no sangue das espécies equina e asinina | 33 |
| Tabela 6 – Efeito do tempo de coleta em relação à espécie sobre as concentrações de ácidos graxos de cadeia curta no sangue das espécies equina e asinina | 30 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 10 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA..... | 12 |
| 2.1 Características do trato gastrointestinal dos equídeos..... | 12 |
| 2.2 Importância da fibra na alimentação dos equídeos..... | 13 |
| 2.3 Capacidade de consumo alimentar pelos equídeos..... | 15 |
| 2.4 Digestibilidade dos nutrientes nos equídeos | 17 |
| 2.5 Características físico-químicas das fezes | 18 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 21 |
| 3.1 Comitê de ética | 21 |
| 3.2 Local e Animais | 21 |
| 3.3 Delineamento experimental e Dieta..... | 21 |
| 3.4 Variáveis analisadas | 22 |
| 3.5 Análise estatística | 24 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 26 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 36 |
| REFERÊNCIAS | 37 |

1 INTRODUÇÃO

Os equídeos são mamíferos pertencentes ao gênero *Equus* que inclui animais domésticos e selvagens. Dentro deste grupo encontramos os cavalos (*Equus caballus*) e os jumentos (*Equus Asinus*) que estão presentes em todo o mundo, onde cumprem diversas funções como trabalho, transporte, lazer, esporte e produção de carne (CNA, 2004). Apenas no Brasil a população de equinos é estimada em 5.450.601 animais (IBGE, 2014), já a de asininos em 902.716 cabeças no total (IBGE, 2012). Equinos e asininos são diferentes tanto em suas características físicas quanto em seu comportamento, e necessitam de criações de acordo com suas particularidades (BURDEN; THIEMANN, 2015).

Estes animais são classificados como herbívoros não ruminantes com ceco e cólon bem desenvolvidos que funcionam como uma câmara de fermentação, o que permite que utilizem volumosos na sua dieta, sendo capazes de aproveitar a fibra para suprir quase completamente suas necessidades nutricionais (BRANDI; FURTADO, 2009). A utilização da fibra em sua dieta previne a proliferação de bactérias potencialmente patogênicas no trato gastrointestinal, mantendo a população de microrganismos desejáveis através do fornecimento de energia, além de proporcionar o efeito psicológico de saciedade (BRAGA *et al.*, 2008).

Uma importante ferramenta para monitorar a saúde intestinal nos equídeos consiste na utilização das características físico-químicas das fezes, que auxiliam no diagnóstico precoce de alterações desfavoráveis, como o desenvolvimento de acidose (VAN DEN BERG *et al.*, 2013). Richards *et al.* (2006) consideram a estimativa do pH fecal uma metodologia eficiente para a avaliação indireta de indícios de acidose intestinal, no entanto não são encontradas na literatura informações sobre as características físico-químicas das fezes de asininos.

Relacionado à digestibilidade da dieta, os asininos possuem maiores coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, energia e fibra em comparação aos pôneis, quando se trata de forragens com fibras de menor valor nutricional, devido a adaptação desses animais a sobreviver em ambientes com alimentação de baixa qualidade (PEARSON *et al.*, 2001). Estudo conduzido por Wood *et al.* (2005) demonstrou que as exigências nutricionais dos asininos representam cerca de 75% das recomendadas para equinos, sendo que quando os asininos recebem um programa nutricional semelhante ao dos equinos, apresentam a tendência de acumular gordura e desenvolver problemas de saúde (BURDEN, 2011). Contudo, não há informações suficientes na literatura para as diferentes raças de asininos, existindo assim a necessidade de maior conhecimento sobre a capacidade de consumo desta espécie, além dos coeficientes de digestibilidade para diferentes tipos de volumosos.

A capacidade e eficiência de utilização da fibra estão relacionados a diversos fatores, onde os principais consistem na composição da dieta, especialmente a fração correspondente aos carboidratos estruturais e não estruturais, também na taxa de fermentação e taxa de passagem no trato gastrointestinal, especialmente nos compartimentos com atividade fermentativa, que está intimamente relacionada ao consumo e a composição da dieta (MORGADO; GALZERANO, 2009).

De acordo com a composição dessa dieta e sua capacidade de aproveitamento, existem mudanças na produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), que são produtos da fermentação de carboidratos estruturais e não estruturais (BRANDI; FURTADO, 2009). Dietas com altas quantidades de alimentos compostos principalmente por carboidratos de rápida fermentação, como os grãos, produzem maiores quantidades de ácido propiônico e ácido láctico, em detrimento da produção de ácido acético e ácido butírico, que possuem maiores produções em dietas compostas em sua maioria por volumosos (JENSEN *et al*, 2016). Não são encontradas informações na literatura sobre a produção e absorção de ácidos graxos de cadeia curta para a espécie asinina.

Diante destas informações, objetivou-se com este trabalho comparar e avaliar as implicações no consumo de matéria seca, digestibilidade aparente, características físico-químicas das fezes e produção de ácidos graxos de cadeia curta de uma dieta composta somente por feno de Tifton 85 nas espécies equina e asinina.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características do trato gastrointestinal dos equídeos

Os equídeos possuem diversas adaptações no trato gastrointestinal que permitem o aproveitamento da fração fibrosa da dieta, podendo destacar que possuem lábios, língua e dentes adaptados para apreensão, ingestão e alteração da forma física do alimento, que é moído e prensado pelos dentes molares e pré-molares, liberando o seu conteúdo celular que será digerido e absorvido no estômago e intestino delgado (MEYER, 1995).

Segundo Frape (2008) quanto mais o alimento é seco e rico em fibras, mais tempo deverá ser gasto na mastigação e será maior a quantidade de saliva produzida, e esta, devido à presença de mucina funciona como lubrificante, auxiliando na deglutição e prevenindo o engasgamento. De acordo com Meyer (1995), a saliva dos equídeos é composta por água, sódio, potássio, bicarbonato, e íons cloretos que funcionam como tampão para os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e ácido láctico produzidos na porção aglandular do estômago, além de umedecer o alimento facilitando a ação do ácido clorídrico e enzimas no bolo alimentar.

O volume do estômago dos equídeos ocupa cerca de 10% do trato gastrointestinal destes animais, e é adaptado para receber continuamente pequenas quantidades de alimento (FRAPE, 2008). Este órgão é dividido em duas áreas, a escamosa estratificada ou aglandular que se encontra na extremidade oral do estômago, e a mucosa glandular que é dividida em regiões fúndica e pilórica (REECE, 2006; ARANZALES, ALVEZ, 2013).

Na região aglandular ocorrem processos fermentativos devido ao alto teor de matéria orgânica e pH mantido através do poder tamponante da saliva com a atividade de microrganismos que degradam carboidratos, produzindo ácido láctico, AGCC e gases (CH₄ e CO₂), segundo Reece (2006) e Frape (2008). Na região glandular ocorre a secreção de ácido clorídrico (HCl), que potencializa a atividade da pepsina e reduz a atividade dos microrganismos (MEYER, 1995). Contudo, devido ao baixo tempo de permanência do bolo alimentar no estômago, a digestão proteica é reduzida (BRANDI; FURTADO, 2009).

Nos equídeos, de 70 a 95% do conteúdo celular é digerido e absorvido no intestino delgado, e os constituintes da parede celular passam por estes processos no intestino grosso (ALMEIDA *et al.*, 1999). As digestões enzimáticas de carboidratos não estruturais, lipídios e proteínas, ocorrem principalmente no intestino delgado pela ação das enzimas pancreáticas. Além de enzimas digestivas, o suco pancreático contém fosfato e bicarbonato, que neutralizam a acidez do quimo (MEYER, 1995).

O principal local de fermentação dos equídeos é o intestino grosso que compreende cerca de 60 a 62% do trato gastrointestinal, dividindo-se em ceco, cólon e reto, sendo o cólon subdividido em cólon ventral direito e esquerdo, cólon dorsal direito e esquerdo, e cólon distal (CUNNINGHAM, 2004). Em torno de três horas após a ingestão, a maior parte da digesta atinge o ceco e cólon ventral, e esse material não absorvido passa cerca de 75 a 85% do seu tempo de retenção no intestino grosso, podendo esse tempo ser variável de acordo com a forma física do alimento, composição química, quantidade consumida e tipo de atividade física (MEYER, 1995; WEYENBERG *et al.*, 2006).

A fermentação pode ser auxiliada pela prévia ação gástrica com o umedecimento e a exposição ao ácido clorídrico a que são submetidas às partículas vegetais, aumentando a susceptibilidade à ação dos microrganismos (REECE, 2006). Devem ser mantidas condições favoráveis que permitam a fermentação, como suprimento de substrato, controle do pH e da osmolaridade, anaerobiose, retenção do material a ser fermentado, remoção contínua dos produtos finais e resíduos dos substratos que sofreram fermentação (CUNNINGHAM, 2004).

