UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

MADALENA LIMA MENEZES

Digestibilidade aparente dos nutrientes e metabolismo energético de equídeos submetidos à dietas com diferentes fontes energéticas

Pirassununga
2017

MADALENA LIMA MENEZES

Digestibilidade aparente dos nutrientes e metabolismo energético de equídeos submetidos à dietas com diferentes fontes energéticas

Versão Corrigida

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientadora: Profª Drª Roberta Ariboni Brandi

Pirassununga

2017

Ficha catalográfica elaborada pelo

Serviço de Biblioteca e Informação,FZEA/USP, com os dados fornecidos pela autora

M514d

Menezes, Madalena Lima
Digestibilidade aparente dos nutrientes e metabolismo energético de equídeos submetidos à dietas com diferentes fontes energéticas / Madalena Lima Menezes ; orientadora Roberta Ariboni Brandi. -- Pirassununga, 2017.
60 f.

Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. asininos. 2. digestibilidade. 3. equinos. 4. metabolismo. 5. nutrição. I. Brandi, Roberta Ariboni, orient. II. Título.

Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - o autor

MADALENA LIMA MENEZES

Digestibilidade aparente dos nutrientes e metabolismo energético de equídeos submetidos à dietas com diferentes fontes energéticas

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Data de aprovação: 03/04/2017

Banca Examinadora:

_____

Roberta Ariboni Brandi – Presidente da Banca Examinadora
Profª Drª Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo - Orientadora

_____

Chiara Albano de Araujo Oliveira
Profª. Drª. Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia

_____

Daniel Emygdio de Faria Filho
Prof. Dr. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo

_____

Júlio César de Carvalho Balieiro
Prof. Dr. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo

_____

Roberta Carvalho Basile
Profª. Drª. Universidade Camilo Castelo Branco - UNICASTELO

Dedicatória

Dedico este trabalho à

Deus, aos meus pais José

Vivaldo de Menezes e Débora

Lima dos Santos, aos meus avós,

bem como a Mikaele Alexandre

Pereira

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço à Deus, por me iluminar e guiar todos os meus passos, diante de todas as dificuldades enfrentadas durante esse período, o Senhor nunca me abandou e me mostrou que sempre existe uma solução e pessoas que nos ajudam.

À minha mãe (Débora Lima dos Santos), ao meu pai (José Vivaldo de Menezes) e à minha irmã (Maysa Lima Menezes) por todo amor dedicado a mim por toda a vida, por sempre me ajudarem à seguir em frente diante de todas as adversidade nesta longa estrada. Obrigada pelas mãos entrelaçadas na minha, doando-me confiança, na certeza de estar indo por caminhos seguros e na certeza de que terei sempre onde amparar caso eu tropece. Amo muito vocês!! Obrigada por tudo.

À Mikaele, por sempre está do meu lado me apoiando e segurando na minha mão sempre que tropecei, por me dá o ombro para que eu pudesse chorar sem medo, por me fazer uma pessoa melhor do que eu imaginei ser! Agradeço-te por todos esses anos de companheirismo por dividirmos tantos momentos importantes e por principalmente termos amadurecido tanto durante esse tempo. Obrigada por ter entrado na minha vida e por permanecer sempre. Te amo muito....

À minha eterna Orientadora Roberta, pela amizade, ensinamento, orientação, profissionalismo, paciência, compreensão e principalmente pela confiança depositada em mim por todos esses anos. Agradeço imensamente tudo que fez e sempre fará por mim. Obrigada!

Aos meus avós, Deodato (in memorian) e Lourdes (Maternos) e Valdomiro e Elizabete (Paternos), por me ensinarem o real significado da palavra “AMOR”.

Ao grupo GPEEAC (Grupo de Pesquisa e Extensão em Equídeos e Animais de Companhia), em especial à Profª Roberta, Thaís, Camilla, Olívia, Tamires, Camila Giunco, por todas as conversas, os ensinamentos e dedicação à tudo que foi realizado.

Aos funcionários do Haras Atalla, em especial Carlos Eduardo Pontes Carrara, Marcelo Pontes Carrara e Sr. Pedro, por disponibilidade de tempo, animais e infraestrutura, agradeço imensamente pela ajuda e auxilio para realização deste trabalho.

Aos funcionários e ex-funcionários da Equideocultura, Valdir, Cuel, Gustavo e Roberlei, por todos os ensinamentos e apoio desde a minha chegada ao Grupo.

Aos amigos de uma vida inteira, Maíra, Lúcio, Roberta, Karen, Barbara, Bruno, Simone, Junior, Neto, Shara por sempre estarmos juntos e buscando o melhor para todos sempre nos apoiando para que todos os esforços sejam recompensados.

Ao Prof Dr Anselmo Domingos Ferreira Santos, por sempre acreditar no meu potencial e está do meu lado durante as conquistas. Muito obrigada!!

Agradeço aos professores participantes da banca examinadora que dividiram comigo este momento tão importante e esperado: Profª Drª Chiara Albano de Araujo Oliveira, Prof Dr Daniel Emygdio de Faria Filho, Prof Dr Júlio César de Carvalho Balieiro, Profª Drª Roberta Carvalho Basile.

Aos animais: Play, Peppy, Sanadoc, Ruby (in memorian), Léo, Cat, Alladim, Ktorze, Nilly, Pampa, Coroa, Brenda, Maya, Ativa, Ana Paula, Neblina, Alegre, Estampa, Roleta, Violeta, Elisa. Agradeço muito por ter cuidado de vocês e receber muito carinho em troca.

À Capes pela bolsa concedida na realização do Doutorado.

Aos professores e funcionários da FZEA por tornar possível a realização desse trabalho.

Epígrafe

“‘Nunca permita que alguém que veio até você volte para casa
sem se sentir melhor e mais feliz”

(Anselmo Domingos Ferreira Santos – 1998)

RESUMO

MENEZES, M. L. **Digestibilidade aparente dos nutrientes e metabolismo energético de equídeos submetidos à dietas com diferentes fontes energéticas**. 2017. 73f. Tese (Doutorado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a inclusão de duas fontes energéticas (alto açúcar e alto amido (AA), alta fibra e alto óleo (FO)) na dieta de asininos e equinos, através de ensaios de digestibilidade aparente dos nutrientes, características físico-químicas das fezes e parâmetros sanguíneos, vinculados ao metabolismo energético dos equídeos. Foram utilizados 20 equídeos, dez equinos da raça Quarto de Milha e dez asininos da raça Pêga, distribuídos no delineamento alternado do tipo Cross-Over, com duas fontes energéticas e duas espécies. As dietas experimentais foram compostas de 50% da energia proveniente do Feno Tifton 85 (Cynodon *spp*.) e 50% proveniente do concentrado**,** formulados a base amido e açúcar, e fibra e óleo. Foi observado efeito de dieta ($p<0,05$) sobre os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo e fibra em detergente ácido, capacidade tamponante a pH 5 e pH 6 (maiores valores para dieta Fibra óleo) e sobre as concentrações sanguíneas de glicose (maiores valores para dietas açúcar amido. Observou-se efeito de espécie ($p<0,05$) sobre o coeficiente de digestibilidade aparente de proteína bruta, sobre a capacidades tamponante à pH 5 e sobre as concentrações sanguíneas de glicose (maiores níveis glicêmicos observados para equinos). Houve efeito de tempo de coleta ($p<0,05$) sobre as concentrações plasmáticas de acetato. Para as concentrações sanguíneas e fecais de ácidos graxos de cadeia curta totais, propionato não houve efeito ($p>0,05$) de dieta ou de espécie. Dietas composta por predominância de volumoso acrescido de concentrado a base de amido e açúcar e fibra e óleo são igualmente aproveitadas pelos equídeos com destaque para a dieta fibra e óleo no aproveitamento de lipídios, sem causar efeito deletério sobre as características físico-químicas, o pH e a capacidade tamponante das fezes. Asininos são mais eficientes no tamponamento de ácidos intestinais. Os asininos apresentam maiores concentrações sanguíneas de AGCC totais e acetato nas fezes, porém não no sangue nas dietas a base de FO. A glicemia e insulinêmica de asininos é menor do que a de equinos. Dietas com açúcar e amido apresentam maiores níveis glicêmicos e insulinêmicos para ambas as espécies. Dietas a base de fibra e óleo se mostraram promissoras para ambas as espécies, em especial para os asininos.

Palavras-chave: asininos, capacidade tamponante, equinos, glicose, insulina, nutrição

ABSTRACT

MENEZES, M. L.. **Apparent digestibility of nutrients and energy metabolism of equidae submitted to diets with different energy sources**. 2017**.** 73f. Tese (Doutorado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017.

The aim of the present study was to evaluate the inclusion of two energy sources (high sugar and high starch (AA), high fiber and high oil (FO)) in the diet of asinines and equines, through the trials of apparent digestibility of nutrients, physico-chemical characteristics of feaces and blood parameters, related to equine energy metabolism. Twenty equids, 10 Quarter Horse horses and 10 Pêga breed donkeys were used, distributed in an alternate Cross-Over type design, with two energetic sources and two species. Experimental diets were composed of 50% of the energy from the Tifton 85 (Cynodon spp.) and 50% from the concentrate, based on starch and sugar, and fiber and oil. It was observed effect of diet ($p<0.05$) on the digestibility coefficients of ether extract and acid detergent fiber, buffer capacity at pH 5 and pH 6 (higher values for fiber and oil diet) and on blood concentrations of glucose (higher values for sugar and starch diet). It was observed effect of specie ($p<0.05$) on the digestibility coefficient of crude protein, on buffering capacities at pH 5 and on blood concentrations of glucose (higher glycemic levels observed for equines). There was effect of the collection time ($p<0.05$) on the plasmatic concentrations of acetate. For blood and fecal concentrations of short chain fatty acids, there was no effect for propionate ($p<0.05$) of diet or specie. Diets composed by predominance of forage plus concentrate based on starch and sugar, and fiber and oil are equally used by the equids with emphasis of the fiber and oil diet in the use of lipids, without causing deleterious effect on the physico-chemical characteristics, pH and buffer capacity of feaces. Donkeys are more effective in buffering intestinal acids and also have higher blood concentrations of total SCFA and acetate in faeces, but not in blood in FO-based diets.

Keywords: donkey, buffer capacity, equine, glucose, insulin, nutrition

Lista de Figuras

Figura 1. Organização e esquematização do delineamento em Cross-over.....24

Figura 2. Efeito quadrático da interação espécie e tempo na concentração sanguínea da glicose.....45

Figura 3. Efeito quadrático das interações de dietas à base de alto amido alto açúcar e alta fibra alto óleo sobre o tempo para as concentrações de glicose.....47

Figura 4. Efeito quadrático das interações de dietas à base de alto amido alto açúcar e alta fibra alto óleo sobre o tempo para as concentrações de insulina.....47

Lista de Tabelas

Tabela 1. Composição percentual dos concentrados experimentais: Alto amido alto açúcar (AA) e Alta fibra Alto óleo (FO) (%MS).....19

Tabela 2. Composição química dos concentrados e dietas experimentais %MS).....20

Tabela 3 – Efeitos de espécie e dieta sobre os coeficientes de digestibilidade aparente.....25

Tabela 4. Efeitos de espécie e dieta sobre o pH e capacidade tamponante à pH 6 e a pH 5 nas fezes.....32

Tabela 5. Efeito de espécie e dieta sobre as concentrações de ácidos graxos de cadeia curta nas fezes 35

Tabela 6. Efeito de espécie, dieta e tempo sobre as concentrações sanguíneas de ácidos graxos de cadeia curta.....39

Tabela 7. Efeitos da espécie, dietas com diferentes fontes energéticas e do tempo sobre as concentrações sanguíneas da glicose e insulina.....43

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO 1

2. REVISÃO DE LITERATURA 3

2.1. O Asinino da Raça Pêga 3

2.2. Características anatômicas e fisiológicas do trato digestório 4

2.3. Nutrição de Asininos: ensaios de digestibilidade 5

2.4. Características Físico-químicas das Fezes 9

2.5. Parâmetros sanguíneos 12

2.5.1 Glicose 12

2.5.2. Insulina 13

2.5.3 Ácidos Graxos de Cadeia Curta 15

3. OBJETIVO GERAL 18

3.1. Objetivos Específicos 18

4. MATERIAL E MÉTODOS 18

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 24

6. CONCLUSÃO 50

7. REFERÊNCIAS 51

1. INTRODUÇÃO

As dietas comerciais destinadas a equídeos são baseadas no conceito de *"Sweetfeed",* onde as fontes energéticas preferenciais são o açúcar e o amido (HOFFMAN et al., 2009), o que pode acarretar no aporte de excesso de amido (VERVUERT et al., 2009). Sabe-se que o equídeo apresenta baixa capacidade de digerir o amido (FRAPE, 2008) e com isso, problemas metabólicos podem ser desencadeados, como cólicas e laminite (HOFFMAN et al., 2001).

Atualmente, buscam-se alternativas à estas dietas e novas formulações surgiram, utilizando-se como fontes energéticas, as fibras e óleo (FO) (HOFFMAN et al., 2003; STANIAR et al., 2009; WILLIAMS, et al., 2001), considerando o conceito da "Super fibra" (DUREN, 2000), que baseia-se na utilização de fibras que têm a capacidade de gerar montante de energia semelhante aos grãos. Segundo Williams et al. (2001), tais dietas podem tornar a alimentação dos equídeos mais segura, devido ao alto nível de fibra e baixo valor de amido aportado na dieta.

As dietas alto amido e alto açúcar e alta fibra e alto óleo já foram testadas para éguas em gestação e lactação (HOFFMAN et al.,2003, STANIAR et al., 2007, WILLIAMS et al., 2001), para muares e equinos (AUGUSTO et al, 2013; SILVA et al, 2012, TAVARES et al, 2013), porém nenhum teste foi encontrado para asininos.

Os asininos selvagens são adaptáveis ao consumo de grandes variedades de gramíneas, folhagens e arbustos para suprir sua demanda nutricional (NRC, 2007). Eles utilizaram pastejo seletivo almejando o consumo das forrageiras de melhor qualidade quando estiverem pastando em campo com mistura de espécies forrageiras. Sugere-se que o jumento consiga viver

com quantidades menores de alimento do que o cavalo (NRC, 2007). Jumentos e muares podem utilizar forragens mais maduras, menos digestíveis e mais lignificadas do que os cavalos (SVENDSEN, 1997).

Quando se comparou asininos com pôneis, observou-se que os asininos mostraram maior capacidade de digerir matéria orgânica e a fração fibrosa do que pôneis (CUDDEFORD et al., 1995; PEARSON; MERRITT, 1991), o que pode ser atribuído a capacidade de selecionar menos fibras quando os alimentos são pobres em nitrogênio (TISSERAND et al., 1990).

Pouco se conhece sobre o aproveitamento de dietas compostas por volumoso acrescido de concentrado para jumentos. Araujo et al. (1997) estudando diferentes métodos de arroçoamento para asininos, muares e equinos, com dietas compostas por 50% de volumoso e 50% de concentrado em base de matéria seca, observaram que os asininos apresentam os maiores coeficientes de digestibilidade das dietas independente do métodos de arraçoamento quando comparados com equinos e muares.

Para a avaliação do aproveitamento da dieta, além do ensaio de digestibilidade dos nutrientes das dietas (ANDRIGUETTO et al., 1999) variáveis como as características físico-químicas das fezes (pH, Capacidade tamponante e ácidos graxos de cadeia curta), podem ser utilizadas, pois são parâmetros não invasivos para observação da atividade intestinal dos equinos (SANTOS et al., 2009).

Além dessas, alguns parâmetros sanguíneos vem sendo mapeados a fim de elucidar o metabolismo energético, como a glicose, insulina e o perfil lipídico (MCARDLE, 2001).

De acordo com Staniar et al. (2007) e Vervuert et al. (2009) dietas com altas quantidades de concentrado, apresentem maiores índices e curvas glicêmicas e insulinêmicas, enquanto que quando se adiciona fibra a dieta, menores curvas glicêmicas são observadas e não são observados picos (STANIAR et al., 2007), situação benéfica ao metabolismo dos equinos.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a inclusão de duas fontes energéticas (alto açúcar e alto amido (AA), alta fibra e alto óleo (FO)) na dieta de asininos e equinos, através de ensaios de digestibilidade aparente, características físico-quimica das fezes e parâmetros sanguíneos vinculados ao metabolismo energético dos equídeos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O Asinino da Raça Pêga

O asinino Pêga é uma raça brasileira de asininos formada em 1810, na cidade de Lagoa Dourada - MG, originários do *Equus asinus africanus*, do qual muito se aproxima. Esta raça possui atributos zootécnicos (marcha, membros de ossatura forte, longevidade e resistência) que fazem dele e de seus híbridos, produtos para exportação (ABCJPÊGA, 2016). Em 2016, a associação de criadores de jumentos da raça Pêga contava com 41 mil criadores associados em todo o país, sendo que aproximadamente 80% dos criadores encontram-se no estado de Minas Gerais (LIMA, 2008).

São utilizados para tração e carga pois possuem a capacidade de carga de 60 a 65% do seu peso vivo, sendo superior aos equinos (45-60%PV) e muares (55 a 60% PV) (MIALHE, 1980).Também é recomendado para sela,

utilizados para passeios, cavalgadas, concursos de marcha e para a lida com o gado (ABCJPÊGA, 2016).

Além de serem utilizados para o trabalho no campo, também são os preferidos para obtenção de híbridos (burros e mula) a partir do cruzamento com éguas (*Equus caballus*), originando animais com as características desejáveis (COSTA, 2015). Independentemente do sexo, este animal é fisicamente mais parecido com a mãe, ou seja, uma égua, mas herda do jumento a força e a inteligência (ABCJPÊGA, 2016).

Atualmente o mercado de jumentos está em ascensão, devido a procura de muares para a lida com o gado, cavalgadas e atividades equestres (ABCJPÊGA, 2016; PASSETTI, 2015). Os concursos de marcha e os leilões também contribuíram para a valorização dos jumentos Pêga e os muares (MACHADO, 2010).

No ano de 2010, em leilão especializado de jumentos da raça Pêga, alcançou os maiores valores nas cifras de R$ 102.000,00 para um jumento e R$ 50.000,00 por uma jumenta (MACHADO, 2010).

2.2. Características anatômicas e fisiológicas do trato digestório

O asinino Pêga é uma raça brasileira de asininos formada em 1810, na cidade de Lagoa Dourada - MG, originários do *Equus asinus africanus*, do qual muito se aproxima. Esta raça possui atributos zootécnicos (marcha, membros de ossatura forte, longevidade e resistência) que fazem dele e de seus híbridos, produtos para exportação (ABCJPÊGA, 2016). Em 2016, a associação de criadores de jumentos da raça Pêga contava com 41 mil

criadores associados em todo o país, sendo que aproximadamente 80% dos criadores encontram-se no estado de Minas Gerais (LIMA, 2008).

São utilizados para tração e carga pois possuem a capacidade de carga de 60 a 65% do seu peso vivo, sendo superior aos equinos (45-60%PV) e muares (55 a 60% PV) (MIALHE, 1980).Também é recomendado para sela, utilizados para passeios, cavalgadas, concursos de marcha e para a lida com o gado (ABCJPÊGA, 2016).

Além de serem utilizados para o trabalho no campo, também são os preferidos para obtenção de híbridos (burros e mula) a partir do cruzamento com éguas (*Equus caballus*), originando animais com as características desejáveis (COSTA, 2015). Independentemente do sexo, este animal é fisicamente mais parecido com a mãe, ou seja, uma égua, mas herda do jumento a força e a inteligência (ABCJPÊGA, 2016).

Atualmente o mercado de jumentos está em ascensão, devido a procura de muares para a lida com o gado, cavalgadas e atividades equestres (ABCJPÊGA, 2016; PASSETTI, 2015). Os concursos de marcha e os leilões também contribuíram para a valorização dos jumentos Pêga e os muares (MACHADO, 2010).

No ano de 2010, em leilão especializado de jumentos da raça Pêga, alcançou os maiores valores nas cifras de R$ 102.000,00 para um jumento e R$ 50.000,00 por uma jumenta (MACHADO, 2010).

2.3. Nutrição de Asininos: ensaios de digestibilidade

Os asininos selvagens são altamente adaptáveis ao consumo de grandes variedades de gramíneas, folhagens e arbustos para suprir sua

demanda nutricional (NRC, 2007). Eles utilizam diferentes estratégias alimentares, dependendo da qualidade do alimento, como o pastejo seletivo almejando o consumo das forrageiras de melhor qualidade quando estiverem pastando em campo com mistura de espécies forrageiras, porém quando tem a disposição forrageiras homogêneas irão maximizar o consumo, como estratégia alimentar alternativa (MUELLER, et al., 1998).

Quando se comparou asininos com pôneis, observou-se que os asininos mostraram maior capacidade de digerir matéria orgânica e a fração fibrosa do que pôneis (PEARSON; MERRITT, 1991; CUDDEFORD et al., 1995;), o que pode ser atribuído à capacidade de selecionar menos fibras quando os alimentos são pobres em nitrogênio (TISSERAND et al., 1990).

Taylor (1997) sugere que o concentrado deveria ser fornecido para classe quando a exigência não será suprida apenas pelo volumoso, como animais em gestação e trabalho pesados.

O asinino consegue viver com quantidades menores de alimento do que o equino. Jumentos e muares podem utilizar forragens mais maduras, menos digestíveis e mais lignificadas do que os equinos (SVENDSEN, 1997).

Cuddeford et al. (1995) estudando dietas com diferentes relações entre alfafa e palha de aveia, para cavalos Puro Sangue Inglês, pôneis e asininos, observaram 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) caiam. Asininos digerem a FDA e Fibra em Detergente Neutro (FDN) melhor do que os outros equídeos. O tempo de trânsito para a dieta de pior qualidade foi mais lento e os asininos

apresentam maior tempo de retenção da dieta quando comparado com os outros grupos.

Gonçalves et al. (1998) avaliando o efeito da sequência de arroçoamento com volumoso e concentrado, observaram que os equinos apresentam melhores valores de digestibilidade quando o volumoso é oferecido antes do concentrado, porém para os asininos a digestibilidade é semelhante quando o concentrado é fornecido, antes, junto e após o fornecimento do volumoso. Quando o volumoso é fornecido junto com o concentrado, os asininos apresentaram maior digestibilidade da energia bruta, quando se forneceu o concentrado antes do volumoso, os asininos apresentaram maiores coeficientes de digestibilidade e quando o concentrado foi oferecido após o volumoso, todas as espécies apresentaram o mesmo desempenho.

Izraeli et al. (1989) estudando os fatores que afetam a digestibilidade em asininos, utilizando dietas à base de palha de trigo e feno de alfafa, e observaram maior consumo (10%) pelos animais quando a fonte foi a palha de trigo. Entretanto, os coeficientes de digestibilidade de FDN e FDA, bem como o tempo de retenção não foram diferentes entre as dietas.

Em estudo semelhante, Araujo et al. (1997) forneceram aos animais dieta à base de feno *Coast-Cross* e concentrado, concluíram que os asininos apresentaram valores superiores de coeficiente de digestibilidade de matéria seca, energia bruta e fibra em detergente neutro, relatando que os asininos aproveitam principalmente a fração fibrosa do alimento.

Tisserand et al. (1990) indicaram que asininos tendem a ter altos coeficientes de digestibilidade dos componentes dietéticos (proteína bruta, fibra bruta, e matéria orgânica), quando alimentados com palha de trigo e feno de

alfafa. O coeficiente de digestibilidade de FDA e FDN quando os jumentos foram alimentados com palha de trigo foram de 42% e 50,9%, respectivamente, e 46,8% e 54,2% para FDA e FDN, respectivamente, quando asininos foram alimentados com dietas à base de feno de alfafa.

As dietas comerciais tradicionalmente são baseadas em açúcar e amido (HOFFMAN et al., 2009). A tendência atual da nutrição de equinos é a diminuição do aporte de amido nas dietas (VERVUERT, et al., 2009) e com isso novas alternativas de formulações de concentrado vem sendo testadas para equinos, a base de fibra e óleo (HOFFMAN et al., 2003). Pouco se sabe sobre a viabilidade de dietas a base destes ingredientes para jumentos.

Varloud et al. (2004) avaliaram a digestibilidade de carboidratos (amido e açúcares), FDN, FDA e MO da dieta nas diferentes partes do trato digestivo dos equinos (estômago, jejuno-íleo, ceco, cólon ventral direito, cólon ventral esquerdo, à esquerda dorsal cólon, cólon dorsal direito, cólon e fezes), recebendo dieta à base de fibra e pellets de palha de trigo e uma dieta de alta energia com amido e feno de prado. Os autores relataram que dietas de alta energia podem afetar a digestão dos carboidratos estruturais no intestino grosso do equino, também indicaram que grande parte da energia do alimento concentrado, é absorvida no estômago.

Hoffman et al. (2003) fornecendo dietas à base de alto amido alto açúcar e alta fibra alto óleo para éguas em gestação e lactação, observaram que dietas à base de alto amido alto açúcar proporcionam valores superiores para as concentrações sanguíneas de glicose e insulina, sendo o pico dos componentes bioquímicos uma hora após a ingestão do alimento.

Staniar et al. (2009) estudaram equinos alimentados com as seguintes dietas: pastagem e concentrado à base de alto teor de amido, pastagem e concentrado à base de baixo teor de amido, e somente pastagem. Os autores observaram que as concentrações de glicose e insulina foram mais elevados no tratamento que continha alto teor de amido.

2.4. Características Físico-químicas das Fezes

Segundo Meyer (1995) a defecação regular é parâmetro importante para auxiliar na avaliação do funcionamento intestinal dos equídeos. As características físico-químicas das fezes dos equinos são pouco estudadas, porém são parâmetros não invasivos importantes para observação da atividade intestinal (SANTOS et al., 2009).

Estudos realizados por Berg et. al. (2005) com o objetivo de avaliarem os efeitos de dietas com níveis de suplementação de frutoligossacarídeos (0, 8, 24g /dia) nos parâmetros de determinação do pH fecal, contagem da população microbiana, concentração de ácidos graxos e características das fezes de equinos, relataram que a suplementação de frutoligossacarídeos (FOS) diminuiu o pH fecal, pois houve aumento da produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), principalmente do ácido lático pela fermentação do amido. Quanto as concentrações de AGCC os autores descrevem que houve aumento na produção, com o aumento dos níveis de suplementação, sugerindo que as populações bacterianas utilizaram o FOS como fonte de energia, resultando em maior energia disponível para os animais.

Zeyner et. al. (2004) trabalhando com equinos com a finalidade de investigar os efeitos da ingestão de feno e sequência de alimentação sobre as

variáveis relacionadas com a atividade da microbiota do intestino grosso, utilizando sequência alternada de alimentação. Os autores ofereceram 1 kg de aveia acrescida de 0,50; 0,67; 0,83 até 1kg de feno/100 kg PV/dia, sendo que a aveia era fornecida 30 minutos antes de feno no primeiro período experimental e sendo que no segundo a ordem de oferecimento era invertida. As mudanças induzidas pelas dietas no intestino grosso foram estimadas pela análise dos produtos finais do metabolismo (AGCC, lactato e amônia) e variáveis relacionadas como a capacidade tampão e matéria seca fecal e água fecal, respectivamente.

Zeyner et. al. (2004) observaram que pH aumentou quando os níveis de feno na dieta aumentaram, sugerindo que a atividade microbiana fosse mais equilibrada para as bactérias que digerem a celulose, porém com o aumento do pH diminui a quantidade de AGCC. A capacidade tamponante por sua vez foi maior quando o feno foi oferecido primeiro e quando presente na dieta em maiores níveis, sugerindo que este ingrediente exerça maior atividade de tamponamento de forma que o pH se equilibre para proliferação sobretudo de bactérias celulolíticas.

Santos et. al. (2009) avaliaram a capacidade tamponante, a consistência das fezes e pH fecal de equinos submetidos à sobrecarga de amido (17,6 g de amido por Kg de PV, por administração enteral) em períodos de 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36 horas pós sobrecarga, observaram que a consistência das fezes apresentaram-se normais até o período de 8 horas após a sobrecarga tendo diminuído sua consistência (escore 3,5) até a 20ª hora, vindo a desenvolver um quadro diarreico após a 36ª da sobrecarga, sendo este quadro justificado pelo aumento da produção de ácido láctico no intestino grosso, o

qual promove um aumento da pressão osmótica, resultando em fluxo de água para o lúmen intestinal.