A digestão no intestino grosso depende da atividade das bactérias celulolíticas, amilolíticas e protozoários ciliados, não existindo produção de enzimas digestivas pelo animal, apenas células produtoras de muco. Brandi e Furtado (2009) descrevem que foram identificadas as espécies *Ruminococcus flavefaciens*, *Ruminococcus albus* e *Fibrobacter succinogenes* como as principais bactérias celulolíticas no ceco dos equinos. Já Daly *et al.* (2001) citam *Clostridium spp.*, *Ruminococcus spp.*, *Butyrivibrio spp.* e *Eubacterium spp.* como as mais importantes bactérias celulolíticas. Já foram descritas 72 espécies de protozoários que povoam o intestino grosso dos equinos, sendo que alguns apresentam tendência por compartimentos. Os gêneros de destaque são: *Buetschilia*, *Cycloposthum*, *Blepharocorys* e *Paraisotricha* (BRANDI; FURTADO, 2009).

Como resultado da ação microbiana há produção de vitaminas, ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e aminoácidos. No caso das forragens, o acetato e o butirato são os principais AGCC formados, sendo que a obtenção de propionato e ácido lático ocorrem em maiores proporções quando crescentes porções não digeridas de amido chegam ao ceco e cólon (FRAPE, 2008).

2.2 Importância da fibra na alimentação dos equídeos

A parede celular dos volumosos, denominada fibra, é constituída por carboidratos estruturais, celulose, hemicelulose e juntamente com a lignina, não pode ser digerida pelas

enzimas produzidas pelos equídeos, mas é susceptível a degradação em intensidade variável pelos microrganismos intestinais (MORGADO; GALZERANO, 2009).

De acordo com Pimentel *et al.* (2009) a forma como o volumoso será oferecido influencia o consumo, a duração, a velocidade e a dinâmica do fluxo da digesta no trato gastrointestinal, afetando assim, a eficiência da ação microbiana e a disponibilidade de nutrientes e energia destes alimentos. A composição química, a digestibilidade e a natureza dos produtos da digestão em conjunto formam o valor nutritivo da forragem (ALMEIDA *et al.*, 1999).

As principais diferenças entre a digestão fermentativa e a digestão glandular são a origem das enzimas que digerem os substratos, a velocidade das reações e o grau de alteração das moléculas, sendo a fermentação mais lenta e com maior nível de modificação do substrato, com principais produtos finais sendo os ácidos graxos de cadeia curta (CUNNINGHAM, 2004). As principais vias de fermentação são a hidrólise e a oxidação devido à maior parte dos microrganismos serem estritamente anaeróbicas, e essas reações permitem aos microrganismos gerarem ATP para sua própria utilização (REECE, 2006).

A concentração de ácidos graxos de cadeia curta produzidos pela fermentação bacteriana dependerá do tipo de substrato e também da relação volumoso: concentrado da dieta. A presença de elevadas quantidades de carboidratos não fibrosos acarreta uma maior produção de propionato e lactato e uma menor de acetato (FRAPE, 2008; BRANDI, FURTADO, 2009). Zeyner *et al.* (2004) investigando os efeitos da ingestão de feno e a sequência de alimentação do feno ou aveia observaram que, com maior consumo de feno, a concentração de acetato (mol%) nas fezes aumentou e a de propionato (mol%) diminuiu. Medina *et al.* (2002), trabalhando com equinos alimentados com dietas contendo alto teor de fibra (45,9% de alfafa desidratada) ou alto teor de amido (44,8% de cevada), descreveram um aumento significativo na concentração de propionato (mM) e diminuição na concentração de acetato (mM) nas fezes, quando a dieta com alto teor de amido foi fornecida, apesar da concentração total de AGCC não diferir estatisticamente.

Hussein *et al.* (2004) testando suplementação com grãos em dieta à base de alfafa em cubos encontraram valores de AGCC totais maiores para cevada e aveia sem casca (média de 11,73 mg/g MS), sendo os valores intermediários para aveia (8,00 mg/g MS) e os menores para a dieta controle e com adição de milho (5,00 mg/g MS), contudo as proporções molares de propionato e butirato e a relação acetato: propionato não diferiram estatisticamente. Já Berg *et al.* (2005) trabalhando com equinos em pastagem de Orchard grass (*Dactylis glomerata L.*), recebendo 1% do PV em concentrado e suplementados com frutooligossacarídeos de cadeia

curta, encontraram aumento linear para as concentrações de acetato, propionato e butirato nas fezes, de acordo com o aumento no nível de suplementação.

Kabe *et al.* (2016) avaliando a inclusão de até 28% de casca de soja no concentrado de equinos alimentados com feno de *Coast-cross*, observaram que a inclusão dessa fonte alternativa de fibra não influenciou a produção de AGCC nas fezes, podendo ser utilizada sem afetar negativamente suas concentrações. A utilização de outras fontes de fibra no concentrado de equinos como o glúten de milho 21 em substituição ao farelo de trigo também não influencia as concentrações de AGCC nas fezes e no sangue (CORREA *et al.*, 2015).

Os AGCC são substratos energéticos importantes para o hospedeiro e a principal fonte de energia dos enterócitos (CHINDA *et al.*, 2004). Acetato e butirato fornecem carbonos para a síntese de lipídios, enquanto o propionato é substrato gliconeogênico e contribui para o metabolismo da glicose e reservas de glicogênio no fígado. Cerca de 7% da produção total de glicose em pôneis é derivada do propionato produzido no intestino grosso (FRAPE, 2008).

Os AGCC são descartes do metabolismo dos microrganismos, e são absorvidos na forma não ionizada, e uma constante absorção permite a manutenção do pH no local de fermentação, juntamente ao tamponamento do meio. O tampão bicarbonato (HCO_3^-) é secretado em troca de cloro (Cl^-), assim a absorção dos AGCC é acompanhada da absorção de cloreto de sódio (NaCl), sendo determinante para a absorção de água (CUNNINGHAM, 2004).

Brêtas *et al.* (2007) avaliando o balanço hídrico para quatro dietas diferentes, sendo estas, I - feno de Tifton 85, II - feno de Tifton 85 + feno de alfafa, III – feno de Tifton 85 + feno de alfafa + concentrado e IV – feno de Tifton 85 + concentrado, afirmaram que existe maior excreção de água nas fezes para dietas contendo feno de Tifton 85 + feno de alfafa. O nível de volumoso na dieta não afeta o consumo de água, contudo aumenta a excreção de água nas fezes afetando o balanço hídrico (OLIVEIRA *et al.* 2003). Para diferentes formas de fornecimento do feno de *Coast-cross*, uma maior retenção de água parece estar relacionada ao tempo de consumo da dieta e a taxa de passagem da fase líquida da digesta no trato gastrointestinal (PIMENTEL *et al.* 2009).

2.3 Capacidade de consumo alimentar pelos equídeos

A capacidade de consumo voluntária de matéria seca nos equinos varia de acordo com o porte da raça, seu estágio fisiológico e nível de trabalho do animal ficando em cerca de aproximadamente 1,5 a 3,5% do peso vivo (PV) dos animais (MEYER, 1995). A capacidade de ingestão de volumosos está relacionada ao tipo de forrageira (ALMEIDA *et al.*, 1999;

RODIEK, JONES, 2012) e sua época de colheita (STANIAR *et al.*, 2010). Pimentel *et al.* (2009) relatam que não há diferença estatística para o consumo de matéria seca de feno de *Coast-cross* fornecido em diferentes formas físicas, com este mantendo-se em uma média de 2,27 kg/100kg PV.

Equinos alimentados com subprodutos agroindustriais substituindo 30% da dieta referência (feno de Tifton 85 e ração concentrada peletizada) por resíduo de soja, casca de soja, casca de trigo e casca de milho, não modificaram seu consumo de matéria seca, demonstrando que a mudança sensorial não foi suficiente para prejudicar os animais (ARRUDA *et al.*, 2009). Já a adição de óleo de soja até 19,5% em dietas de equinos compostas por feno de *Coast-cross* e concentrado ocasiona uma redução do consumo de matéria seca de 1,88% PV em dietas sem inclusão de óleo para 1,26% PV para dietas com 19,5% de inclusão de óleo de soja, o que pode ser ocasionado pela maior densidade energética das dietas que contém inclusão de óleo.

Segundo Hussein *et al.* (2004), a suplementação de grãos para equinos alimentados com alfafa em cubos afeta o consumo de matéria seca por estes animais com o consumo sem suplementação ficando em 0,92% PV, e suplementação com cevada em 1,24% PV, milho em 1,20% PV, aveia sem casca em 1,25% PV e aveia em 1,30% PV. O nível de FDN (25% ou 35% de FDN) e a relação volumoso: concentrado (60:40 ou 50:50) não parecem influenciar o consumo de matéria seca dos animais, com este se mantendo em torno de 1,97kg/100kg PV (MOTA *et al.*, 2008).

Pearson *et al.* (2001) relatam que a ingestão de alfafa, quando esta é fornecida *ad libitum* para pôneis e jumentos é de 155 g/kg PV^{0,75} e 100 g/kg PV^{0,75}, respectivamente. Já o consumo de palha de aveia fornecida *ad libitum* é de 94,7 g/kg PV^{0,75} e 59,8 g/kg PV^{0,75}. Os autores explicam que essa diferença demonstra a influência que o tipo e qualidade da forragem possuem sobre o consumo dos animais. Wood *et al.* (2005) afirmam que em asininos, o sexo não influencia no consumo. Já a época do ano e a qualidade da forragem disponível afeta o consumo destes animais com valores para machos de 12,9 g/kg PV no verão e 18,4 g/kg PV no inverno, e para fêmeas um consumo de 12,3 g/kg PV no verão e 17,5 g/kg PV no inverno.