A capacidade tamponante também sofreu reduções antes e até 16 horas após a sobrecarga para CT 5, quando se observou pH 6 para pH observado 5) e antes e até 24 horas, para pH5, onde depois destes períodos os animais não conseguiram manter o pH acima de 6 e 5, respectivamente, pois em condições de sobrecarga por grãos, a capacidade de digestão do amido no intestino grosso se excede, sendo fermentados grandes quantidades de carboidratos hidrolisáveis, diminuindo o pH podendo até gerar quadros de acidose subclínica. Quanto ao pH fecal, também observou-se redução de 0,004 a cada hora e de 0,028 e 1,4004 a cada quatro e ao final das 36 horas, respectivamente, sendo esta queda explicada pela grande produção de ácido lático gerada na fermentação dos carboidratos hidrolisáveis, causando irritação no epitélio que sobrepõe a capacidade tamponante normal do intestino e diminui o pH do seu conteúdo (SANTOS et al., 2009).

Suhartanto et al. (1993) avaliando asininos e pôneis, ofereceram palha de trigo acrescida de milho e farelo de soja, somente milho, milho mais ureia e 100% palha de trigo, observaram que os asininos apresentam maiores concentrações de AGCC no ceco (60mmol/L asinino e 40mmol/L para pôneis), o que pode ser atribuído ao maior consumo de volumoso, e consequentemente se observa pH 6,8. O maior consumo de alimento e a continua atividade dos microrganismos permite que os jumentos utilizem fibras de baixa qualidade melhor do que os pôneis.

2.5. Parâmetros sanguíneos

O plasma/soro sanguíneo representa a fração do meio interno na qual é fácil fazer as dosagens dos constituintes bioquímicos, visto que estes podem ser obtidos por simples coleta de sangue em uma veia superficial (MARCENAC et al.,1990). A determinação do perfil metabólico mediante a avaliação de variáveis bioquímicas constitui ferramenta indispensável na avaliação da nutrição. Por meios bioquímicos é possível determinar, em amostras de fluidos dos animais, a concentração de metabólitos indicadores de energia, proteínas e minerais, comparando seus resultados com valores de referências populacionais (WITTWER, 2000).

2.5.1 Glicose

A glicose é a maior fonte de energia dos animais, e a glicólise proporciona a melhor reação enzimática para produção de ATP nas células e o transporte de glicose para o interior das células é o primeiro passo para sua utilização (ARAI et al., 1994). A concentração plasmática de glicose após a ingestão de alimento, chamada de resposta glicêmica, pode ser influenciada pelo tamanho da partícula do alimento, tipo de processamento, composição lipídica e da fibra, estrutura bioquímica do carboidrato, conteúdo e intervalo de tempo entre as refeições (GUEZENNEC, 1995). Equinos alimentados com concentrado farelado podem apresentar pico da resposta glicêmica glicose plasmática 150 minutos após a ingestão (HEALY et al., 1995).

Withan e Stull (1998) ofertaram três dietas isoenergéticas para equinos, e relataram que o pico da resposta glicêmica foi obtida de 2 a 3 horas após a

ingestão do alimento e, o de insulina entre 3 e 4 horas após a alimentação, tal diferença pode ser atribuída a ação das fibras. Pouco se sabe à respeito das alterações nas concentrações de glicose e insulina em asininos.

Dietas ricas em fibras possuem baixo índice glicêmico, porque a viscosidade da fibra solúvel reduz a velocidade e a quantidade de glicose absorvida pelo organismo prolongando o período de reincidência da fome reduzindo o consumo calórico nas refeições posteriores (SARTORELLI; CARDOSO, 2006; TEIXEIRA NETO, 2003).

As flutuações entre os níveis de pico e de repouso variam de acordo com o tipo de dieta, na qual os alimentos contendo mais grãos e menos forragem causam maiores picos e menores depressões (GUEZENNEC et al., 1995; RALSTON e BAILE, 1982).

Não foram encontrados trabalhos que citem a influencia de dietas sobre a glicemia em asininos. Porém valores de referência foram encontrados para jumentas adultas por Mori et al. (2003), que obtiveram valor sérico de glicose de 58,35±10,40 mg/dL e Girardi et al. (2013) encontraram 73,44±13,03mg/dL para jumentos da raça Pêga.

2.5.2. Insulina

A insulina desempenha papel importante no metabolismo geral, causando aumento do metabolismo dos carboidratos, armazenamento do glicogênio, síntese dos ácidos graxos, absorção dos aminoácidos e armazenamento da proteína (VIEIRA et al., 2005).

A secreção da insulina é constante, mas a quantidade secretada depende do estado de alimentação, durante o jejum, a secreção de insulina é baixa,

sendo chamada de secreção basal. Por outro lado, após refeições ricas em carboidratos, lipídios e proteínas, há um pico de secreção de insulina que rapidamente reduz os níveis glicêmicos (DEL PRATO; MARCHETTI e BONADONNA, 2002).

De acordo com Frape (2008), o pico de insulina sanguínea dos equinos é logo depois do pico de glicose e as concentrações podem atingir quatro a oito vezes os valores de jejum, 1 à 2h após uma alimentação com alta quantidade de amido. Nesta espécie a insulina pode permanecer acima das concentrações de jejum ao longo do dia, novamente de forma diferente da resposta humana a uma refeição única, impedindo que o excesso de glicose sanguínea seja excretada na urina, por meio do aumento da absorção desta pelos tecidos e, assim, diminuindo a concentração sanguínea. Entretanto, para evitar a hipoglicemia, seus efeitos são contrabalanceados pelos efeitos de outros hormônios (por exemplo, glucagon, cortisol, catecolaminas, epinefrinas e norepinefrina). O sistema é mantido em equilíbrio dinâmico (MELO et al., 2010).

Hoffman (2009) sugere que a resistência à insulina é geralmente definida como um estado metabólico anormal, quando as concentrações normais de insulina circulante não conseguem induzir uma resposta fisiológica normal em tecidos-alvo. Mais especificamente, estão envolvidas as células musculares, adiposas e hepáticas, que ao se tornarem resistentes à insulina requerem maiores concentrações circulantes de insulina para estimular a captação de glicose.

Baixas respostas insulínicas são reportadas em animais que consomem somente forragem, quando comparados com aqueles alimentados com altas

quantidades de grãos (JONES; KUBOW, 2003). Jenkins et al. (1987) sugeriram que a redução da taxa de absorção de carboidratos pelo trato digestório, limita o aumento da glicemia pós prandial. A ingestão de elevada quantidade de concentrado eleva a resposta glicêmica ao passo que o alimento fibroso diminui esta resposta.

Dugat et al. (2011) citaram valores de referência de insulina para equinos em repouso entre 4,9 µUI/mL e 45,5 µUI/mL. Nadeau et al. (2006) registraram valores de insulina de 2,7-8,2 µUI/mL para equinos da raça Morgan e de 2,3-12,0 µUI/mL para equinos da raça Puro Sangue Inglês. McGowan (2008) citou que valores inferiores a 62µUI/mL são considerados normais quanto à insulinemia. Ralston (2002) citou valores de referência para insulina entre 5µUI/mL a 20µUI/mL.

2.5.3 Ácidos Graxos de Cadeia Curta

A fermentação microbiana de fibra, amido e proteína gera grande quantidade de ácidos graxos de cadeia curta como substratos, principalmente os ácidos acético, propiônico e o butírico. Essa fermentação e a absorção dos ácidos graxos de cadeia curta são promovidas pelo efeito tamponante do bicarbonato e Na^+ derivados do íleo, pela motilidade normal para garantir tempo de fermentação e mistura adequados (FRAPE, 2008).

Segundo Hoffman (2003), no intestino grosso serão digeridos os carboidratos que não foram aproveitados no intestino delgado produzindo ácidos graxos de cadeia curta, sendo o acetato, propionato e butirato e em menor quantidade o lactato e valerato. A microflora produz celulase que é responsável pela quebra das ligações β-1,4 presentes na celulose e na

hemicelulose. A ligno-celulose poderá ser quebrada por fungos à celulose, e a lignina será excretada nas fezes sem aproveitamento.

A absorção dos ácidos graxos de cadeia curta no intestino grosso ocorre na forma de ácidos graxos livres, por difusão passiva através da mudança do gradiente de pH. A taxa de absorção é inversamente proporcional ao peso molecular, sendo inicialmente absorvido acetato, propionato, butirato e lactato. A absorção é essencial a manutenção do pH do meio (acima de 6) o qual é requerido para manutenção das bactérias responsáveis por fermentar as fibras. Uma vez absorvidos os ácidos graxos passam pelo sistema porta hepático e circulam como ânions neutros no pH sanguíneo. O acetato e o butirato podem fornecer carbonos para a síntese de lipídios, enquanto o propionato é substrato gliconeogênico e contribui para o metabolismo da glicose (BRANDI e FURTADO, 2009).

Os ácidos graxos de cadeia curta têm importante papel na fisiologia do intestino: são reconhecidos como principal fonte de energia para o enterócito; estimulam a proliferação celular do epitélio; melhoram o fluxo sanguíneo; aumentam a absorção de água e sódio, importantes nos casos de diarreia (COPPINI et al., 2004).

O efeito dos ácidos graxos de cadeia curta no metabolismo lipídico é de grande interesse, em especial sobre o mecanismo redutor de lipídios da fibra solúvel. *In vitro*, o propionato inibe a síntese de colesterol em tecido hepático, entretanto, a quantidade de propionato necessária para isso é muito grande e não é alcançada na veia porta. Em estudos com alimentação humana o propionato não tem efeito sobre o colesterol sérico (CUMMINGS et al., 2001).

O acetato é o substrato preferencial para a lipogênese, sendo o único ácido graxo que atinge os tecidos periféricos. Há grande interesse nos substratos que produzem ácidos graxos de cadeia curta, pois se acredita que o butirato pode melhorar a saúde do cólon (TITGEMEYER et al., 1991; CHINDA et al., 2004).

Os carboidratos estruturais são importantes fontes de energia para equinos. A produção de ácidos graxos de cadeia curta no ceco é capaz de suprir 30% da energia de mantença do equino, e somados aos produzidos no cólon, são capazes de nutrir os equinos em pastejo exclusivo. O acetato é o principal ácido graxo de cadeia curta produzido e pode ser utilizado diretamente para energia.

Estudos mostraram que o acetato pode ser utilizado pelo membro pélvico dos equinos e fornecer-lhes 30% da energia necessária (PETHICK et al, 1993), e quando não utilizado imediatamente provavelmente é utilizado para síntese de ácidos graxos de cadeia longa, os quais podem ser estocados ou secretados no leite de éguas em lactação. O propionato produzido na fermentação bacteriana pode ser utilizado para a síntese de glicose no fígado, através da gliconeogênese, processo importante para manutenção da glicemia de herbívoros restritos. A função do butirato nos equinos ainda não foi totalmente estudada (BRANDI e FURTADO, 2009).

3. OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente estudo foi avaliar a inclusão de duas fontes energéticas (alto açúcar e alto amido (AA), alta fibra e alto óleo (FO)) na dieta de asininos e equinos, através de ensaios de digestibilidade aparente, características físico-química das fezes e parâmetros sanguíneos, vinculados ao metabolismo energético dos equídeos.

3.1. Objetivos Específicos

- ✓ Avaliar a digestibilidade aparente dos nutrientes das dietas com diferentes fontes energéticas para diferentes espécies de equídeos.
- ✓ Determinar o efeito de fontes energéticas diferentes sobre as características físico-quimicas, pH e a capacidade tamponante fecal, bem como o perfil físico das fezes.
- ✓ Determinar o efeito de dietas com diferentes fontes energéticas sobre metabolismo de ácidos graxos de cadeia curta, glicose e insulina;
- ✓ Sugerir a dieta que mais se aplica a cada uma das espécies de equídeos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo sob o número do protocolo 2743200315.

O experimento foi realizado no município de Jaú – SP, no período de 23 de julho a 16 de agosto de 2015. Foram utilizadas dez jumentas adultas da

raça Pêga com peso vivo de 287,03±27,09kg e dez equinos adultos da raça Quarto de Milha com peso vivo de 427,52±31,98kg. Os animais foram submetidos à sete dias de adaptação à dieta, seguidos de quatro dias de coleta total de fezes, um dia de coleta de sangue e três dias de intervalo entre os períodos.

As dietas experimentais foram formuladas para atender à exigência de equinos em mantença, segundo o *Nutrient Requeriments of Horses* (NRC, 2007) e foram compostas por 50% da energia proveniente do volumoso (Feno *Tifton 85*) e 50% proveniente do concentrado (Tabelas 1 e 2), A proporção de volumoso:concentrado em base de matéria seca foi de 70:30. Os concentrados foram formulados com diferentes fontes energéticas: alto amido e alto açúcar (AA) e alta fibra e alto óleo (FO), mantendo níveis nutricionais semelhantes.

Tabela 1. Composição percentual dos concentrados experimentais: Alto amido alto açúcar (AA) e Alta fibra Alto óleo (FO) (%MS).

Ingredientes	**% MS**	
	AA	**FO**
Milho moído	63,00	35,00
Farelo de Trigo	12,00	10,00
Farelo de Soja	10,00	7,00
Casca de Soja	0	28,00
Melaço em Pó	10,00	0
Óleo de Soja	0	15,00
Núcleo	5,00	5,00

Fonte: Própria autoria

Tabela 2. Composição química dos concentrados e dietas experimentais (%MS).

Nutrientes	Feno	AA	FO
Matéria Seca	84,48	93,66	95,89
Matéria Orgânica	92,87	90,59	93,06
Matéria Mineral	7,13	9,40	6,94
Proteína Bruta	10,14	14,79	13,42
Extrato Etéreo	1,96	4,45	9,42
Fibra em detergente ácido	29,97	4,50	14,17
Fibra em detergente neutro	75,64	18,91	33,15
Hemicelulose	45,76	14,41	18,98
Amido	5,8	52,00	35,72
Energia Bruta (Kcal/kg)	4.433,5	4.034,4	4.498,9

Composição química das dietas (Relação volumoso:concentrado 50:50, em base de energia)

Nutrientes	AA	FO
Matéria Seca	89,96	91,08
Matéria Orgânica	91,79	93,03
Matéria Mineral	8,21	6,97
Proteína Bruta	12,75	12,07
Extrato Etéreo	3,21	5,7
Fibra em detergente ácido	17,43	22,26
Fibra em detergente neutro	46,47	53,59
Hemicelulose	29,07	31,35
Amido	28,90	20,76
Energia Bruta (Kcal/kg)	4.209,9	4.442,1

Fonte: Própria autoria

O concentrado foi fornecido às 7:00 e às 15:00 e o volumoso fornecido às 10:00 e às 18:00 atendendo o requerimento diário de 2 a 2,25% do peso vivo animal. Todos os alimentos fornecidos e as sobras foram pesados separadamente e analisados para os cálculos de consumo dos nutrientes.

Durante o período experimental, a produção diária de fezes foi colhida em sua totalidade, submetida à pesagem e homogeneização e em seguida subtraída alíquota de 10% do peso que foi acondicionada em congelador. Ao final do protocolo foi gerada uma amostra composta de cada animal e encaminhada para o laboratório para analises bromatológicas. As fezes foram pesadas, colocadas em estufa de ventilação forçada a 60ºC±5ºC por 72 horas, para se obter a matéria seca a 65°C. Após este procedimento, as amostras foram novamente pesadas, moídas em moinho tipo Willey com peneira com furos de 1mm e acondicionados em recipientes plásticos devidamente identificados.

As análises bromatológicas dos alimentos e fezes foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Universidade Camilo Castelo Branco (UNICASTELO), para determinação de Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Extrato Etéreo (EE), Energia Bruta (EB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Matéria Orgânica (MO), Hemicelulose (HEM). As análises de MS, MM, EE, PB foram realizadas segundo a metodologia descrita pela Association of Official Analytical Chemistry (AOAC, 1995). O FDA, FDN foram realizados segundo Van Soest; Robertson; Lewis (1991) e a determinação da EB realizada através de uso de bomba calorimétrica C-200. Foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente de MS, MO, PB, FDN, FDA, EE, EB, HEM.

Os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes foram calculados segundo a equação sugerida por Sakomura e Rostagno (2007).

Para a determinação de pH e capacidade tamponante (CT) foi utilizada a metodologia citada por Zeyner et al., (2004) e adaptada para condições

experimentais. E então amostras das primeiras fezes do dia foram coletadas durante os quatro dias de coleta total de fezes, em sacos plásticos, e encaminhadas imediatamente para o laboratório, onde realizou-se a mensuração do pH através de pHmetro de bancada, introduzido-o diretamente nas fezes frescas, para a capacidade tamponante , retirou-se alíquota de 50g de cada amostra fecal foi adicionado 80 mL de água destilada, a amostra foi homogeneizada e filtrada, retirando 80 mL do líquido da amostra para realização da titulação com ácido acético 0,25M. A capacidade tamponante no pH 5 (CT5) refere-se ao volume gasto de ácido acético necessário para promover a alteração do pH observado na amostra para o pH 5,0 e CT6 refere-se ao volume gasto de ácido de acético necessário para promover a alteração do pH para o pH 6,0. O volume de ácido acético utilizado foi expresso em mmol/L de fezes diluída em água, conforme a seguinte equação: CT (mmol/L) = Volume (mL)*3,125 (ZEYNER et al., 2004).

A avaliação das características de consistência e cor das fezes foi realizada por meio de planilhas e durante os períodos das avaliações de pH e CT e as fezes foram classificadas para consistência fecal, atribuindo-se escores com valores de 1 a 5, sendo 1 representado por fezes extremamente ressacadas, 3, por fezes normais e 5, por fezes diarréicas (BERG et al., 2005), a cor, sendo classificadas como esverdeadas (normal), negras, avermelhadas ou amareladas (GODOI et al., 2009).

Para a mensuração da concentração de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) nas fezes foi retirada da amostra composta ao final do período, aproximadamente 50 gramas, sendo filtrada em tecido de filtragem de liquido ruminal, acondicionada em tubos falcon de 50 mL para análise por

cromatografia gasosa conforme descrito por Hussein et al. (20046), Brito (2016) e Correa et al. (2016).

Foram realizadas coletas de sangue no último dia de coleta de cada período, para determinação das concentrações de glicose, insulina nos tempos: antes da alimentação, 1, 2 e 3 horas após a alimentação, e ácidos graxos de cadeia curta nos tempos: antes da alimentação, 1 e 3 horas após a alimentação. Foram obtidas por meio de venopunção da jugular utilizando tubos coletores à vácuo com fluoreto de sódio (Glicose e insulina) e com heparina sódica para a determinação das concentrações de AGCC. As concentrações de glicose foram determinadas utilizando kits bioquímicos Laborlab®, lidos em espectrofotômetro semi-automático (Bio-2000), para a determinação da insulina utilizou-se a técnica de quimioluminescência com a utilização de kits bioquímicos Roche Diagnostics®.

A determinação da concentração de ácidos graxos de cadeia curta no sangue foi realizada através da leitura no cromatografo gasoso (CORREA et al., 2016, HUSSEIN et al., 2004, MENEZES et al., 2014).

O delineamento experimental utilizado foi o alternado do tipo Cross-Over, conforme apresentado na figura 1, com dois tratamentos e duas espécies, sendo utilizados 10 animais de cada espécie por tratamento. Para as variáveis dos coeficientes de digestibilidade, pH, capacidade tamponante e ácidos graxos de cadeia curta presente nas fezes, e qualidade fecal, o esquema de arranjo fatorial dos tratamentos foi 2x2 (duas dietas e duas espécies). As análises de glicose, insulina foram analisados em esquema fatorial 2x2x4 (Duas dietas, duas espécies e quatro tempos) e ácidos graxos de

cadeia curta no sangue em esquema fatorial 2x2x3 (Duas dietas, duas espécies e três tempos).

Os dados foram submetidos a verificação das pressuposições de análises (normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias), utilizando o procedimento PROC UNIVARIATE. Em seguida os dados passaram por análise de variância pelo PROC MIXED adotando o nível de significância de 5% ($p<0,05$), e para diferenciação das médias foi utilizado o teste de Tukey ao nível de significância de 5% ($p<0,05$). Todos os procedimentos foram realizados com o auxílio do programa estatístico SAS 9.3 (2004).

Figura 1 – Organização e esquematização do delineamento em Cross-over

I - Organização

1º Período	AA	FO
Wash-out		
2º Período	FO	AA

II - Esquematização

Período	Asininos										Equinos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	A	A	A	A	A	F	F	F	F	F	A	A	A	A	A	F	F	F	F	F
II	F	F	F	F	F	A	A	A	A	A	F	F	F	F	F	A	A	A	A	A

A = Alto amido e alto açúcar; F = Alta fibra e alto óleo.

Fonte: Própria Autoria

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observado efeito de interação da espécie e dieta ($p>0,05$) sobre os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes (Tabela 3).

Foi observado efeito de espécie (p<0,05) sobre o coeficiente de digestibilidade aparente de proteína bruta, mostrando-se superior para os equinos. Não foi observado efeito de espécie (p>0,05) para os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose e energia bruta (Tabela 3).

Foi observado efeito de dieta (p<0,05) sobre os coeficientes de digestibilidade aparente de extrato etéreo e fibra em detergente ácido, sendo superiores para os asininos. Não foi observado efeito de dieta (p>0,05) sobre os coeficientes de digestibilidade aparente de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro, hemicelulose e energia bruta (Tabela 3).

Tabela 3 – Efeitos de espécie e dieta sobre os coeficientes de digestibilidade aparente.

Coeficientes de digestibilidade	Espécie		Dieta		EPM	P-valor		
	Asinino	Equino	AA	FO		E	D	E x D
Matéria Seca	58,98	60,18	60,81	58,37	0,695	0,3458	0,1027	0,2290
Matéria orgânica	61,91	59,72	61,70	60,04	0,719	0,2789	0,0659	0,9859
Proteína Bruta	55,55	62,05	59,07	58,71	1,239	0,0037	0,9202	0,9982
Extrato Etéreo	53,41	54,66	51,70	55,70	1,652	0,3189	0,0324	0,0905
Fibra em Detergente Neutro	54,69	50,49	51,30	53,74	0,950	0,0635	0,1783	0,3103
Fibra em Detergente Ácido	47,16	42,78	42,60	47,34	1,192	0,1581	0,0184	0,9336
Hemicelulose	58,12	55,66	55,54	58,15	0,978	0,1971	0,2177	0,6590
Energia Bruta	59,54	57,26	59,17	57,73	0,726	0,2617	0,1237	0,6165

AA = Alto Amido e Alto Açúcar; FO = Alta Fibra e Alto Óleo; EPM = Erro Padrão da Média; E = Espécie; D = Dieta; E x D = Interação espécie e dieta.
Fonte: Própria Autoria

Pouco se sabe sobre nutrição e metabolismo de jumentos e menos ainda se conhece sobre estes parâmetros em âmbito nacional. O NRC (2007)

de equídeos não considera diferenciação por espécie, o que pode ser prejudicial para os animais. Este é um estudo exploratório que buscou comparar o aproveitamento das dietas assim como as alterações metabólicas promovidas por ela para diferentes espécies, e com isso sugerir a dieta ideal para cada espécie de equídeos.

Os resultados obtidos no presente estudo para os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes estão dentro do preconizado na literatura para asininos (BRITO, 2016; CUDDERFORD et al., 1995; SILVA et al., 2012;) e equinos (DELOBEL et al., 2008; GODOI et al., 2009; MOREIRA et al., 2015; RESENDE JUNIOR et al., 2004).

Os coeficientes de digestibilidade obtidos na presente pesquisa encontram-se abaixo dos observados por Gonçalves et al. (1998) trabalhando com asininos e equinos, arraçoados com feno de *Coast-cross* acrescido de ração na proporção de 50:50, em base de matéria seca, relação volumoso concentrado inferior a utilizada na presente pesquisa (70:30 em base de matéria seca).

A utilização de asininos no presente estudo, pode ter sido outro fator que contribuiu para o resultado de menores coeficientes de digestibilidade das dietas. A literatura é escassa quanto ao fornecimento de concentrado para esta espécie, o seu aproveitamento e ação metabólica. Sabe-se que o asinino é uma espécie que conserva maior rusticidade em relação ao equino (SVENDSEN, 1997; NRC, 2007) e com isso apresentam maior digestibilidade de alimentos com maior aporte fibroso (BURDEN, 2011; PEARSON et al., 2001; WOOD et al. 2005) mas não se sabe o que ocorre quando concentrado é acrescido a dieta.

Estudos foram realizados com intuito de comparar a digestibilidade e metabolismo de dietas alto amido e alto açúcar e alta fibra e alto óleo para equinos e muares (DELOBEL et al., 2008; SILVA et al., 2012) e os autores observaram valores superiores de digestibilidade dos nutrientes aos observados no presente estudo, o que pode ser atribuído à relação do volumoso e concentrado, pois no presente estudo está relação foi superior aos estudos citados e a influencia de outra espécie (asinino), como ocorre no presente estudo.

Brito (2016) avaliou asininos e equinos, alimentados com dieta exclusiva de feno de Tifton 85 (Cynodon *spp.*) e observou que os asininos apresentaram maiores coeficientes de digestibilidade de matéria seca, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e proteína bruta, quando comparados com os equinos, e que estes valores foram superiores aos observados na presente pesquisa para os asininos (Tabela 3). Este resultado não era esperado, pois esperava-se melhoria nos coeficientes de digestibilidade pautado no conceito do efeito aditivo dos ingredientes descrito por Figueiredo et al. (1999), porém não observado nesta pesquisa.

O valor observado para o coeficiente de digestibilidade aparente de proteína bruta foi inferior para os asininos, quando comparado com os equinos (Tabela 3) sugerindo que a adição do concentrado na dieta não foi benéfica para o aproveitamento deste nutriente para esta espécie.

Corroborando com os resultados obtidos para os coeficientes de digestibilidade de proteína bruta, Cuddeford et al. (1995) trabalharam com equídeos alimentados com dieta de alta fibra obtiveram coeficiente de digestibilidade de proteína bruta superior para os asininos.

O teor de proteína bruta (10,14%) contido no feno do presente estudo pode ter contribuído para a menor digestibilidade, uma vez que Brito (2016) utilizou volumoso com 12,88%PB, e observou coeficientes de digestibilidade superiores, tal fator pode ser explicado pelos níveis de fibra em detergente ácido, tornando a qualidade do feno utilizado inferior ao volumoso utilizado pelo autor acima citado, pois uma parte da proteína pode estar associada à porção fibrosa, ligada aos polissacarídeos da parede celular, o que pode ter resultado na diminuição do coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (MEDEIROS e MARINO, 2003).

Considerando-se os coeficientes de digestibilidade de extrato etéreo para a dieta alta fibra e alto óleo, observou-se que a digestibilidade encontrada nesta pesquisa foi inferior a valores obtidos na literatura (BRANDI e FURTADO, 2009; DELOBEL et al., 2008; RESENDE JUNIOR et al., 2004;) e pode ter sido atribuído ao tempo de adaptação dos animais a dieta, pois os valores observados são inferiores aos citados por (AUGUSTO et al, 2012; DELOBEL et al., 2008; SILVA et al, 2012; TAVARES et al., 2012). Este fator pode ter contribuído para a não secreção das enzimas pancreáticas e suco biliar para digestão em quantidade suficiente para influenciar na digestão do extrato etéreo (MEYER, 1995).

Apesar da sugestão de não adaptação da secreção enzimática nos equinos, observou-se que o coeficiente de digestibilidade de extrato etéreo foi superior na dieta alta fibra e alto óleo ao encontrado para à dieta a base de alto amido e alto açúcar, o que corrobora com Vervuert et al. (2009) que sugeriram a utilização de dietas com menor aporte de amido (1,1g por kg de PV/refeição), pois a ingestão de grandes quantidades poderá não ser digerido no intestino

delgado e chegar ao ceco e cólon, promovendo o aumento da quantidade de carboidratos rapidamente fermentáveis no intestino grosso, prejudicando a digestibilidade principalmente da fração fibra (MORGADO, 2007; LINDBERG; KARLSSON, 2001).

Considerando o nível de inclusão de extrato etéreo nas dietas utilizadas no presente estudo, observou-se que o aporte lipídico foi inferior a literatura (AUGUSTO et al, 2012; DELOBEL et al., 2008; GODOI et al., 2009; RESENDE JUNIOR et al., 2004; TAVARES et al, 2012). Ao se formular a dieta deste estudo, utilizou-se a relação de 50% da energia proveniente do volumoso e 50% do concentrado, obtendo a relação de 70% de volumoso e 30% de concentrado, quando considera-se o consumo em base de matéria seca, o que levou a predominância de volumoso na dieta, diminuindo o aporte total de extrato etéreo.

São escassas as pesquisas sobre os efeitos da utilização de óleo na dieta de equinos em mantença (AUGUSTO et al., 2012; MOTA et al 2013; SILVA et al., 2012; TAVARES et al., 2012), menos ainda para asininos. Contudo sabe-se que os asininos apresentam maior digestibilidade da fração fibrosa de dietas (BRITO, 2016; PEARSON et al., 2006) o que pode ter influenciado no efeito da dieta ($p<0,05$) sobre a digestibilidade da fibra em detergente ácido obtidos no presente estudo (Tabela 3).