Pearson *et al.* (2006) observaram que asininos alimentados com feno de alfafa com corte antecipado ou tardio não mudam seu consumo em relação ao peso vivo (%PV). Os asininos são capazes de lidar com situações nutricionais adversas, compensando a baixa eficiência digestiva dos volumosos de baixa qualidade, e mantendo altos níveis de ingestão em relação aos ruminantes (IZRAELY *et al.*, 1989).

2.4 Digestibilidade dos nutrientes nos equídeos

O valor nutricional das forragens é o conjunto formado pela composição química da forragem, sua digestibilidade e os produtos da sua digestão (REIS e RODRIGUES, 1993; ALMEIDA *et al.*, 1999). A digestibilidade dos alimentos nos equídeos pode ser influenciada pela individualidade, composição química dos alimentos, eficácia da mastigação, quantidade consumida e densidade do alimento, moagem do alimento, presença de parasitas internos, tempo de trânsito no trato gastrointestinal, quantidade de fibra e água na dieta (ALMEIDA *et al.*, 1999; QUADROS *et al.*, 2004). De acordo com Pimentel *et al.* (2009) a forma de apresentação da forrageira não afeta os coeficientes de digestibilidade aparente e o consumo de nutrientes, mas reduz o tempo de consumo dos equinos.

Furtado *et al.* (1999) testando diferentes tipos de feno (alfafa, *Coast-cross*, tifton e estrela africana) encontram diferença estatística apenas para o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta com maior média para o feno de alfafa (66,2%), os fenos de *coast-cross*, tifton e estrela africana tiveram médias de 29,0; 58,8; 52,5%, respectivamente. Arruda *et al.* (2009) avaliando alimentos alternativos para cavalos adultos, substituindo 30% com base no peso vivo da dieta referência (ração peletizada e feno de capim Tifton 85) por resíduo de soja, casca de soja, casca de trigo e casca de milho, afirmam que as dietas com casca de soja e casca de milho obtiveram melhor digestibilidade da fração fibrosa, contudo, tiveram menores médias para digestibilidade da proteína bruta, o que pode ser ocasionado por uma maior perda endógena nas fezes.

Segundo Oliveira *et al.* (2002), a adição de pectina no nível de 1,25% da matéria seca de feno de *Coast-cross* na alimentação de equinos melhora o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta e hemicelulose sem afetar a digestibilidade dos demais nutrientes e da matéria seca. A fibra da dieta pode influenciar na digestão e absorção dos demais nutrientes, devido a sua capacidade de retenção de água, que contribui para o trânsito mais lento da digesta no trato gastrointestinal, podendo dificultar a ação das enzimas e sais biliares no bolo alimentar (MORGADO; GALZERANO, 2009).

Diferenças no consumo e digestibilidade de volumosos são esperadas devido às diferentes formas físicas, seus teores de fibra e lignina e níveis de proteína bruta. Além de fatores mais complexos como composição da dieta, palatabilidade, fragmentação, taxa de digestibilidade microbiana e passagem no trato gastrointestinal, sinais metabólicos e fisiológicos associados a nutrientes presentes no interior do trato gastrointestinal e sinais ligados a absorção de nutrientes (PEARSON *et al.*, 2006). Pearson *et al.* (2001) alimentando

pôneis e asininos com alfafa desidratada e palha de aveia à vontade ou de forma restrita, afirmam que o nível de alimentação e a qualidade nutricional da forragem influenciam a digestibilidade dos equídeos, sendo mais indicado o fornecimento de leguminosas de forma restrita e forragens de pior qualidade *ad libitum*, permitindo a seleção e maximizando a digestibilidade dos componentes da dieta.

Wood *et al.* (2005) afirmam que a digestibilidade aparente da matéria seca, energia bruta e proteína bruta em asininos é influenciada pela estação do ano (inverno e verão), podendo isto, ser explicado pela diferente qualidade das forrageiras nas duas estações. Braga *et al.* (2008) afirmam que dietas com níveis de 25 e 35% de fibra em detergente neutro, com proporções de volumoso e concentrado de 50:50 ou de 60:40 não reduzem os coeficientes de digestibilidade dos componentes fibrosos da dieta, porém o nível de 25% de FDN pode aumentar a predisposição destes animais a distúrbios gastrointestinais. Os níveis de FDN e a relação volumoso: concentrado da dieta não parecem influenciar o consumo de nutrientes e sua digestibilidade em níveis de até 35% (MOTA *et al.*, 2008).

De acordo com Kabe *et al.* (2016) a inclusão de até 28% de casca de soja no concentrado de equinos como fonte de fibra alternativa não tem efeito sobre os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta. Resultados semelhantes foram encontrados por Correa *et al.* (2016), substituindo até 30% do farelo de trigo do concentrado de equinos por glúten de milho 21, onde também não houve influência dessa mudança sobre os coeficientes de digestibilidade aparente, demonstrando a possibilidade de utilização de fontes de fibra diferentes na dieta destes animais. O mesmo ocorre com a inclusão de até 28% de polpa cítrica no concentrado de equinos (MOREIRA *et al.*, 2015).

Mackenthun *et al.* (2012) trabalhando com equinos alimentados com feno e milho triturado, bem como suplementados com diferentes níveis de *Saccharomyces cerevisiae*, observaram que a suplementação não foi associada a nenhuma alteração nos perfis de fermentação e digestibilidade da fração fibrosa, sugerindo que a colonização e proliferação de microrganismos no trato gastrointestinal de equinos saudáveis utilizando esse suplemento parece ser improvável.

2.5 Características físico-químicas das fezes

As características físico-químicas das fezes são importantes ferramentas para o monitoramento da saúde intestinal dos equídeos, auxiliando no diagnóstico precoce de alterações desfavoráveis, como o desenvolvimento de acidose (VAN DEN BERG *et al.*, 2013).

Richards *et al.* (2006) consideram a estimativa do pH fecal uma metodologia eficiente para a avaliação indireta de indícios de acidose intestinal.

Segundo Godoi *et al.* (2009) as características de consistência e cor das fezes são indicativos do funcionamento do trato gastrointestinal dos equinos, porém ainda são poucas as informações correlacionadas entre o manejo alimentar destes animais e as características das fezes. As fezes são compostas principalmente de água, alimentos não digeridos e absorvidos juntamente com secreções digestivas e microrganismos (MEYER, 1995).

A utilização de carboidratos de rápida fermentação na alimentação de equinos representa um fator de risco já conhecido para o desenvolvimento de desordens gastrointestinais e também de comportamento (ZEYNER *et al.*, 2004). O excesso da utilização destes carboidratos na dieta dos equídeos leva ao aumento na produção de AGCC e também de ácido láctico, o que reduz o pH fecal a níveis potencialmente prejudiciais, que podem contribuir para o desenvolvimento de cólicas e laminite (BERG *et al.*, 2005).

O pH ótimo para a atividade das bactérias celulolíticas e as que utilizam o lactato é de 6,5 e também é o que promove a absorção dos AGCC. Quanto mais o pH se aproxima do ideal de um AGCC específico mais este é absorvido (FRAPE, 2008). Richards *et al.* (2008) avaliando o manejo nutricional de centros de treinamentos, observaram que as medidas de pH das fezes de equinos se relacionaram negativamente com o propionato presente nestas, indicando que as quedas de pH fecal são causadas por grandes quantidades de amido na dieta, já que as bactérias amilolíticas produzem mais propionato durante a fermentação do que as celulolíticas.

Santos *et al.* (2009) avaliando as características físico-químicas das fezes em equinos submetidos à sobrecarga dietética de amido descrevem que o pH fecal variou de 6,09 a 4,46 durante 36h após a sobrecarga. Berg *et al.* (2005) avaliando a influência da suplementação com frutooligossacarídeos no pH das fezes de equinos demonstrou um decréscimo linear (6,48; 6,44; 6,38) dos valores de pH em relação aos níveis de suplementação utilizados. Não há na literatura informações sobre o pH das fezes de asininos.

A capacidade tamponante, medida até um pH pré-determinado, é o potencial real do meio em reagir contra modificações influenciadas pela produção de ácidos (ZEYNER *et al.*, 2004). Segundo González e Silva (2006) um sistema tampão é formado por um ácido fraco (doador de prótons) e por sua base conjugada (receptor de prótons), em meio aquoso, e esses sistemas tampão reduzem as variações no pH de soluções em que ocorrem mudanças nas concentrações de ácidos e bases, o que no organismo animal precisa ser rigorosamente controlado, já que o pH do meio pode afetar a interação iônica entre as biomoléculas.

Santos *et al.* (2009) observaram correlação positiva entre o pH e a CT das fezes, com esta última também sofrendo redução em função do tempo após a sobrecarga de amido a qual os animais foram submetidos. Zeyner *et al.* (2004) reportaram maiores valores de CT nas fezes dos equinos que receberam no fornecimento das dietas o feno antes da aveia, bem como também ocorreu indução no aumento da CT quando as quantidades de feno foram maiores e mais expressivas em relação à dieta que recebia aveia antes do feno. A capacidade tamponante, bem como o pH das fezes de asininos ainda são desconhecidos cientificamente.