A dieta à base de alta fibra e alto óleo apresentou maior coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente ácido, o que pode-se sugerir que a adição de óleo na dieta não causou efeito deletério para o aproveitamento

deste nutriente, fato este que discorda de Jansen et al. (2002) que observaram efeito deletério do óleo sobre a digestibilidade das frações fibrosas da dieta.

Como no presente estudo foi fornecido 70% de volumoso em base de matéria seca, o aporte de fibra não causou efeito deletério à digestibilidade da fração fibrosa com adição de óleo. Segundo Beynen & Hallebeek (2002) há grande variação na literatura sobre a digestibilidade de fibras, podendo ser encontrado diminuição, manutenção e até aumento na digestibilidade quando se adiciona óleo à dieta de eqüinos. Estes autores citaram que tais diferenças podem ser atribuídas à quantidade de fibra fornecida na dieta dos diversos experimentos, a qual pode alterar a quantidade de substrato fermentativo para a microflora, bem como alteração na taxa de passagem.

Segundo Julliand et al. (2001) animais que consomem dietas ricas em concentrado com alto teor de amido, podem ter a proliferação rápida de bactérias amilolíticas e a diminuição da ação das bactérias celulolíticas, no intestino grosso, acarretando em menor digestibilidade da fração fibrosa, situação que pode ser ocorrido no presente estudo, uma vez que a dieta alto amido e alto açúcar resultou em coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro inferior à alta fibra e alto óleo, resultado que corrobora com Brokner et al. (2012).

Os valores do coeficiente de digestibilidade de energia bruta observado são semelhantes aos encontrados em dietas compostas pela predominância de volumoso por Karlsson et al. (2000) que utilizaram a relação e 60% de volumoso na dieta de equinos e Miraglia et al. (2006) com a utilização de 75% de volumoso com base na matéria seca na dieta de equinos, e inferiores aos observados por Resende Junior et al. (2004) e Brandi (2007), o que pode ser

explicado pelas dietas fornecidas pelos citados autores conterem maior quantidade de concentrado quando comparados ao presente estudo.

O percentual de volumoso (70% em base de matéria seca) utilizada no presente estudo pode ter influenciado no coeficiente de digestibilidade da energia bruta (Tabela 3), dados que concordam com o citado por Oliveira et al. (2003), que relatam que aumento da quantidade de volumoso na dieta diminuiu a digestibilidade da energia. Esses autores observaram coeficientes de digestibilidade de 71,17% para uma dieta com 40% de volumoso e 48,61% em uma dieta composta por 100% de volumoso. O mesmo foi relatado por Karlsson et al. (2000), que observaram menores coeficientes de digestibilidade da energia bruta com aumento do percentual de feno e menor inclusão de aveia na dieta.

Segundo Drogoul et al. (2001), Miraglia et al. (2006) e Braga et al. (2008), a digestibilidade da fração fibrosa aumenta com a inclusão de concentrado a dieta, o que não ocorreu no presente estudo, provavelmente devido ao nível de inclusão de concentrado na dieta (30%).

Resende Junior et al. (2004) utilizando inclusão de 5,7% de óleo na dieta total de equinos, encontraram resultados inferiores para os coeficientes de fibra em detergente neutro e detergente ácido e superiores para o extrato etéreo e energia bruta, o que pode ser atribuído ao nível de fibra utilizado, visto que a relação da dieta do presente estudo foi de 70% de volumoso e 30% de concentrado em base de matéria seca, os autores supracitados utilizaram a proporção de 50% de volumoso e 50% de concentrado, além dos animais

utilizados na pesquisa citada realizem exercícios físicos e os animais do presente estudo não estarem na mesma condição.

O estudo da digestibilidade dos nutrientes em conjunto com a avaliação das características físico-químicas das fezes se torna importante para avaliação do funcionamento do trato digestivo (MEYER, 1995). A presença de fibra, assim como a qualidade e quantidade de alimento ingerido, tamanho de partículas e velocidade do trânsito da digesta podem afetar tanto a digestibilidade dos nutrientes, como a qualidade das fezes dos equinos (FOMBELLE et al., 2001; GONÇALVES et al., 2006) como analisados na presente pesquisa.

Não foi observado efeito de interação da espécie e dieta ($p>0,05$) sobre o pH, capacidade tamponante à pH 6 e à pH 5. Foi observado efeito de espécie ($p<0,05$) sobre a capacidade tamponante à pH 6 e a capacidade tamponante à pH 5, ambas superiores para os asininos. Observou-se efeito de dieta ($p<0,05$) sobre a capacidade tamponante à pH 6, sendo superior para a dieta alto amido e alto açúcar. Não foi observado efeito de espécie ($p>0,05$) e de dieta ($p>0,05$) sobre a variável pH (Tabela 4).

Tabela 4 – Efeitos de espécie e dieta sobre o pH e capacidade tamponante à pH 6 e a pH 5 nas fezes.

Variável	Espécie		Dieta		EPM	P-valor		
	Asinino	Equino	AA	FO		E	D	E x D
pH	6,24	6,17	6,21	6,21	0,063	0,6354	0,9076	0,3264
CT6 (mmol/L)	20,55	17,60	20,23	18,05	0,445	0,0025	0,0009	0,4421
CT5 (mmol/L)	7,40	4,85	6,17	6,22	0,348	0,0009	0,9603	0,4857

AA = Alto Amido e Alto Açúcar; FO = Alta Fibra e Alto Óleo; EPM = Erro Padrão da Média; E = Espécie; D = Dieta; E x D = Interação espécie e dieta.
Fonte: Própria Autoria

Os valores observados de pH das fezes estão abaixo dos obtidos por Brito (2016) que relatou valores de 6,85 (Asininos) e 6,89 (Equinos)

alimentados com dieta exclusiva de feno de *Coast-Cross* e também abaixo do valor considerado ideal por Suhartanto et al. (1993) para asininos (6,8). Esperava-se que os valores de pH fossem superiores aos observados no presente estudo, já que houve a predominância de volumoso na dieta (70%), reiterado pelas citações de Pagan (2007) e Van Soest (1994) que a alta ingestão de volumoso pode favorecer a ação das bactérias fermentadoras de fibras, e a maior ação destas bactérias pode ser evidenciada pela maior produção de acetato dentre os ácidos graxos de cadeia curta, que são ácidos fracos, com menor potencial de variação do pH (Tabela 4).

Alguns fatores analisados no presente estudo podem ser responsáveis pelas alterações das características físico-químicas das fezes, como a composição da dieta (MOORE-COLYER et al., 2000; NRC, 2007), a utilização de carboidratos de rápida fermentação (ZEYNER et al., 2004; SANTOS et al., 2009; KABE et al., 2016; CORREA et al., 2016; MOREIRA et al., 2015), a relação volumoso:concentrado (JULLIAND et al., 2001; MEDINA et al., 2003; ZEYNER et al., 2004; BRAGA et al., 2008), a sequência de arraçoamento (GONÇALVES et al., 1998) e as espécies distintas (GONÇALVES et al., 1998; MOTA et al., 2012; SUHARTANTO et al., 1993).

O efeito de espécie (Tabela 4) observado na presente pesquisa para as capacidades tamponantes à pH 5 e à pH 6 nas fezes, sugere que a diferença obtida pode ser atribuída a diferenciação da microbiota presente na região ceco-cólica das duas espécies (CUDDEFORD et al., 1995), sugerindo que os asininos apresentam mecanismos mais eficientes no tamponamento de ácidos graxos de cadeia curta, por apresentarem microbiota adaptada a fermentação mais eficiente da fibra, a presença por tempo mais prolongado da fibra no

intestino grosso e a própria presença física da fibra atuando como tamponante (NRC, 2007).

Os valores obtidos neste trabalho para a capacidade tamponante das fezes dos equinos nesta pesquisa são inferiores aos observados por Correa et al. (2016) e Moreira et al. (2015), fato atribuído a composição da dieta, uma vez que os autores citados estudos utilizaram 75% de volumoso em base de matéria seca e acréscimo de concentrado com fibras de fácil fermentação, o que pode ter colaborado com as condições favoráveis do intestino grosso para as populações das bactérias celulolíticas, pois também obtiveram maior produção de acetato, em relação ao presente estudo.

A obtenção de valores superiores da capacidade tamponante nas fezes pode ter sido influenciada pela maior produção de ácidos graxos de cadeia curta pelos asininos, já que no processo absortivo de ácidos graxos de cadeia curta, quando uma molécula é absorvida, uma molécula de bicarbonato é gerada no lúmen do órgão, assim a absorção de ácidos graxos de cadeia curta ajuda a tamponar o pH do ceco por gerar base e remover ácido (CUNNINGHAM, 2008).

Para as variáveis de cor e consistência das fezes, observou-se fezes 100% esverdeadas, consideradas normais (GONÇALVES et al., 2006), bem como apresentando consistência escore 3 (BERG et al., 2005), tanto para equinos como asininos. Como a predominância dos ácidos graxos de cadeia curta 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 do intestino grosso e a saúde do trato gastrointestinal (MEDINA et al., 2002), o que pode ser comprovada

pela manutenção na qualidade das fezes entre as espécies e as dietas (Tabela 5).

Não foi observado efeito de interação da espécie e dieta (p>0,05) sobre as concentrações de ácidos graxos de cadeia curta nas fezes dos equídeos. Foi observado efeito de espécie (p<0,05) sobre as concentrações de ácido butírico nas fezes, mostrando-se superior para os equinos e sobre a relação acetato:propionato que foi superior para os asininos, porém não foi observado este efeito sobre as demais variáveis. Não foi observado efeito de dieta (p>0,05) sobre as concentrações de ácidos graxos de cadeia curta total, acético, propiônico, butírico e relação acetato:propionato (Tabela 5).

Tabela 5 – Efeito de espécie e dieta sobre as concentrações de ácidos graxos de cadeia curta nas fezes.

Variável	Espécie		Dieta		EPM	P-valor		
	Asinino	Equino	AA	FO		E	D	E x D
AGCC Total (mmol/L)	48,37	44,46	44,40	48,21	1,980	0,8084	0,1531	0,6016
Acético (mmol/L)	34,95	30,61	31,37	34,04	1,466	0,2311	0,5368	0,1444
Propionico (mmol/L)	10,03	9,91	9,57	10,35	0,468	0,9659	0,2752	0,8957
Butirico (mmol/L)	1,67	2,15	1,98	1,85	0,094	0,0183	0,5134	0,4974
Ac: Prop	3,64	3,17	3,45	3,37	0,087	0,0232	0,7977	0,2568

AA = Alto Amido e Alto Açúcar; FO = Alta Fibra e Alto Óleo; EPM = Erro Padrão da Média; E = Espécie; D = Dieta; E x D = Interação espécie e dieta.
Fonte: Própria Autoria

A predominância de volumoso na dieta pode ter favorecido a obtenção de maiores proporções de acetato nas fezes em relação ao propionato (Tabela 5). O comportamento das dietas para cada espécies foi diferente, os asininos apresentam maiores concentrações de acetato nas fezes com a dieta alta fibra e alto óleo, enquanto os equinos apresentam concentrações semelhantes

deste ácido graxo de cadeia curta para as duas dietas, levando a observação de maior relação acetato:propionato ($p<0,05$) para os asininos.

As concentrações de ácidos graxos de cadeia curta totais nas fezes foram inferiores aos observados na literatura por Coverdale et al. (2004) e semelhantes aos obtidos por Moreira et al. (2015) e Kabe et al. (2016). As concentrações de acetato são semelhantes e os valores de propionato e butírico são inferiores, o que acarretou em maior relação de acetato e propionato quando comparados aos obtidos pelos autores supracitados, o que pode sugerir que a quantidade de carboidratos solúveis não afeta negativamente a produção de acetato e butirato (MOTA et al., 2010).

A relação volumoso:concentrado (70:30), em base na matéria seca da dieta utilizados na presente pesquisa, pode ter colaborado para as condições favoráveis das populações de bactérias celulolíticas no intestino grosso, podendo ser comprovado pela maior produção média de acetato, em relação aos demais ácidos graxos de cadeia curta. Estes resultados estão de acordo com Hoffman (2009) que cita que dietas com maior quantidade de volumoso, o principal ácido graxo de cadeia curta produzido é o acetato.

Correa et al. (2016) obtiveram resultados inferiores aos observados no presente estudo para concentrações fecais de ácidos graxos de cadeia curta totais e acetato, e superiores para a produção de propionato o que pode ser atribuído à quantidade de amido da presente pesquisa ter sido inferior à dieta utilizada na pesquisa citada.

Os valores de acetato, propionato e butirato obtidos nas fezes, foram inferiores aos encontrados por Moore-Colyer et al. (2000) e Coverdale et al.

(2012) que utilizaram dietas com inclusão de casca de soja para equinos, sugerindo que a adição de casca de soja, contribuiu para o aumento das concentrações de ácidos graxos de cadeia curta.

Jensen et al. (2016) observaram valores superiores de ácidos graxos de cadeia curta nas fezes, aos obtidos no presente estudo, e sugeriram que dietas com altas quantidades de alimentos compostos principalmente por carboidratos de fácil fermentação (grãos) produzem maiores quantidades de ácido propiônico e ácido lático, em detrimento da produção de ácido acético e butírico.

Acetato e butirato são os principais produtos da digestão da fibra, quando a proporção de amido é baixo no intestino grosso (FRAPE, 2008), informações que reiteram as observadas na presente pesquisa, uma vez que a dieta utilizada foi predominantemente de volumoso.

A concentração de propionato nas fezes obtida nesta pesquisa pode estar relacionada ao menor aporte de carboidratos solúveis (30% da dieta em base de matéria seca), corroborando com Jensen et al. (2016).

Pouco se sabe sobre as concentrações de ácidos graxos de cadeia curta nas fezes de jumentos. Ao comparar-se as concentrações de ácidos graxos de cadeia curta nas fezes observados em dietas exclusivamente de feno de Tifton 85 (BRITO, 2016) observou resultados inferiores os obtidos na presente pesquisa para acetato, propionato e butirato, sugerindo que a inclusão do concentrado na dieta, pode ter aumentado a massa microbiana e com isso maiores proporções de ácidos graxos de cadeia curta foram produzidos, o que reflete as concentrações aumentadas nas fezes (CUDDEFORD et al., 1995).