A utilização de fontes de fibra nos concentrados das dietas dos equinos, como a casca de soja, glúten de milho 21 e polpa cítrica em substituição dos ingredientes normalmente utilizados como o farelo de trigo, ou em adição ao concentrado, não influencia os valores de pH das fezes destes animais ou ocasiona mudanças nos valores de CT6 e CT5, mostrando-se ingredientes eficientes para diminuir os efeitos ocasionados por altas quantidades de carboidratos de rápida fermentação na alimentação destes animais (KABE *et al.*, 2016; CORREA *et al.*, 2016; MOREIRA *et al.*, 2015).

Medina *et al.* (2002) utilizando suplementação de 10g de *Saccharomyces cerevisiae* em dietas de alto teor de amido (44,8% de cevada) observaram que a suplementação modificou o pH e as concentrações de ácido láctico e amônia nas fezes de equinos, com maiores efeitos no ceco e cólon, indicando que a adição de uma preparação de *S. cerevisiae* a dietas de alto amido limita a extensão de mudanças indesejáveis no ecossistema intestinal dos equinos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Comitê de ética

Este experimento foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo protocolado sobre o CEUA nº 2743200315 estando de acordo com as leis e princípios éticos da experimentação animal.

3.2 Local e Animais

O experimento foi conduzido na fazenda Atalla, município de Jaú/São Paulo, no período de 13 a 22 de julho de 2015. Foram utilizadas dez jumentas da raça Pêga com idades entre 5 e 14 anos e peso vivo de $255,72 \pm 19,67$ Kg e dez cavalos da raça Quarto de Milha, com peso vivo de $421,89 \pm 32,69$ Kg e idades variando de 4 a 8 anos.

Os animais foram alojados em baias individuais de alvenaria e vermifugados no início do período experimental que teve duração de dez dias, sendo seis dias de adaptação dos animais às condições experimentais e à dieta, e quatro dias de coleta total de fezes. Antes do início do experimento os equídeos foram submetidos à avaliação clínica e considerados hígidos pelo médico veterinário da propriedade.

3.3 Delineamento experimental e Dieta

O delineamento utilizado foi o Inteiramente Casualizado com dois tratamentos, consistindo nas espécies estudadas, e, com dez repetições por tratamento, sendo o animal a unidade experimental. Esse delineamento foi utilizado para analisar as variáveis: capacidade de consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e energia, capacidade tamponante (CT5 e CT6), pH, concentração de AGCC, coloração e consistência das fezes.

Já para a análise de concentração de ácidos graxos de cadeia curta no sangue, o delineamento utilizado foi Inteiramente Casualizado com parcelas subdivididas, sendo duas espécies (equinos e asininos) e três tempos de coleta (0, 3 e 6 horas após alimentação). Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) sendo o teste F adotado a 5% de significância para o efeito da espécie, através do procedimento MIXED, e análise de regressão para o efeito de tempo, e para a interação da espécie com o tempo. Os dados foram desdobrados, sendo realizada a análise do

efeito do tempo dentro da espécie. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SAS 9.3 (*Statistical Analysis System*).

Os animais foram alimentados com feno de Tifton 85 (*Cynodon spp.*), com composição bromatológica de 85,72 %MS; 12,88 %PB; 73,74 %FDN; 32,59 %FDA e 2,25 Mcal EB/kg (estimada de acordo com o NRC, 2007), ofertado duas vezes ao dia às 07h:00min. e às 17h:00min. Além do volumoso, foi fornecido suplemento mineral Guabiphos Centauro 80 - Vitaminado na quantidade de 80g/animal/dia, de acordo com orientação do fabricante.

3.4 Variáveis analisadas

A capacidade de consumo voluntária foi determinada considerando inicialmente um consumo médio de 2,5% do peso vivo do animal em base de matéria seca por animal, e durante o período de adaptação, a quantidade relativa foi fornecida duas vezes ao dia. A partir do terceiro dia de adaptação, o consumo foi regularizado entre os animais e daí estabelecida a quantidade a ser fornecida por animal durante o período de coleta experimental, considerando-se 10% a mais. Dessa forma, a capacidade de consumo voluntária durante o período de coleta foi obtida através da diferença entre a quantidade fornecida e as sobras, sendo recolhidas diariamente antes do primeiro fornecimento que ocorria às 07h:00min.

Para a determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes e da energia dos fenos, foram realizadas análises bromatológicas, tanto das fezes como dos fenos utilizados. Durante o período de coleta, as fezes foram coletadas em sua totalidade, pesadas diariamente e homogeneizadas para cada animal, e uma alíquota referente a 10% do peso total era congelada em freezer. Ao final do período de coleta as alíquotas foram descongeladas, homogeneizadas e a partir delas retirada uma amostra composta para cada animal. As fezes e o feno foram pesados e levados a estufa de ventilação forçada a 65°C por 72h, para realização da pré-secagem.

Logo após, as amostras foram novamente pesadas, moídas em moinho tipo Willey com peneira de furos de 1mm e posteriormente encaminhadas ao Laboratório de Bromatologia da Universidade Camilo Castelo Branco (UNICASTELO), localizado no município de São Paulo/SP, com destino à realização das análises para determinação de Matéria Seca (MS) e Proteína Bruta (PB) realizadas segundo a metodologia descrita pela AOAC (1995). As análises de Fibra em Detergente Ácido (FDA) e Fibra em Detergente Neutro (FDN) foram realizadas segundo Van Soest *et al.* (1991). A Energia Bruta (EB) foi estimada de acordo com o NRC (2007), pela equação $[4,22 - 0,11*(\%FDA) + 0,0332*(\%PB) + 0,00112*(\%FDA^2)]$. Foram

calculados os coeficientes de digestibilidade para MS, PB, FDN, FDA e EB, segundo fórmulas descritas por Andriquetto (1999).

Para determinação do pH e capacidade tamponante (CT) foram utilizadas as primeiras fezes do dia coletadas às 06h:00min, aferindo-se o pH por pHmetro de bancada, introduzindo o eletrodo diretamente nas fezes frescas segundo metodologia citada por Zeyner *et al.* (2004). A CT foi determinada pesando-se 50g de fezes, onde foram adicionados 80 mL de água destilada, e essa mistura sendo homogeneizada e filtrada, retirando-se 80 mL do líquido para realização da titulação com ácido acético 0,25M (ZEYNER *et al.*, 2004). O valor da capacidade tamponante no pH 5 (CT5) corresponde ao volume de ácido acético gasto para promover a alteração do pH observado na amostra para o pH 5,0, enquanto a CT6 refere-se ao volume que promove a alteração do pH para o pH 6,0.

As características de Consistência e Coloração das Fezes foram realizadas paralelamente às avaliações de pH e CT. Para a Consistência fecal, foram atribuídos escores por um observador, com valores de 1 a 5, sendo 1 - fezes extremamente ressecadas, 3 - fezes normais, e 5 – fezes diarreicas (BERG *et al.*, 2005). Para a característica Coloração das Fezes foram classificadas pelo mesmo observador como esverdeadas (normais), negras, avermelhadas ou amareladas (GONÇALVES *et al.*, 2006).

Para a mensuração da concentração de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) nas fezes foi utilizada metodologia descrita por Kabe *et al.* (2015), sendo retirada da amostra composta ao final do período, aproximadamente 50 gramas, sendo filtrada em tecido de filtragem de líquido ruminal, acondicionada em tubos falcon de 50 mL e congeladas para posterior análise. Após o descongelamento foram centrifugadas por 12 minutos a 3000 rpm em centrífuga de alta rotação. Todo sobrenadante foi transferido para um tubo falcon de 15mL e novamente centrifugado por 12 minutos a 3000 rpm. Foi então pipetado 800 µL do líquido sobrenadante em eppendorf© de 2 mL contendo 200 µL de ácido fórmico P.A. Foram adicionados 100 µL de solução padrão interno e as amostras foram centrifugadas em micro centrífuga a 10000 rpm por 8 minutos. As concentrações de AGCC foram determinadas por cromatografia gasosa segundo metodologia descrita por Hussein *et al.* (1996).

A coleta das amostras de sangue para determinação da concentração de AGCC foi realizada no último dia da coleta de fezes por meio de venopunção da veia jugular, utilizando tubos coletores à vácuo com anticoagulante heparina sódica, às 0, 3 e 6h após a alimentação. As amostras foram centrifugadas a 3000 rpm por 15 minutos para a retirada do plasma, sendo

este pipetado em eppendorfs© identificados, que foram congelados para posterior análise. Após o descongelamento, foi transferido 1 mL para um tubo de ensaio de 10 mL, adicionado 5 mL de álcool etílico P.A. e centrifugado a 3000 rpm por 10 minutos. O líquido sobrenadante foi transferido para um tubo de ensaio de 10 mL contendo 40 µL de NaOH 1mM, e transferido para estufa de ventilação forçada a 60° C até secar completamente. O resíduo do tubo foi dissolvido com 200 µL de ácido fórmico a 99% P.A. e adicionado 800 µL de água destilada para ser realizada a leitura em cromatógrafo gasoso.

3.5 Análise estatística

As variáveis: capacidade de consumo; digestibilidade aparente dos nutrientes e energia; capacidade tamponante (CT5 e CT6); pH; concentração de AGCC nas fezes foram submetidas a análise de variância (ANOVA) sendo o teste F adotado como discriminante ao nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$), através do procedimento MIXED utilizando o modelo matemático abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + E_i + e_{ij}, \text{ em que:}$$

Y_{ij} : Observação das variáveis, na espécie E_i , na repetição j ;

μ : Média geral do experimento;

E_i : Efeito da espécie, sendo $i =$ Jumento e Equino;

e_{ij} : Efeito aleatório residual associado à variável Y_{ij} , normalmente distribuída, com média 0 e variância σ^2 .

Já para a análise de concentração de AGCC no sangue, o delineamento utilizado foi Inteiramente Casualizado em esquema de parcelas subdivididas, sendo duas espécies (equinos e asininos) e três tempos de coleta (0, 3 e 6 horas após alimentação). Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) sendo o teste F adotado como discriminante ao nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$) para o efeito da espécie, através do procedimento MIXED, e análise de regressão para o efeito de tempo, e para a interação da espécie com o tempo, os dados foram desdobrados e foi realizada a análise do efeito do tempo dentro da espécie por regressão, o modelo linear utilizado está expresso abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + e_{ik} + T_j + (E*T)_{ij} + e_{ijk}, \text{ em que:}$$

Y_{ijk} : Observação das variáveis, na espécie E_i no tempo T_j , referente à repetição k ;

μ : Média geral do experimento;

E_i : Efeito da espécie, sendo $i =$ Jumento e Equino;

e_{ij} : Efeito aleatório residual associado ao efeito da espécie E_i , normalmente distribuída, com média 0 e variância σ^2 ;

T_j : Efeito do tempo, sendo $j = 0, 3$ e 6 ;

$(E*T)_{ij}$: Efeito da interação da espécie E_i com o tempo T_j ;

e_{ijk} : Efeito aleatório residual associado à variável Y_{ijk} , normalmente distribuída, com média 0 e variância σ^2 .

Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SAS 9.3 (Statistical Analysis System).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este é um estudo pioneiro no comparativo da capacidade de consumo, digestibilidade aparente, características físico-químicas das fezes e concentração sanguíneas e fecais de AGCC, realizada em asininos da raça Pêga e equinos da raça Quarto de Milha em condições de manejo brasileiras.

Houve efeito de espécie para a capacidade de consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo ($P < 0,05$), bem como para a capacidade de consumo em porcentagem de peso metabólico (Tabela 1). Observou-se maior consumo para os equinos quando comparados com os asininos, como preconizado pelo NRC (2007).

Tabela 1 - Capacidade de consumo voluntário diário de matéria seca de equinos e asininos

| Variáveis ¹ | Espécie | | CV ² (%) | p-valor |
|--------------------------------|-------------|-------------|---------------------|---------|
| | Asinino | Equino | | |
| Consumo (%PV) | 1,30 ± 0,60 | 1,86 ± 0,30 | 34,70 | <0,001 |
| Consumo (%PV ^{0,75}) | 5,41 ± 2,65 | 8,50 ± 1,73 | 38,95 | <0,001 |

¹Consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo (% PV), Consumo de matéria seca em porcentagem do peso metabólico (%PV^{0,75}); ²Coefficiente de variação.

Em termos de matéria natural, o consumo diário médio observado para asininos foi de 4,06 Kg de feno de Tifton 85, sendo 1,44 Kg de feno para cada 100 Kg de peso vivo (PV) dos animais. Já para os cavalos houve o consumo diário de 8,14 Kg de matéria natural de feno de Tifton 85, sendo 1,93 Kg/100Kg de PV.

Os valores médios observados para a capacidade de consumo de MS em porcentagem de peso vivo para equinos, estão dentro da faixa preconizada por Meyer (1995), que afirma que a capacidade de consumo voluntária de matéria seca nos equinos em manutenção varia entre raças leves e pesadas, mas se mantém entre 1,5 a 2,5% do peso vivo (PV), podendo variar também de acordo com o tipo de forrageira, corroborando com Almeida *et al.* (1999) que encontraram valores de consumo de 1,55% do PV para capim elefante, 1,66% PV para feno de alfafa e 1,39% PV para capim *Coast-cross*.

Para os asininos, o consumo observado também está dentro do preconizado por Burden (2002), trabalhando com animais alimentados com palha de cevada e milho, que cita valores entre 1,3 a 1,7% do PV/dia. Wood *et al.* (2005) avaliando asininos alimentados com

volumosos colhidos em diferentes épocas do ano sugerem que os asininos possuem cerca de 75% das exigências nutricionais dos equinos, o que poderia explicar o menor consumo.

No presente estudo, utilizou-se a recomendação sugerida pelo NRC (2007) para equinos em manutenção e observou-se que o consumo médio de energia digestível e proteína bruta pelos asininos ultrapassou em média 25 e 60%, respectivamente, do preconizado no NRC para equinos, não sendo observada variação significativa no peso dos animais. Sugerindo dessa forma que para as condições nacionais e o tempo de experimento utilizado, a sugestão de menor exigência nutricional para asininos não se aplica a raça Pêga. Para os equinos também houve um consumo maior de energia quando se considerou o preconizado, observando-se consumo adicional de 60%, enquanto que para o consumo proteico, esse adicional ultrapassou o dobro do recomendado.

Para a capacidade de consumo em relação ao peso metabólico, os valores obtidos foram inferiores aos observados por Pearson *et al.* (2006) para asininos e semelhantes aos valores observados para pôneis. Um fator que pode ter influenciado foi que antes dos animais iniciarem o presente experimento, estavam alocados em pastagem com variadas gramíneas consideradas de qualidade ruim para equinos, como por exemplo, *Brachiaria* e *Tanzânia*.

Com o início do período experimental, os animais passaram a receber feno de Tifton 85 com qualidade superior a pastagem de origem. A melhoria da qualidade do volumoso da dieta pode ter influenciado o menor consumo, situação já observada por Pearson *et al.* (2006) onde informaram que os asininos consomem menos quando o volumoso é de boa qualidade, enquanto a ingestão é aumentada quando esse volumoso é de pior qualidade. Os asininos são capazes de lidar com situações nutricionais adversas, compensando a baixa eficiência digestiva dos volumosos de baixa qualidade mantendo altos níveis de ingestão (IZRAELY *et al.*, 1989).

Assim, sugere-se que as diferenças de consumo observadas entre a presente pesquisa e os resultados publicados na literatura, são atribuídas às variações nas composições bromatológicas do volumoso principalmente nas porcentagens de FDA e PB, bem como na forma de apresentação do volumoso utilizado, uma vez que maiores consumos foram observados para os animais que receberam volumosos contendo menores porcentagens de FDA e maiores de PB, bem como quando receberam volumoso picado.

Ao analisar-se o consumo da dieta em relação às exigências, esperava-se que os animais tivessem aumentado o peso corporal, principalmente os equinos, fato que não ocorreu.

Todos os fatores citados anteriormente podem ter influenciado também na digestibilidade dos nutrientes (Tabela 2). A menor digestibilidade dos nutrientes observados para os equinos quando comparado com os asininos pode ter sido um dos fatores relevantes para a manutenção do peso dos animais. Como já referenciado por Wood *et al.* (2005), a maior capacidade de aproveitamento da dieta pelos asininos, pode ser uma explicação plausível para o menor consumo apresentado pela espécie. Svendsen (1997) cita que jumentos e muares podem utilizar forragens mais maduras, menos digestíveis e mais lignificadas do que os cavalos.

Foram observadas médias superiores de coeficiente de digestibilidade aparente ($P < 0,05$) para as variáveis de MS, FDN, FDA e PB, para a espécie Asinina, quando comparadas à espécie Equina. Segundo Pearson *et al.* (2006), os asininos possuem maior digestibilidade aparente das frações de matéria seca, energia e fração fibrosa da dieta quando comparados aos pôneis. Ratificando o que fora mencionado, Cuddeford *et al.* (1995) e Pearson e Merritt, (1991), asseveram que quando se compara asininos com pôneis, observa-se que os asininos mostram maior capacidade de digerir matéria orgânica e a fração fibrosa do que pôneis, e sugerem que esta situação pode ser atribuída a maior capacidade de reciclagem de nitrogênio (IZRAELY *et al.*, 1989).

Como já sugerido para a capacidade de consumo, a qualidade do feno pode influenciar na digestibilidade aparente dos nutrientes, onde Jagjiwan *et al.* (2012) alimentando asininos com palha de sorgo e concentrado, descreveram valores de coeficiente de digestibilidade para MS e PB de 55,18 e 64,65% (respectivamente), sendo valores inferiores aos observados na presente pesquisa (61,60 e 67,18%), o que pode ser atribuído a utilização da palha de qualidade inferior ao feno utilizado no presente trabalho. Resultados semelhantes a essa pesquisa foram apresentados por Furtado *et al.* (2010) trabalhando com equinos alimentados com concentrado e feno de capim Tifton 85 de baixa qualidade, onde encontraram valores de CD para MS, PB, FDN e FDA de 50,95; 67,22; 40,10 e 32,52; respectivamente.