Ao estudar-se especificamente as concentrações de butirato observou-se que as concentrações obtidas neste trabalho são próximas as obtidas por Brito (2016) para jumentos e superiores para equinos, dado que sugere que os cavalos tem maior capacidade de realizar o efeito aditivo entre o volumoso e o concentrado (FIGUEIREDO et al., 1999), porém os asininos parecem manter o mesmo perfil metabólico, com ou sem a adição de concentrado a dieta.

O aumento das concentrações de butirato nas fezes de equinos pode estar relacionado a uma maior produção sem absorção (WOLEVER; MEHLING, 2002), o que parece não ocorrer com os asininos.

Ao analisar conjuntamente as concentrações de ácidos graxos de cadeia curta nas fezes (Tabela 5) e no sangue (Tabela 6), observou-se que o acetato continua predominante.

Foi observado efeito de tempo ($p<0,05$) sobre a concentração de ácido acético plasmático, mostrando-se superiores antes da alimentação e uma hora após a alimentação. Não foi observado efeito de interação ($p>0,05$) dos fatores espécie, dieta e tempo sobre as concentrações plasmáticas dos ácidos graxos de cadeia curta. Não foi observado efeito de espécie ($p>0,05$) e de dieta sobre as concentrações plasmáticas de ácidos graxos de cadeia curta (Tabela 6).

Tabela 6 – Efeito de espécie, dieta e tempo sobre as concentrações sanguíneas de ácidos graxos de cadeia curta.

Variável	Espécie		Dieta		Tempo (Horas)			EPM	P-valor						
	Asinino	Equino	AA	FO	0	1	3		E	D	T	E*D	E*T	D*T	E*D*T
AGCC Total (mmol/L)	2,12	2,26	2,22	2,16	2,23	2,24	2,10	0,032	0,5180	0,3668	0,1126	0,8211	0,6696	0,1716	0,1301
Acético (mmol/L)	1,52	1,55	1,54	1,53	1,54[a]	1,63[a]	1,43[b]	0,027	0,6621	0,8943	0,0021	0,8137	0,3547	0,4855	0,1584
Propionico (mmol/L)	0,64	0,65	0,65	0,63	0,63	0,66	0,64	0,005	0,3249	0,1513	0,4040	0,2035	0,3926	0,2837	0,9107
Acet:Prop	2,07	2,11	2,04	2,14	2,16	2,08	2,03	0,045	0,6738	0,3480	0,4450	0,3203	0,3275	0,1027	0,5291

AA = Alto Amido e Alto Açúcar; FO = Alta Fibra e Alto Óleo; EPM = Erro Padrão da Média; E = Espécie; D = Dieta; E x D = Interação espécie e dieta; E x T = Interação espécie e tempo; D x T = Interação dieta e tempo; E x D x T = Interação espécie, dieta e tempo.

Fonte: Própria Autoria

As concentrações sanguíneas de ácidos graxos de cadeia curta foram semelhantes entre as espécies nesta pesquisa, resultados não esperados, uma vez que os asininos apresentaram maiores concentrações fecais de ácidos graxos de cadeia curta. A literatura disponível não foi suficiente para elucidar tal resultado. Sugere-se que o asinino possa apresentar maior utilização de acetato pelos tecidos do que o equino, antes que atinja o sistema porta-hepático e passe a compor a concentração sanguínea (PETHICK et al., 1993), o que pode ter contribuído para a obtenção de menores concentrações sanguíneas deste ácido graxo de cadeia curta (Tabela 6).

Ao analisar o efeito da dieta sobre a concentração sanguínea de ácidos graxos de cadeia curta esperava-se que a dieta alta fibra e alto óleo resultasse em maiores concentrações sanguíneas de acetato, devido ao substrato oferecido (fonte de fibras). A predominância de volumoso na dieta pode ter contribuído para a obtenção destes resultados, em comparação com à dieta alto amido e alto açúcar, devido ao substrato oferecido, situação que não foi observada e pode ter sido influenciada pela relação volumoso:concentrado da dieta.

Brito (2016) oferecendo somente volumoso, observou valores inferiores aos obtidos nesta pesquisa para todos os ácidos graxos de cadeia curta, AGCC totais e na relação acetato: propionato, o que sugere que a inclusão de concentrado favoreceu a produção de ácidos graxos de cadeia curta e com isso o metabolismo energético dos equídeos.

Ao comparar-se a concentração de ácidos graxos de cadeia curta nas fezes e no sangue observou-se que a relação acetato:propionato diminuiu (Tabela 6), o que pode ser atribuído a utilização do acetato pelos tecidos,

principalmente o músculo, pois de acordo com Pethick et al. (1993) o acetato fornece cerca de 30% de energia necessária para atividade muscular.

As maiores concentrações de acetato foram obtidas no tempo de 1,25 horas de coleta, conforme apresentado na tabela 6, o aumento nas concentrações de ácidos graxos de cadeia curta seria esperado em tempos superiores aos observados nesta pesquisa, devido ao tempo de trânsito no trato digestório informado por Frape (2008). A maior concentração de acetato sanguíneo obtido na presente pesquisa está acima dos valores obtidos por Brito (2016), no qual obtiveram concentração superior três horas após a alimentação (0,98mmol/L para asininos e 1,25mmol/L para os equinos), já as concentrações de propionato são similares e a relação de acetato propionato foi maior no presente estudo.

Visto que poucos trabalhos relacionam as curvas glicêmicas e insulinêmicas com a concentração de ácidos graxos de cadeia curta no sangue (CORREA et al., 2016; MENEZES et al, 2014) pois os ácidos graxos de cadeia curta estão relacionados com a glicose, já que o acetato e o butirato podem fornecer carbonos para a síntese de lipídios, enquanto o propionato é substrato gliconeogênico e contribui para o metabolismo da glicose (Frape, 2008).

Foi observado efeito de espécie ($p<0,05$) para a concentração de glicose, mostrando-se superior para os equinos. Observou-se efeito de dieta ($p<0,05$) sobre as concentrações plasmáticas de glicose e insulina, demonstrando que tais concentrações foram superiores para a dieta à base de alto amido e alto açúcar. Foi observado efeito de tempo ($p<0,05$) sobre as concentrações de glicose e insulina plasmática, a glicose apresentou maior concentração duas

horas após a alimentação e a insulina apresentou maiores concentrações uma e duas horas após a alimentação (Tabela 7).

Houve efeito de interação de espécie e tempo ($p<0,05$) sobre a concentração de glicose plasmática (Tabela 7), resultando em efeito quadrático para ambas espécies, como apresentado na figura 2. Houve efeito de interação de dieta e tempo ($p<0,05$) sobre as concentrações plasmáticas de glicose e insulina (Tabela 7), o que acarretou em efeito quadrático em ambas dietas apresentados nas figuras 3 e 4.

Tabela 7 - Efeitos da espécie, dietas com diferentes fontes energéticas e do tempo sobre as concentrações sanguíneas da glicose e insulina.

Concentrações sanguíneas	Espécie		Dieta		Tempo (Horas)				EPM	P-valor						
	Asinino	Equino	AA	FO	0	1	2	3		E	D	T	E*D	E*T	D*T	E*D*T
Glicose (mg/dL)	74,33	89,40	84,45	79,28	76,65[c]	82,72[b]	86,31[a]	81,76[b]	0,988	<,0001	0,0038	<,0001	0,1829	0,0395	0,0191	0,4007
Insulina (µUI/L)	11,96	9,92	12,40	9,48	7,34[c]	13,43[a]	12,85[a]	10,14[b]	0,490	0,2451	0,0003	<,0001	0,4285	0,0601	0,0175	0,0510

AA = Alto Amido e Alto Açúcar; FO = Alta Fibra e Alto Óleo; EPM = Erro Padrão da Média; E = Espécie; D = Dieta; E*D = Interação espécie e dieta; E*T = Interação espécie e tempo; D*T = Interação dieta e tempo; E*D*T = Interação espécie, dieta e tempo.
Fonte: Própria Autoria

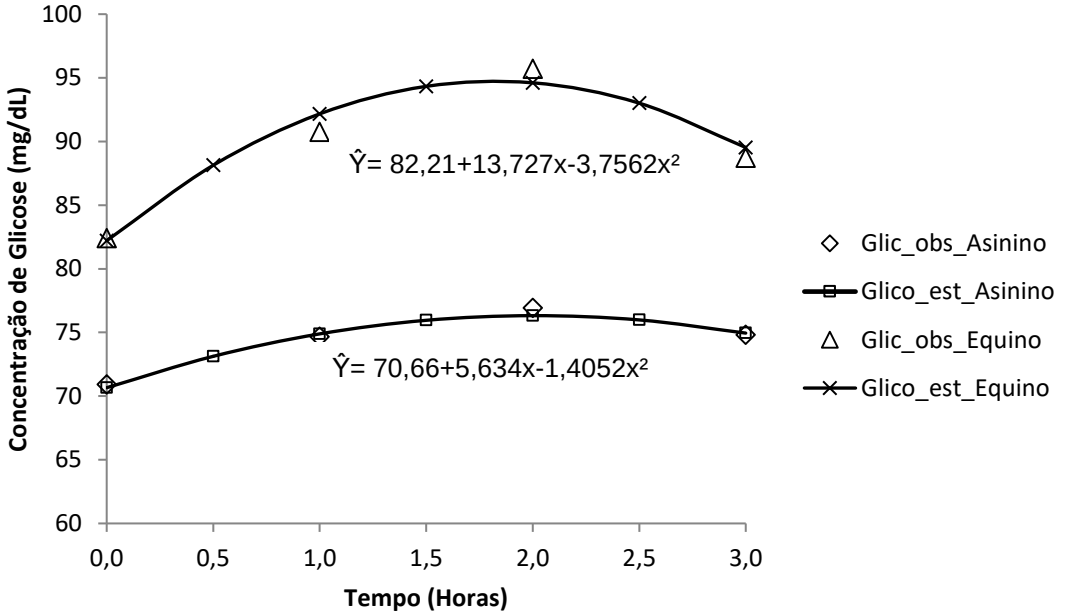
O presente estudo buscou curvas glicêmicas e insulinêmicas mais próximas as basais, visto que as dietas atualmente utilizadas para a alimentação de equinos, aportam grande quantidade de amido e com isso as curvas glicêmicas e insulinêmicas dos equinos são modificadas, o que pode levá-los à casos de obesidade e resistência à insulina (HOFFMAN et al. 2003). Alguns fatores inseridos na presente pesquisa podem ser responsáveis pelas alterações nas concentrações sanguíneas de glicose e insulina, tais como: relação volumoso:concentrado (GIUNCO et al., 2016) e a quantidade de carboidratos rapidamente fermentáveis na dieta (VERVUERT et al., 2009).

O efeito de espécie (Tabela 7) observado na presente pesquisa para a concentração de glicose plasmática mostrou-se inferior para os asininos e pode ser justificado pelo fato dos asininos terem sidos alimentados somente com volumoso anteriormente ao inicio do presente estudo, corroborando com Ford e Evans (1982) que afirmaram que quando os animais recebem uma estimulação aguda com glicose, a secreção de insulina é menos intensa que em animais adaptados à alimentação com concentrados.

A interação observada entre espécie e tempo (Figura 2) para a glicose plasmática apresenta o mesmo comportamento das concentrações plasmáticas de glicose em ambas as espécies na qual os equinos apresentaram concentração superior em relação aos asininos, sendo que as concentrações máximas foram encontradas nos tempos de 1,82 horas para os equinos e 2 horas para os asininos, no qual a curva glicêmica obtida para os asininos aproxima-se da concentração basal, fato que pode ser atribuído a manutenção da glicemia dos asininos principalmente por gliconeogênese, situação observada em animais mantidos a

pasto e que remete a rusticidade e maior adaptação a utilização de forrageiras por esta espécie, conforme descrito previamente pelo NRC (2007).

Figura 2 – Efeito quadrático da interação espécie e tempo na concentração sanguínea da glicose.



O efeito de dieta (Tabela 7) obtido no presente estudo para as concentrações de glicose e insulina plasmática era esperado, visto que o tratamento alto amido e alto açúcar continha maior quantidade de amido, sugerindo que este aporte superior tenha ocasionado o aumento observado para ambas variáveis sanguíneas. Corroborando com o observado nesta pesquisa, Cunha (1991) relata que dietas com maior aporte de carboidratos de rápida fermentação tendem a apresentar maior digestão de carboidratos não estruturais no intestino delgado e um maior aporte de glicose sanguínea em relação às dietas ricas em fibra com maiores quantidades de carboidratos estruturais.

O efeito de interação observada da dieta e do tempo (Figura 3), para a concentração plasmática de glicose em ambas as dietas foram semelhantes com

relação ao tempo de máxima concentração, mostrando-se nos tempos de 1,87 horas (Alto amido e alto açúcar) e 1,86 horas (Alta fibra e alto óleo), porém observou-se que a resposta glicêmica na dieta à base de alta fibra e alto óleo foi inferior ao tratamento alto amido e alto açúcar, corroborando com Kronfeld et al. (2004) que citam que dietas com maior aporte de fibra apresentam inferiores concentrações plasmáticas de glicose e promovem um metabolismo normal da glicose e funcionamento intestinal.

O efeito de interação observada da dieta e do tempo (Tabela 7) para a concentração plasmática de insulina em ambas as dietas, foram encontradas nos tempos de 1,70 horas (Alto amido e alto açúcar) e 1,64 horas (Alta fibra e alto óleo) (Gráfico 4), porém observou-se que a resposta insulinêmica na dieta à base de alta fibra e alto óleo foi inferior à dieta alto amido e alto açúcar, resposta esperada que corrobora com Jones (2003), que reportaram que animais que consomem maior quantidade de fibra apresentam menores concentrações de insulina.

A ingestão de alimentos de menor índice glicêmico da dieta à base de alta fibra e alto óleo, pode ter levado à menor liberação de insulina plasmática pós-prandial como observado na tabela 7, favorecendo a oxidação de gordura em detrimento do carboidrato, resultando em maior disponibilidade de ácidos graxos de cadeia curta (Cocate et al, 2008), situação observada na presente pesquisa.

Figura 3 - Efeito quadrático das interações de dietas à base de alto amido alto açúcar e alta fibra alto óleo sobre o tempo para as concentrações de glicose.