Em concordância, Cuddeford *et al.* (1995), afirmaram que a medida que a fibra da dieta aumentava, a digestibilidade da Matéria Seca (MS), Matéria Orgânica (MO), Energia Bruta (EB), Proteína Bruta (PB) e Fibra em Detergente ácido (FDA) reduziam, e os jumentos digeriram a FDA e a FDN melhor do que os outros equídeos, bem como o tempo de trânsito para a dieta com qualidade inferior foi mais lento. Ainda foi constatado que os jumentos apresentaram maior tempo de retenção da dieta quando comparado com outros grupos de

animais, o que pode favorecer a digestibilidade da fração fibrosa pelos asininos, corroborando com os resultados dessa pesquisa.

Tabela 2 - Composição bromatológica do feno de Tifton 85 e coeficientes de digestibilidade da matéria seca, dos nutrientes e da energia bruta para as espécies equina e asinina

| Variáveis ¹ | Feno | | Coeficientes de digestibilidade | | CV ² (%) | p-valor |
|---------------------------|-----------|--------------|---------------------------------|-------|---------------------|---------|
| | Tifton 85 | aparente (%) | | | | |
| | | Asinino | Equino | | | |
| MS (%) | 85,72 | 61,60 ± 4,90 | 50,96 ± 3,79 | 12,30 | <,0001 | |
| FDN (%) | 73,74 | 54,17 ± 5,73 | 47,83 ± 3,60 | 11,14 | 0,0083 | |
| FDA (%) | 32,59 | 50,00 ± 5,94 | 43,28 ± 3,45 | 12,45 | 0,0071 | |
| PB (%) | 12,88 | 67,18 ± 1,61 | 63,92 ± 1,97 | 3,68 | 0,0010 | |
| EB ³ (Mcal/kg) | 2,25 | 43,85 ± 6,12 | 41,88 ± 6,88 | 14,98 | 0,5082 | |

¹MS= matéria seca; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; PB= proteína bruta; ²Coefficiente de variação; ³Energia Bruta (Mcal/Kg) estimada de acordo com o NRC (2007) = 4,22 - 0,11*(%FDA) + 0,0332*(%PB) + 0,00112*(%FDA²).

Pearson *et al.* (2006) observaram que os asininos possuem maior digestibilidade aparente das frações de matéria seca, energia e fração fibrosa da dieta quando comparados aos pôneis, no entanto, de acordo com os resultados do presente trabalho, o coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta foi idêntico para os equinos e asininos, o que pode estar relacionado ao fato da energia bruta (EB) ter sido estimada através de uma equação de predição que não considera todas as variáveis responsáveis pela produção de energia no trato gastrointestinal dos equídeos.

Suhartanto *et al.* (1993) proporam que o consumo contínuo de volumoso pelos asininos favorece a atividade dos microrganismos e observaram que os jumentos apresentam maiores concentrações de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) no ceco (60mmol/L) quando comparado aos pôneis (40 mmol/L), e consequentemente observaram pH fecal próximo a 6,8 corroborando com os resultados observados na presente pesquisa (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores de pH, capacidades tamponantes a pH 5 e pH 6 para as fezes das espécies asinina e equina:

| Variáveis ¹ | Espécie | | CV ² (%) | p-valor |
|------------------------|--------------|--------------|---------------------|---------|
| | Asinino | Equino | | |
| pH | 6,85 ± 0,64 | 6,89 ± 0,46 | 8,11 | 0,7853 |
| CT5 (mmol/L) | 22,62 ± 4,94 | 14,38 ± 2,83 | 31,14 | <0,001 |
| CT6 (mmol/L) | 9,12 ± 3,00 | 6,07 ± 1,46 | 36,82 | <0,001 |

¹Capacidade tamponante a pH 5; Capacidade tamponante a pH 6; ²Coefficiente de variação.

Não houve efeito da espécie sobre os valores de pH das fezes ($P > 0,05$), no entanto os valores para pH das fezes de equinos se encontram de acordo com o preconizado por Pagan (2007) e Van Soest (1994). Pouco se sabe sobre o pH considerado ideal nas fezes de asininos, porém Suhartanto *et al.* (1993) citam o pH de 6,8, sendo dessa forma o único valor referência publicado.

Como a dieta dos animais foi exclusivamente de volumoso, esperava-se e observou-se a manutenção do pH próximo a 6,8, preconizado como ótimo para equinos (BROKNER *et al.*, 2002), o que pode ter favorecido a ação das bactérias fermentadoras de fibras, como sugerido por Pagan (2007). Maior ação das bactérias fermentadoras pode ser evidenciada pela maior produção de acetato dentre os ácidos graxos de cadeia curta, o que também foi evidenciado nessa pesquisa.

O pH fecal pode ser considerado como uma variável indicativa de distúrbios gastrointestinais em equinos (GODOI *et al.*, 2009), no entanto a não alteração dessa variável entre as espécies pode ser explicada pelo fornecimento de alto nível de fibra presente na dieta desses animais, já que a mesma era composta apenas de volumoso. O pH manteve-se idêntico devido à baixa ingestão de carboidratos de rápida fermentação, que seriam responsáveis pela maior produção de ácido lático na região ceco-cólica de equinos (BRAGA *et al.*, 2008).

Berg *et al.* (2005) avaliando a suplementação de equinos com frutooligossacarídeos de cadeia curta, observaram um decréscimo do pH fecal em relação ao aumento do nível de suplementação. Santos *et al.* (2009) submetendo equinos a sobrecarga dietética de amido, observaram redução no pH fecal e dezesseis horas, após a sobrecarga os animais não mantiveram o pH fecal acima de 6,0 caracterizando o quadro de acidose subclínica. Estes

autores também observaram redução na capacidade tamponante de acordo com a passagem do tempo após a sobrecarga.

Observou-se para as capacidades tamponantes (CT's) a pH 5 e pH6 das fezes, que as mesmas se mostraram diferentes entre as espécies ($P < 0,05$), onde os valores gerados para os asininos foram superiores quando comparados àqueles gerados pela espécie equina. Essa desigualdade sugere uma diferença na microflora bacteriana presente na região ceco-cólica das duas espécies.

A capacidade tamponante possui valores mais elevados de acordo com a quantidade de feno na dieta, além da sequência de alimentação, onde Zeyner *et al.* (2004) utilizando feno antes da aveia produziu valores elevados de CT. Estes autores afirmam que quantidades menores de feno consumidas acarretam menores valores de CT5 e maiores valores de AGCC, mesmo com quantidades constantes de amido ingeridas. Constatou-se que não há informações científicas sobre a CT para os asininos, e que essa variável se define como sendo o potencial real do meio em reagir contra modificações influenciadas pela produção de ácidos (ZEYNER *et al.*, 2004).

Neste contexto, sugere-se que os asininos apresentem mecanismos mais eficientes no tamponamento de AGCC possivelmente atribuídos a microbiota presente no intestino grosso, adaptada a fermentação mais eficiente da fibra, a presença por tempo mais prolongado da fibra no intestino grosso (Cuddeford *et al.*, 1995) e a própria presença física da fibra que atua como tamponante (NRC, 2007).

A maior produção de AGCC pelos asininos, também pode ter contribuído para a obtenção de maiores CTs, uma vez que no processo absorptivo de AGCC, quando uma molécula de AGCC é absorvida uma molécula de bicarbonato é gerada no lúmen do órgão; assim a absorção de AGCC ajuda a tamponar o pH do ceco por gerar base e remover ácido. A absorção de AGCC e de sódio leva a absorção osmótica de água (CUNNINGHAM; KLEIN, 2008). Para a CT das fezes dos equinos, os valores obtidos nesta pesquisa são inferiores aos observados por Correa *et al.* (2015) e Moreira *et al.* (2014) fato atribuído a composição da dieta, uma vez que os citados estudos utilizaram volumoso acrescido de concentrado com fibras de fácil fermentação.

Para as variáveis de coloração e consistência das fezes, observou-se fezes 100% esverdeadas, que são consideradas normais, de acordo com recomendações de Gonçalves *et al.*

(2006), bem como apresentando consistência normal segundo Berg *et al.* (2005), já que o escore fecal para classificação foi de número 3, tanto para equinos como asininos. Como a predominância dos AGCC observados na presente pesquisa foi de ácidos fracos, acredita-se que os sistemas tampões dos organismos dos animais tenham sido eficazes para tamponar os ácidos produzidos, mantendo o pH ótimo do intestino grosso e a saúde do trato gastrointestinal (Medina *et al.*, 2002), o que pode ser comprovada pela manutenção na qualidade das fezes.

Houve efeito da espécie ($P < 0,05$) tanto para a concentração de ácido acético como ácido valérico nas fezes desses animais, com as médias encontradas para ácido acético superiores nos asininos quando comparado com os equinos (Tabela 4). Comportamento inverso foi encontrado para a concentração de ácido valérico. Não houve efeito da espécie ($P < 0,05$) para a quantidade dos demais ácidos nas fezes (propiônico, iso-butírico, butírico e iso-valérico).