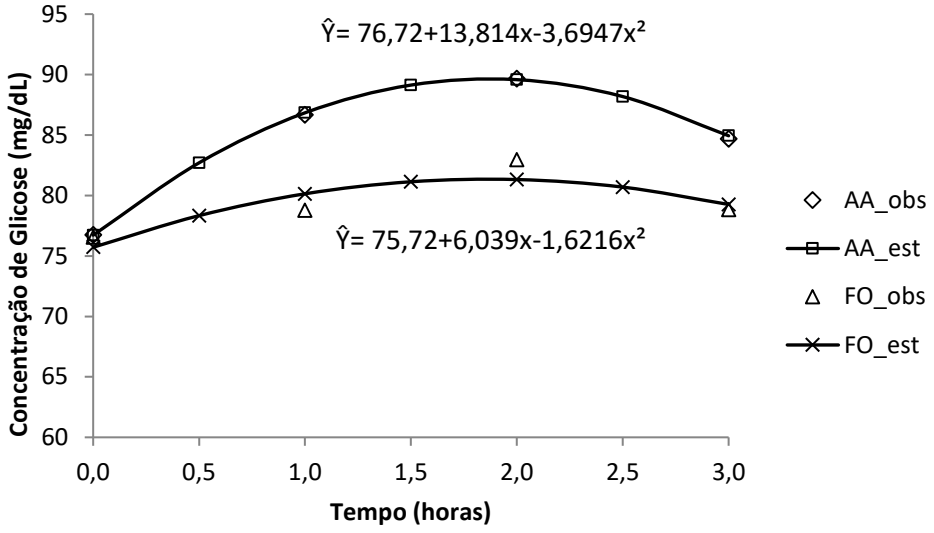
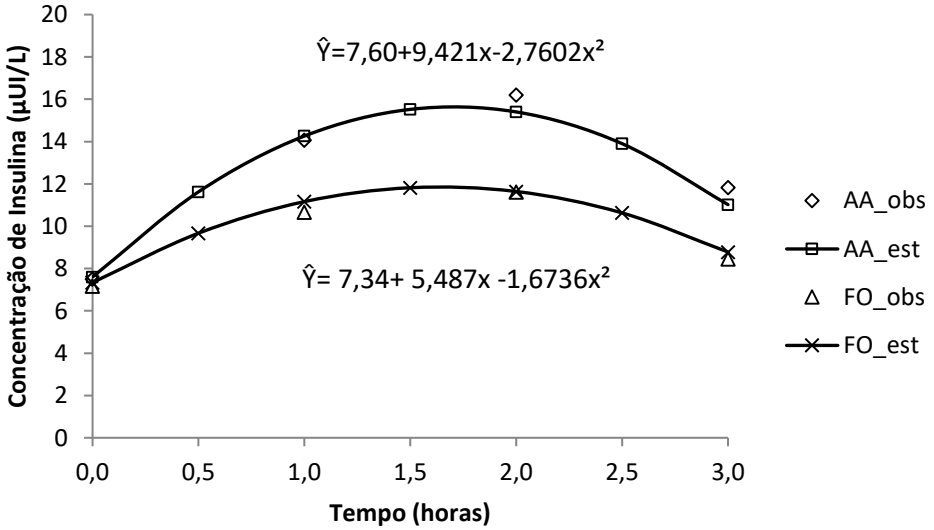


Figura 4 – Efeito quadrático das interações de dietas à base de alto amido alto açúcar e alta fibra alto óleo sobre o tempo para as concentrações de insulina.



Os valores obtidos na presente pesquisa para as concentrações de glicose e insulina estão abaixo dos obtidos por Hoffman et al. (2003) que ofertaram dietas à base de alto amido e açúcar e alta fibra e alto óleo, porém a relação de volumoso e concentrado utilizado pelos autores citados foi de 50:50, aportando assim maior

quantidade de concentrado na dieta, o que pode ter acarretado no aumento da glicemia e insulinemia em relação ao presente estudo.

Staniar et al. (2007) e Vervuert et al. (2009) utilizaram concentrados à base de alto amido na dieta de equinos e observaram valores superiores aos observados nesta pesquisa para glicose e insulina, sugerindo que dietas com adição de fibra, promovem menores concentrações de glicose e insulina e consequentemente são obtidos picos elevados, o que corrobora com as concentrações obtidas para as dietas utilizadas na presente pesquisa. Sartorelli e Cardoso (2006) sugerem que as dietas ricas em fibras possuem baixo índice glicêmico, podendo reduzir o consumo calórico nas refeições posteriores devido a quantidade de glicose absorvida pelo organismo.

A predominância de fibras (70% de volumoso) observada no presente estudo pode ter colaborado para o retardo no esvaziamento gástrico (Capito e Filisetti, 1999), sugerindo a manutenção dos baixos valores de glicose e insulina, no qual foi observado para ambos os tratamentos, pois grande parte da absorção de glicose ocorre no intestino delgado. Os fatores que diminuem o tempo de retenção da dieta neste segmento podem afetar a absorção da glicose, como o tipo e quantidade de forragem da dieta, por afetar a taxa de passagem da dieta neste compartimento (Kienzle et al.,1994).

Os resultados deste experimento, no que se refere ao momento de pico de glicose sanguínea após a ingestão da dieta foram semelhantes aos obtidos por Stull e Rodiek (1988) que concluíram que a ingestão de carboidratos solúveis proporcionam aumento na concentração glicêmica, com pico de absorção em torno de 2 horas após a alimentação e de acordo com Roberts e Hill (1973) a redução na

glicemia observada após o pico está associada com a maior retirada de glicose pelos tecidos e com a redução da absorção de glicose intestinal.

As concentrações sanguíneas de glicose e insulina observadas no presente estudo estão de acordo com as informações obtidas por Lacerda Neto et al. (1998) que os eqüinos que receberam concentrado apresentaram maiores valores plasmáticos de glicose e insulina que aqueles que foram mantidos em regime de pastagem e, um período de jejum de 48 horas induziu concentrações mais elevadas de glicose e insulina que o jejum de 24 horas.

Os resultados obtidos no presente estudo para as concentrações de insulina estão de acordo com Frape (2008), o pico de insulina sanguínea é logo depois do pico de glicose e as concentrações podem atingir quatro a oito vezes os valores de jejum, 1 à 2h após uma alimentação com alta quantidade de amido.

Os valores encontrados neste trabalho (Tabela 7) estão de acordo com Witham e Stull (1988) que observaram que os níveis plasmáticos de glicose e insulina são superiores para equinos que são alimentados com dieta composta com concentrado, quando comparado com os que se alimentaram apenas com volumoso. Vale ressaltar que não existem dados publicados no que tange dietas à base de alto amido e alto açúcar e alta fibra e alto óleo para asininos.

Hoffman et al. (2003) trabalhando com dietas alto amido e alto açúcar e alta fibra e alto óleo para éguas em gestação não observaram efeito da dieta sobre as concentrações de glicose e insulina, diferente do observado no presente estudo, o que pode ser atribuída a fase de vida dos animais e a relação volumoso concentrado empregada.

Reiterando o observado nesta pesquisa, Staniar et al. (2007) e Vervuert et al. (2009) utilizando concentrados à base de alto amido na dieta de equinos,

observaram concentrações sanguíneas de glicose e insulina superiores as observados nesta pesquisa para as dietas alta fibra e alto óleo.

A utilização da dieta alta fibra e alto óleo no presente estudo corrobora com que cita Braga (2008) que a utilização de dietas que permitem a manutenção das curvas glicêmicas e insulinêmicas mais próximas aos valores basais vem sendo buscadas para evitar o desenvolvimento de sensibilidade a insulina, além de manter a dieta dos equinos mais segura, retirando-se o amido (VERVUERT et al., 2004) e introduzindo-se as fibras de fácil fermentação (DUREN, 2000).

A utilização de mais de uma espécie neste trabalho pode ter influenciado nos dados e dificuldade a comparação com dados de literatura, pois pouco se sabe sobre a curva glicêmica e insulinêmica de asininos.

6. CONCLUSÃO

Dietas composta por predominância de alimento volumoso acrescido de concentrado a base de amido e açúcar e fibra e óleo são igualmente aproveitadas pelos equídeos com destaque para a dieta fibra e óleo no aproveitamento de lipídios, sem causar efeito deletério sobre as características físico-químicas, o pH e a capacidade tamponante das fezes. Asininos são mais eficientes no tamponamento de ácidos intestinais.

Os níveis glicêmicos e insulinêmicos de asininos são inferiores em relação aos equinos. Dietas com açúcar e amido apresentam maiores níveis glicêmicos e insulinêmicos para ambas as espécies.

Dietas a base de fibra e óleo se mostraram promissoras para ambas as espécies, em especial para os asininos.

7. REFERÊNCIAS

ABCJPEGA, 2016. Associação Brasileira de Criadores de Jumentos Pêga. Disponível em: < http://www.jumentopegabrasil.com.br> Acesso em: 28/10/2016.

AEPGA, 2016. Associação para o Estudo e Proteção do Gado Asinino. Disponível em: <http://www.aepga.pt/> Acesso em: 25/10/2016.

ANDRIGUETTO, J. M.et al. **Nutrição Animal.** 3.ed. São Paulo: Nobel, 1999.

ARAI, T. et al. Glucose transport and glycolitic enzyme activities in erythrocytes of two-year-old thoroughbreds undergoing training exercise. **Veterinary Research Committe,** v. 18, n. 6, p. 417-422, 1994.

ARAUJO, L. O. D. et al. Digestibilidade aparente em equideos submetidos a dieta composta de concentrado e volumoso, fornecido com diferentes intervalos de tempo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 49, n. 2, p. 225-237. 1997.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. Official methods of analysis. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1025p.1995.

AUGUSTO, L. S. et al. Palatabilidade de Dietas com Diferentes Níveis de Inclusão de Polpa Cítrica para Equinos. **In: XXIII Congresso Brasileiro de Zootecnia**, Foz do Iguaçu. 2013.

BEHALL, K. M. et al. Diets containing barley significantly reduce lipids in midly hypercholesterolemic men and women. **Journal of the American College of the Nutrition**. n. 80, p. 1185-1193, 2004.

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**, v.83,n.7,p.1549-1553, 2005.

BRAGA, A. B. et al. Níveis de fibra em detergente neutro em dietas para equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. n. 37, v. 11, p. 1965-1972, 2008.

BRANDI, R.A. **Efeito de dietas com a adição de níveis crescentes de óleo de soja sobre a atividade enzimática e a digestibilidade aparente em eqüinos submetidos a enduro de 80 Km.** 2007. 107f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

BRANDI, R. A. et al. Efeito de dietas com adição de óleo e do treinamento sobre a atividade muscular de equinos submetidos à prova de resistência. **Acta Science Animal Science**. v. 30, n. 3, p. 307-315. 2008.

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

BRANDI, R. A. et al. Citrus Pulp in Concentrates for Horses. **Food and Nutrition Sciences**. n. 5, p. 1272-1279. 2014.

BRITO, J. C. **Digestibilidade aparente dos nutrientes e características fisico-químicas das fezes de equídeos alimentados com feno de tifton**. 2016. 38f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, 2016.

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**. n. 66, p. 490–506. 2002.

BURDEN, F. Practical feeding and condition scoring for donkeys and mules. **Equine Veterinary Education**, v. 24, n. 11, p. 589-596, 2011.

CAPITO, S. M. P.; FILISETI, T. M. C. C. Inulina: Um ingrediente alimentar promissor. **Revista da Sociedade Brasileira e Nutrição**. São Paulo, n. 18, p. 1-11, 1999.

CHINDA, D. et al. The fermentation of different dietery fibers is associated with fecal clostridia levels in men. **Journal of Nutrition**. v. 134, p. 1881 – 1886, 2004.

COCATE, P.G.; ALFENAS, R.C.G.; PEREIRA, L.G. Índice glicêmico: resposta metabólica e fisiológica antes, durante e após o exercício físico. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**. n. 7, v.2, p. 109-117, 2008.

COPPINI, L.Z. et al. Fibra Alimentar. **Congresso Brasileiro de Nutrição e Câncer**. São Paulo – 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**. n. 186, p.41–45. 2016.

COVERDALE, J. A. et al. Soybean hulls as an alternative feed for horses. **Journal of Animal Science.** n.82, p.1663-1668. 2004.

CUMMINGS, J.H. et al. Prebiotic digestion and fermentation. **American Journal of Clinical Nutrition**. n. 73, p. 415 – 420, 2001.

CUNHA, T. J. **Horse feeding and nutrition**.2ed, Academic Press , 445p. 1991.

CUNNINGHAM, J. G. Tratado de fisiologia veterinária / 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 580 p. 2008.

DAVIDSON, K. E. et al. Growth, nutrient utilization, radiographic bone characteristics and posprandial thyroidal hormone concentrations in weanling horses fed added dietary fat. **Equine Veterinary Science**, v. 11, n. 2, p. 119-125, 1991.

DEL PRATO, S.; MARCHETTI, P.; BONADONNA, R.C.. Phasic insulin release and metabolic regulation in type 2 diabetes. **Diabetes.**, v.51, s.1, p.109-116. 2002.

DELOBEL, A. et al. Linseed oil supplementation in diet for horses: Effects on palatability and digestibility. **Livestock Science**. n. 116, p. 15–21. 2008.

DOMINGUES, J.L. Uso de volumosos conservados na alimentação de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.259-269, 2009.

DUGAT, S. L.; TAYLOR, T. S.; MATHEWS, N.; GOLD, J. R. Values for triglycerides, insulin, cortisol and ACTH in a herd of normal donkeys. **Journal of Equine Veterinary Science.** n. 30, v. 3, p.141-144, 2011.

DUREN S. Feeding the endurance horse. **Kentucky Equine Research**.351-363, 2000.

FRAPE, D. **Nutrição & alimentação de equinos**. 3.ed. São Paulo: Roca, 2008. 602 p.

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**.n. 157,v. 1, p. 3-10. 2006.

FAGUNDES, M. H. R. **Efeito do sistema de fornecimento de alimentos e processamento do concentrado sobre a digestibilidade da dieta e resposta glicêmica plasmática em equinos**. 2005. 92p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

FIGUEIREDO, D. M.; ARAÚJO, K. V.; LIMA, J.A. Valores de digestibilidade de alimentos volumosos para equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.766-772. 1999.

FILGUEIRAS, J. M. et al. Característica das fezes e excreção fecal de areia em equinos mantidos a pasto no município de cachoeiro do itapemirim, espírito santo, brasil.**Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 4, p. 1200-1206. 2009.

FOMBELLE, A.; JULLIAND, V.; DROGOUL, C. Feeding and microbial disorders in horses: 1 – effects of an abrupt incorporation of two levels of barley in a hay diet on microbial profile and activities.**Journal of EquineVeterinary Science**, v.21, n.9, p.439- 445, 2001.