Dietas a base de volumoso apresentam maiores produções de acetato, como sugerido pelo NRC (2007) e Moore-Colyer *et al.* (2000), reforçando o resultado obtido. Asininos apresentaram maiores concentrações de acetato quando comparados com equinos, sugerindo maior capacidade de utilização da fibra como já discutido anteriormente. As concentrações de AGCC nas fezes dos equinos foram superiores aos observados por Moreira *et al.* (2013), alimentando equinos com dietas contendo níveis crescentes de polpa cítrica e Correa *et al.* (2016) oferecendo dietas com níveis crescentes de glúten de milho 21.

Apesar da alta produção de ácido acético os valores de pH fecal para a espécie asinina mantiveram-se dentro da normalidade, o que afirma a alta capacidade tamponante da região ceco-cólica destes animais. Observa-se maior produção de acetato em dietas baseadas em forragens do que quando se utilizam dietas com maiores quantidades de carboidratos de rápida fermentação, onde há maior produção de propionato (JENSEN *et al.*, 2016). Mesmo que as concentrações de AGCC nas fezes não representem a concentração real de AGCC no cecocolon, ainda são importantes ferramentas para fornecer informações relevantes sobre o aumento ou diminuição na produção de AGCC (BERG *et al.*, 2005).

Para as concentrações sanguíneas de acetato, observou-se efeito entre as espécies ($p < 0,05$) onde as maiores concentrações foram observadas no sangue de equinos, enquanto que para os demais AGCC no sangue não foram observadas diferenças nas concentrações ao se comparar as espécies (Tabela 5). A literatura é escassa quanto à concentração sanguínea de AGCC para asininos.

Tabela 4 - Ácidos graxos de cadeia curta encontrados nas fezes das espécies equina e asinina

| Variáveis (mmol/L) | Espécie | | CV ¹ (%) | p-valor |
|-----------------------|---------------|--------------|---------------------|---------|
| | Asinino | Equino | | |
| Ácido acético | 33,81 ± 11,87 | 24,62 ± 4,81 | 33,89 | 0,0373 |
| Ácido propiônico | 8,64 ± 2,42 | 7,39 ± 1,60 | 25,98 | 0,1966 |
| Ácido iso-butírico | 0,79 ± 0,31 | 0,79 ± 0,24 | 33,78 | 0,9983 |
| Ácido butírico | 1,78 ± 0,68 | 1,45 ± 0,60 | 40,04 | 0,2782 |
| Ácido iso-valérico | 0,66 ± 0,29 | 0,50 ± 0,17 | 41,35 | 0,1608 |
| Ácido valérico | 0,48 ± 0,15 | 1,60 ± 0,25 | 44,88 | 0,0003 |

¹Coefficiente de variação.

Na relação acetato: propionato, foi observado diferença entre as espécies ($P < 0,05$), onde os maiores valores ocorreram para a espécie Equina. Os resultados encontrados demonstram que a fermentação nos asininos possui maior capacidade de produção de ácido acético na região ceco-cólica, mas estes animais apresentam uma menor absorção deste AGCC no intestino grosso, já que a concentração sanguínea desse ácido graxo vai ser baixa, enquanto que nas fezes será elevada, quando comparado com os equinos. Maior concentração de AGCC, principalmente acetato, no plasma é esperada em dietas compostas por volumosos devido à alta ingestão diária de fibra o que resulta em maior taxa de fermentação e absorção de AGCC na região ceco-cólica (JENSEN *et al.*, 2016; SERENA *et al.*, 2009).

Tabela 5 - Efeito da espécie sobre a concentração de ácidos graxos de cadeia curta no sangue das espécies equina e asinina

| Variáveis ¹ (mmol/L) | Espécie | | CV ² (%) | p-valor |
|------------------------------------|-----------|-----------|---------------------|---------|
| | Asinino | Equino | | |
| AGCC totais | 1,65±0,31 | 1,95±0,38 | 20,75 | 0,6138 |
| Ácido acético | 1,00±0,21 | 1,27±0,27 | 24,42 | 0,0002 |
| Ácido Propiônico | 0,59±0,05 | 0,59±0,06 | 8,75 | 0,9466 |
| Acético:Propiônico | 1,63±0,44 | 1,92±0,45 | 26,15 | 0,0143 |

¹AGCC = Ácidos graxos de cadeia curta; ²Coefficiente de variação.

As concentrações sanguíneas de acetato observadas nesta pesquisa são inferiores as observadas por Correa *et al.* (2016) e Menezes *et al.* (2014), fato que pode ser atribuído a composição da dieta, uma vez que as dietas utilizadas nas citadas pesquisas continham concentrados com fontes de fibras de fácil fermentação. A maior concentração de acetato nas fezes e menor no sangue dos asininos pode sugerir menor eficiência absorptiva ou mesmo aproveitamento do acetato pelo animal, antes que atinja o sistema porta-hepático e passe a compor a concentração sanguínea, como já descrito por Pethick *et al.* (1993) trabalhando com propionato marcado para equinos. Esta é uma área carente em informações e que merece estudos para comprovar esse resultado, bem como a determinação da cinética dos AGCC em equídeos.

Não foi observado efeito de espécie ($p < 0,05$) entre os tempos de coleta para a determinação da concentração sanguínea de AGCC totais (Tabela 6). Como o volumoso foi oferecido *ad libitum*, em nenhum momento o trato gastrointestinal permaneceu vazio, o que pode ter refletido na liberação contínua de AGCC e a manutenção das concentrações sanguíneas.

Tabela 6 - Efeito do tempo de coleta em relação à espécie sobre as concentrações de ácidos graxos de cadeia curta no sangue das espécies Equina e Asinina

| Variáveis ¹ (mmol/L) | Espécie/Tempo de coleta (horas) | | | | | | CV ² (%) | <i>p</i> -valor |
|------------------------------------|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------------|-----------------|
| | Asinino | | | Equino | | | | |
| | 0 | 3 | 6 | 0 | 3 | 6 | | |
| AGCC totais | 1,65 ±0,31 | 1,74 ±0,40 | 1,57 ±0,22 | 1,82 ±0,35 | 1,93 ±0,39 | 2,09 ±0,37 | 20,75 | 0,6138 |
| Ácido acético | 1,05 ±0,28 | 0,97 ±0,15 | 0,98 ±0,19 | 1,22 ±0,33 | 1,25 ±0,28 | 1,33 ±0,23 | 24,42 | 0,8599 |
| Ácido propiônico | 0,57 ±0,02 | 0,62 ±0,05 | 0,59 ±0,05 | 0,57 ±0,05 | 0,59 ±0,08 | 0,62 ±0,03 | 8,75 | 0,0416 |
| Acético:Propiônico | 1,86 ±0,54 | 1,36 ±0,35 | 1,65 ±0,30 | 2,04 ±0,55 | 1,85 ±0,37 | 1,86 ±0,44 | 26,15 | 0,0646 |

¹AGCC = Ácidos graxos de cadeia curta; ²Coefficiente de variação.

A diferença observada para a concentração sanguínea de propionato normalmente não se apresenta em dietas compostas apenas de volumoso (Tabela 6). No entanto, essa variação pode ser explicada pelo fato do ácido propiônico ser produto da utilização de carboidratos de rápida fermentação, e o acetato produto da fermentação microbiana de carboidratos estruturais (BRANDI; FURTADO, 2009). A manutenção das concentrações sanguíneas de AGCC sugere a alimentação contínua destes animais e pode ter refletido na manutenção das características físico-química das fezes, bem como nos coeficientes de digestibilidade obtidos nesta pesquisa.

São necessários estudos para ratificar os dados obtidos nesta pesquisa pioneira na área de nutrição e metabolismo de ácidos graxos de cadeia curta em asininos.

5 CONCLUSÃO

Os asininos apresentam menor consumo voluntário de matéria seca, possuem maior digestibilidade dos nutrientes e energia bruta, e menor consumo de matéria seca em relação aos equinos, demonstrando menores exigências em manutenção. Asininos também demonstram maior fermentabilidade da fibra, com maior produção de acetato, contudo com menor absorção deste AGCC quando comparados com a espécie equina, já que apresentou uma maior concentração de ácido acético fecal.

REFERÊNCIAS

- ANDRIGUETTO, J. M. *Nutrição Animal*. 6ª ed. São Paulo: Nobel, 395 p. 1999.
- ALMEIDA, M.I.V. 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.
- ALMEIDA, M.I.V. et al. Valor Nutritivo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum), do feno de alfafa (*Medicago sativa*, L.) e do feno de capim coast-cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) para equinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 28(4):743-752, 1999.
- ARANZALES, J. R. M.; ALVEZ, G. E. S. O estômago equino: agressão e mecanismos de defesa da mucosa. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.43, n.2, p.305-313, 2013.
- ARRUDA, A. M. V.; RIBEIRO, L. B.; PEREIRA, E. S. Avaliação de alimentos alternativos para cavalos adultos da raça Crioulo. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.38, n.1, p.61-68, 2009.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. *Official methods of analysis*. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1025p, 1995.
- BERG, E. L. et al. Fructooligosaccharide supplementation in the yearling horse: Effects on fecal pH, microbial content, and volatile fatty acid concentrations. *Journal of Animal Science*. 83:1549–1553, 2005.
- BRAGA, A. C. et al. Níveis de fibra em detergente neutro em dietas para equinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.11, p.1965-1972, 2008.
- BRANDI, R.A.; FURTADO, C.E. Importância nutricional e metabólica da fibra na dieta de equinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38:246-258, 2009.
- BRÊTAS, A. A. et al. Balanço hídrico e de nitrogênio em equinos alimentados com feno de alfafa, feno de tifton-85 e concentrado. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v. 14, n. 3, p. 150-154, set./dez. 2007.
- BROKNER, C. et al. Equine pre-caecal and total tract digestibility of individual carbohydrate fractions and their effect on caecal pH response. *Archives of Animal Nutrition* 66:490–506. 2002.
- BURDEN, F. Practical feeding and condition scoring for donkeys and mules. *Equine Veterinary Education*. 24 (11) 589-596, 2012.
- BURDEN, F.; THIEMANN, A. Donkeys are different. *Journal of Equine Veterinary Science*, 35, 376–382, 2015.
- CHINDA, D. et al. The fermentation of different dietary fibers is associated with fecal clostridia levels in men. *American Society for Nutritional Sciences*. 2004.
- CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL – CNA. *Estudo do Complexo do Agronegócio Cavalos / Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil*. Brasília, 68p. 2004.
- CORREA, G.F. et al. Impact on digestibility, and blood and fecal parameters of replacing wheat bran with corn gluten meal in concentrate of adult horses. *Livestock Science* 186:41–45. 2016.