FORD, E. J. H.; EVANS, J. Glucose utilization in the horse. **British Journal Nutrition**. n. 48, p. 111-117. 1982.

FRANÇOSO, R. Óleos essenciais na alimentação de equinos. 2012. 82p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

GARCIA, H. A. C. **Parâmetros plasmáticos e digestibilidade aparente em equinos recebendo concentrado com óleo de arroz**. 2011. 65p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual De Maringá, Maringá, 2011.

GIRARDI, A.M. et al. Biochemical profile of the Pêga donkey (Equus asinus) breed: influence of age and sex. **Comparative Clinical Pathology**, v. 23, p. 941–947, 2013.

GIUNCO, C. Defatted maize germ in equine diets. **Bioscience Journal.** v. 32, n. 5, p. 1305-1313. 2016.

GODOI, F. N. et al. Perfil hematólogico e características das fezes de equinos consumindo dietas hiperlipidêmicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.9, p.2571-2577, 2009.

GONÇALVES, L. C. et al. Digestibilidade aparente em equideos submetidos a três condutas de arraçoamento. I. Materia seca, proteína bruta e energia bruta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 50, n. 4, p. 421-427. 1998.

GUEZENNEC, C. Oxidation rates, complex carbohydrates and exercise.**Sports Medicine**, v. 19, n. 6, p. 365-372, 1995.

GUYTON, A. C. **Tratado de fisiologia medica,** 10. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2002.

HEALY, H. P.; SICILIANO, P. D.; LAWRENCE, L. M. Effect of concentrate form on blood and gastric fluid variables in ponies. **Equine Nutrition and Physiology Society**, v. 15, n. 10, p. 423-428, 1995.

HINTZ, H.F. et al. Apparent digestion in various segments of the digestive tract of ponies fed diets with varying roughage – grain rations. **Journal of Animal Science,** v.32, n.2, p.245-248, 1971.

HOFFMAN, R. M. et al. Hydrolyzable carbohydrates in pasture, hay, and horse feeds: Direct assay and seasonal variation. **Journal of Animal Science**, n. 79, v.2, p.500–506. 2001.

HOFFMAN, R. M. Carbohydrate metabolism and metabolic disorders in horses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.38, n.spe, p.270-276, 2009.

HOFFMAN, R. M. et al. Glucose clearance in grazing mares isaffectedby diet, pregnancy, andlactation. Journalof animal science, v. 81, n. 7, p. 1764-1771, 2003.

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**. n. 82, p. 1986–1996. 2004.

JENKINS, D. J. A. et al. Low glycemic index in hyperlipidemia: use of traditional starchy foods.**American Journal of Clinical Nutrition**, v.46, p. 66-71, 1987.

JENSEN, R.B. et al. The effect of feeding barley or hay alone or in combinationwith molassed sugar beet pulp on the metabolic responses inplasma and caecum of horses. **Animal Feed Science and Technology**. n. 214, p. 53–65, 2016.

JOHNSON, P.J. The equine metabolic syndrome peripheral Cushing`s syndrome. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice***,* v**.**18, p.271- 293, 2002.

JONES, P. J. H. e KUBOW, S. Lipídios, Esteróis e Seus Metabólitos. In: Shils, M.E., Olson, J.A., Shike, M., Ross, A.C., **Tratado de Nutrição Moderna na Saúde e na Doença.** 9ª ed. São Paulo: Manole;. 2003.

JULEN, T.R. et al., Adaptation to a fat- supplemented diet by cutting horses. **Journal of Equine Veterinary Scince**., v.15, p.436-440, 1995.

JULLIAND, V.; FOMBELLE, A.; DROGOUL, C.; JACOTOT, E. Feeding and microbial disorders in horses: Part 3 – Effects of three hay: grain ratios on microbial profile and activities**. Journal of Equine Veterinary** Sc., v.21, n.11, p.534-546. 2001.

KABE, A. M. G. et al. Soybean Hulls in Equine Feed Concentrates: Apparent Nutrient Digestibility, Physicochemical and Microbial Characteristics of Equine Feces. **Journal of Equine Veterinary Science**. n.36, p. 77-82. 2016.

KARLSSON, C. P; LINDBERG, J. E.; RUNDGREN, M. Associative effects on total tract digestibility in horses fed different ratios of grass hay and whole oats. **Livestock Production Science**. v.65, p. 143-153, 2000.

KERCKHOFFS, D. A. J. M. et al. Cholesterol-lowering effect of β-glucan from oat bran in midly hypercholesterolemic subjects may decrease when β- glucan is incorporated into bread and cookies. **Journal of the American College of the Nutrition**. v. 78, n. 2, p. 221-227. 2003.

KIENZLE, E. et al. Activity of amylase in the gastrointestinal tract of the horse. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 72 n. 4-5, p. 234-254, 1994.

KRONFELD, D. et al. Fat digestibility in Equus caballus follows increasing first-order kinetics. **Journal of Animal Science**. n.82, p. 1773–1780. 2004.

LACERDA NETO, J. C. et al. Influence of nutrition on the glucose absorption and tolerance test in horses submitted to different fasting periods. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 50, n. 6, p. 685-690, 1998.

LIMA, R. A. S. Agronegócio: Asininos e muares mostram sua força econômica. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, n. 20,.p 30-34,2008.

LINDBERG, J. E. ; KARLSSON, C. P. Effect of partial replacement of oats with sugar beet pulp and maize oil on nutrient utilization in horses. **Equine veterinary Journal,** n. 33, v. 6, p. 585 – 590. 2001.

MACHADO, J. Pêga em alta. **Revista Horse**, n 24, p 28- 34, 2010.

MANZANO, A.; WANDERLEY, R.C.; ESTEVES, S.N. Óleo de soja e gordura animal na alimentação de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.5, p.788-799, 1995.

MARCENAC, L. N.; AUBLET, H.; D'AUTHEVILLE, P. **Enciclopédia do cavalo.** São Paulo: Organização Andrei, Ed. 2. 1564p. 1990.

MCARDLE, W. D. **Fisiologia do Exercício – Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. 5.ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2001.

McGOWAN, C. The role of insulin in endocrinopathic laminitis.**Journal of Equine Veterinary Science**, v. 28, n. 10, p. 603-607, 2008.

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. n.** 80, p. 2600–9. 2002.

MELO, U. P. et al. Choque circulatório em equino. **Semina: Ciências Agrárias. n.** 31, p. 205-230, 2010.

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**. n. 38, p. 589-597. 2014.

MEYER, H. **Alimentação de cavalos**. 2.ed. São Paulo: Varela, 1995. 303 p.

MIALHE, L.G. **Máquinas motoras na agricultura**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, v.1, 289 p. 1980.

MIRAGLIA, N. et al. The effects of a new fibre-rich concentrate on the digestibility of horse rations. **Livestock Science. n.** 100, p. 10–13. 2006.

MOORE-COLYER, M. J. S. et al. Intra-caecal fermentation parameters in ponies fed botanically diverse fibrebased diets. **Animal Feed Science and Technology. n.** 84, p.183–97. 2000.

MOREIRA, C. G. Palatability and digestibility of horse diets containing increasing levels of citrus pulp. **Revista de Medicina Veterinária e Zootecnia de Córdoba**. n.20, v.2, p.4544-4555. 2015.

MORGADO, E. S. **Digestão dos Carboidratos de alimentos e dietas em equinos.** 2007. 64p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro , Seropédica, 2007.

MORGADO, E.S.; GALZERANO, L. Fibra na nutrição de animais com fermentação no intestino grosso. **Revista electrónica de Veterinaria**, v. 10, n. 7, 2009.

MORI, E. et al. Reference values on serum biochemical parameters of Brazilian donkey (Equus asinus) breed. **Journal of Equine Veterinary Science**. v. 23, n. 8, p. 358-364, 2003.

MUELLER, P. J. et al. Chewing behaviour in the domestic donkey (Equus asinus) fed fibrous forage. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 60, n. 2, p. 241-251, 1998.

NADEAU, J. A.; FRANK, N.; VALIPE, S. R.; ELLIOT, S. B. Blood lipid, glucose, and insulin concentrations in Morgan horses and Thoroughbreds. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 26, n. 9, p. 401-405, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC.**Nutrients requirements of horses**.6th edition. Washington, D.C.: National Academy Press.341p. 2007.

OLIVEIRA, C. A. A.; ALMEIDA, F. Q.; VIEIRA, A. A. Cinética de passagem da digesta, balanço hídrico e de nitrogênio em eqüinos consumindo dietas com diferentes proporções de volumoso e concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**. n. 32, v. 1, p. 140-149, 2003.

OLIVEIRA, K. et al.Parâmetros sanguíneos de cavalos alimentados com concentrados lipídicos. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**. v.14, n.1, p.67-76.2013.

PASTORI, W. T. **Suplementação com óleo de soja para equinos**. 2007. 72p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2007.

PEARSON, R. A. et al. 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**. v. 85, p. 599-606. 2001.

PEARSON, R. A.; MERRITT, J. B. Intake, digestion and gastrointestinal transit time in resting donkeys and ponies and exercised donkeys given *ad-libiturn* hay and straw diets. **Equine Veterinary Journal. v. 23, n. 5, p. 339-343. 1991.**

PEARSON, R. A.; ARCHIBALD, R. F. AND 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. n.** 95, p. 88–98. 2006.

PETHICK, D. W. et al.Nutrient utilization by the hindlimb of Thoroughbred horses at rest. **Equine Veterinary Journal,** n. 25, p. 41-44, 1993.

PI-SUNYER, F. X. Glycemic index and disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, n. 76, v. 1, p. 290-298, 2002.

RALSTON, S. L. Insulin and glucose regulation. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 18, n. 2, p. 295-304, 2002.

RALSTON, S. L.; BAILE, C. A. Plasma glucose and insulin concentrations and feeding behavior in ponies.**Journal of Animal Science**, p. 1132, 1982.

RESENDE JUNIOR, T. et al. Efeito do nível de óleo de milho adicionado à dieta de equinos sobre a digestibilidade dos nutrientes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.56, n.1, p.69-73. 2004.

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**. n. 84, p. 402–407. 2006.

ROBERTS, M. C.; HILL F. W. G. The oral glucose tolerance test in the horse. **Equine Veterinary Journal**, v. 5, n. 1, p. 171-173, 1973.

SANTOS, T.M. et al. Capacidade tamponante, pH e consistência das fezes em equinos submetidos à sobrecarga dietética com amido. **Ciência Rural,** v.39, n.6, p.1782-1788, 2009.

SARTORELLI, D. S.; CARDOSO, M.A. Associação entre carboidratos da dieta habitual e diabetes mellitus tipo 2: evidências epidemiológicas. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia,** v.50, n.3, p.415-426, 2006.

SAS Institute.. Inc.SAS/STAT User´s guide.12th Edition. SAS Inst. Inc., Cary, NC. 2004.

SILVA, D. P. et al . Digestibilidade aparente de dietas com diferentes fontes energéticas para potros. **In: XXII Congresso Brasileiro de Zootecnia**, Cuiabá. 2012.

STANIAR, W. B, et al.. Glucose and insulin responses to different dietary energy sources in thoroughbred brood mares grazing cool season pasture. **Livestock Science**. 111: 164-171, 2007.

STANIAR, W.B. et al. Inter–animal variation in glycemic and insulinemic response to different carbohydrate sources. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 29, n. 5, p. 377-379, 2009.

STULL, C. L.; RODIEK, A. V. Responses of blood glucose, insulin and cortisol concentrations to common equine diets, **American Institute of Nutrition**, p. 206-213, 1988.

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

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

TAVARES, A. F. et al. Capacidade tamponante e pH de fezes de eqüídeos submetidos à dietas com diferentes fontes energéticas. **In: XXIII Congresso Brasileiro de Zootecnia**, Foz do Iguaçu. 2013.

TEIXEIRA NETO F. **Nutrição Clinica**. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan. 2003.

TISSERAND, J.L. Non-ruminant herbivores; Part III.Horses and Rabbits. **Livestock Production Science**. v.19, p.279-288, 1988.

TISSERAND, J. L. et al. A comparison between the digestibility of hay by donkeys and ponies. **Reproduction nutrition development**. n. 2, p. 1990.

TITGEMEYER, E.C. et al. Fermentability of various fiber sources by human fecal bacteria in vitro. **Animal Journal Clinical Nutrition**, v. 53 p. 1418 – 1424, 1991.

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

VAN SOEST, P.J. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd Edition. Ithaca, NewYork:Cornell University Press, 476p. 1994.

VERVUERT I, COENEN M, BOTHE C. Effects of corn processing on the glycaemic and insulinaemic responses in horses.**Journal of Animal Physiology**. 88:348-355, 2004.

VERVUERT, I.; KLEIN, S.; COENEN, M. Effect of mixing dietary fibre (purified lignocellulose or purified pectin) and a corn meal on glucose and insulin responses in healthy horses. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 93, n. 3, p. 331-338, 2009.

VIEIRA, A. et al. Regulação do peso corporal.. Disponível em:<http://www.ccb.ufsc.br/ ~cristina/sm_2005_1_med7002.htm>. Acesso em: 10 de outubro de 2016.

WEYENBERG, S.V.; SALES, J.; JANSSENS, G.P.J. Passage rate of digesta throughtheequine gastrointestinal tract: a review. **Livestock science,** v. 99, p. 3-13, 2006.

WILLIAMS, C. A. et al. Plasma glucose and insulin responses of Thoroughbred mares fed a meal high in starch and sugar or fat and fiber. **Journal of Animal Science**. n. 79, p. 2196-2201. 2001.

WITHAN, C. L.; STULL, C. L. Metabolic responses of chronically starved horses to reffeding with three isoenergetic diets.**Journal of Animal Veterinary Medicine Association**. n. 212, v. 5, p. 691-696, 1998.

WITTWER, F. Marcadores bioquímicos no controle de problemas metabólicos nutricionais em gado de leite. In: González, F. H. D., Barcellos, J. O.,Ospina, H., Ribeiro, L. A. O. (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000.

WOLEVER, T.M.S.; MEHLING, C. High-carbohydrate–lowglycemic index dietary advice improves glucose disposition index in subjects with impaired glucose tolerance. **British Journal of Nutrition**, v.87, p.477-487, 2002.

WOOD, S. J, et al. 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 fecal water (dry matter, pH value, organic acids, ammonia, buffering capacity of horses). **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.88, p.7-19, 2004.