- CUDDEFORD, D. et al. Digestibility and gastro-intestinal transit time of diets containing different proportions of alfalfa and oat straw given to Thoroughbreds, Shetland ponies, Highland ponies and donkeys. *Animal Science*, 61: 407-417. 1995.
- CUNNINGHAM, J. G. Tratado de fisiologia veterinária / 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 580 p. 2004.
- FRAPE, D. Nutrição e alimentação de equinos. 3.ed. São Paulo: Roca, 2008. 602p.
- FURTADO, C. E. et al. Avaliação da digestibilidade aparente de fenos de gramíneas e de leguminosa para equinos. *Acta Scientiarum* 21(3):651-655, 1999.
- FURTADO, C. E. et al. Uso de levedura em equinos alimentados com dietas compostas de fenos de diferentes qualidades nutricionais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.10, p.2194-2199, 2010.
- GODOI F. N. et al. Perfil hematológico e características das fezes de equinos consumindo dietas hiperlipidêmicas. *Ciência Rural*, v.39, n.9, dez, 2009.
- GONÇALVES, S. et al. Using feces characteristics as a criterion for the diagnosis of colic in the horse: a clinical review of 207 cases. *Revue De Medecine Veterinaire.*, 157, 1, 3-10. 2006.
- HOFFMAN, R. M. et al. Hydrolyzable carbohydrates in pasture, hay, and horse feeds: Direct assay and seasonal variation. *Journal of Animal Science*. 79:500–506, 2001.
- HUSSEIN, H. S. et al. Effects of cereal grain supplementation on apparent digestibility of nutrients and concentrations of fermentation end-products in the feces and serum of horses consuming alfalfa cubes. *Journal of Animal Science* 82:1986–1996. 2004.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Produção pecuária municipal, Rio de Janeiro, v. 40, p.1-71, 2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Produção pecuária municipal, Rio de Janeiro, v. 42, p.1-39, 2014.
- IZRAELY, H. et al. Factors determining the digestive efficiency of the domesticated donkey (*equus asinus asinus*). *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, 74, 1-6, 1989.
- JAGJIWAN, R. et al. Digestibility of Nutrients in *Equus asinus* during Work and Rest. *LS – An International Journal of Life Sciences*. Volume 1, Number 1, January-April, 2012.
- JENSEN, R.B. et al. The effect of feeding barley or hay alone or in combination with molassed sugar beet pulp on the metabolic responses in plasma and caecum of horses. *Animal Feed Science and Technology*, 214, 53–65, 2016.
- MACKENTHUN, E.; COENEN, M.; VERVUERT, I. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on apparent total tract digestibility of nutrients and fermentation profile in healthy horses. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97, 115–120. 2013.
- MEDINA, B. et al. Effect of a preparation of *Saccharomyces cerevisiae* on microbial profiles and fermentation patterns in the large intestine of horses fed a high fiber or a high starch diet. *Journal of Animal Science* 80:2600–9, 2002.
- MENEZES, M. L. et al. Effects of diets with increasing levels of citrus pulp on the blood parameters linked to energy metabolism in horses. *Ciência e Agrotecnologia* 38: 589-597, 2014.

- MEYER, H. Alimentação de cavalos. 2.ed. São Paulo: Varela, 303 p.; 1995.
- MOORE-COLYER, M. J. S. et al. Intra-caecal fermentation parameters in ponies fed botanically diverse fibrebased diets. *Animal Feed Science and Technology* 84:183–97, 2000.
- MOREIRA, C. G. et al. Efeito de diferentes aromatizantes de frutas cítricas em concentrados para equídeos. *Revista Brasileira de Medicina Equina* 9:18-20, 2013.
- MORGADO, E.; GALZERANO, L. Fibra na nutrição de animais com fermentação no intestino grosso. *REDVET. Revista electrónica de Veterinária*, Vol. 10, Nº 7. 2009.
- MOTA, J. S. et al. Concentrações plasmáticas de cortisol e parâmetros sanguíneos, bioquímicos e fisiológicos em equinos sob dieta com diferentes níveis de fibra. *Revista da FZVA. Uruguaiana*, v.15, n.2, p.107-125. 2008.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient requirements of horses. 6. ed. 372p. 2007.
- PAGAN, JOE D. Complete fiber analysis of horse feeds essential. *Feedstuffs* 30 Jan. 2012: 10. Academic OneFile. Web. 19 Feb. 2016.
- PEARSON, R. A.; ARCHIBALD, R. F.; MUIRHEAD, R. H. The effect of forage quality and level of feeding on digestibility and gastrointestinal transit time of oat straw and alfalfa given to ponies and donkeys. *British Journal of Nutrition* 85, 599-606, 2001.
- PEARSON, R. A.; ARCHIBALD, R. F.; MUIRHEAD, R. H. A comparison of the effect of forage type and level of feeding on the digestibility and gastrointestinal mean retention time of dry forages given to cattle, sheep, ponies and donkeys. *British Journal of Nutrition*, 95:88–98, 2006.
- PETHICK, D. W. et al. Nutrient utilisation by the hindlimb of Thoroughbred horses at rest. *Equine Veterinary Journal* 25:41-44, 1993.
- PIMENTEL, R. R. M. et al. 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.
- QUADROS, J. B. S. et al. Digestibilidade Aparente e Desenvolvimento de Equinos em Crescimento Submetidos a Dietas Compostas por Diferentes Níveis de Substituição do Feno de Tifton 85 pela Casca de Soja. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.3, p.564-574, 2004.
- REECE, W.O. Dukes. Fisiologia dos animais domésticos. 12 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 926p. 2006.
- RICHARDS, N.; HINCH, G. N.; ROWE, J. B. The effect of current grain feeding practices on hindgut starch fermentation and acidosis in the Australian racing Thoroughbred. *Australian Veterinary Journal*, 84:402–407, 2006.
- RODIEK, A. V.; JONES, B. E. Voluntary Intake of Four Hay Types by Horses. *Journal of Equine Veterinary Science* 32, 579-583, 2012.
- SANTOS, T. M. et al. Capacidade tamponante, pH e consistência das fezes em equinos submetidos à sobrecarga dietética com amido. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.6, p.1782-1788, set. 2009.

SAS INSTITUTE, INC. SAS/STAT USER'S GUIDE. 12th Edition. SAS Inst. Inc., Cary, NC. 2004.

SERENA, A.; JØRGENSEN, H.; BACH KNUDSEN, K.E. Absorption of carbohydrate-derived nutrients in sows as influenced by types and contents of dietary fiber. *Journal of Animal Science*. 87, 136–147. 2009.

STANIAR, W. B. et al. Voluntary intake and digestibility of teff hay fed to horses. *Journal of Animal Science*. 88:3296–3303. 2010.

SUHARTANTO, B. et al. Comparison of digestion in donkeys and ponies, in Proc 1st European Conference on Horse Nutrition, Hannover, pp 158–161, 1993.

SVENDSEN, E. D. *The Professional Handbook of the Donkey*, 3rd edn. Whittet Books, London. pp 93-105. 1997.

VAN DEN BERG, M. et al. Fecal pH and Microbial Populations in Thoroughbred Horses During Transition from Pasture to Concentrate Feeding. *Journal of Equine Veterinary Science*, n.33, p.215-222, 2013.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*, Second ed. Cornell University Press, Ithaca. 1994.

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

VAN WEYENBERG, S.; SALES, J.; JANSSENS, G.P.J. Passage rate of digesta through the equine gastrointestinal tract: A review. *Livestock Science*, 99, 3–12, 2006.

WOOD, S. J.; SMITH, D. G.; MORRIS, C. J. Seasonal variation of digestible energy requirements of mature donkeys in the UK. *Equine Nutrition Conference*, Hannover, 2005.

ZEYNER, A.; GEIBLER, C.; DITTRICH, A. Effects of hay intake and feeding sequence on variables in faeces and faecal water (dry matter, pH value, organic acids, ammonia, buffering capacity) of horses. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 88, 7–19, 2004.