UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos

CAMILLA GARCIA MOREIRA

Palatabilidade e digestibilidade aparente dedietas com níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica para equinos

Pirassununga
2014

CAMILLA GARCIA MOREIRA

Palatabilidade e digestibilidade aparente dedietas com níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica para equinos

Dissertação apresentada á Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Zootecnia

Área de concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientadora: Profª Dra. Roberta Ariboni Brandi

Versão Corrigida

Pirassununga, 2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
da Universidade de São Paulo

Moreira, Camila Garcia
M838p Palatabilidade e digestibilidade aparente de dietas com níveis crescente de inclusão de polpa cítrica para equinos / Camila Garcia Moreira.-- Pirassununga, 2014.
66 f.
Dissertação (Mestrado)-- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo.
Departamento de Zootecnia.
Área de Concentração:Qualidade e Produtividade Animal.
Orientadora: Profa. Dra. Roberta Ariboni Brandi.

1. Cavalos 2. Pectina 3. pH fecal 4. Super fibra. I.Título.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a minha família e amigos, que sempre me deram força durante os momentos mais difíceis.

A minha gata Penny, que sempre me fez sentir melhor quando as coisas não estavam tão bem.

A minha orientadora Roberta Ariboni Brandi, por ser mais que orientadora e sempre estar presente nas horas difíceis.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, pois aqui cresci e aprendi muito desde o meu ingresso na graduação.

Ao Grupo de Pesquisa e Extensão em Equídeos e Animais de Companhia, sem vocês o presente trabalho não teria condições de ser realizado.

À minha família, em especial meus tios Nice e Toninho, e ao meu pai.

Aos meus amigos UandersonPateis, Joana Angélica, Paula Parra, Fabiana Leonelli,Karoline Iaderoza e Iaçanã Ferreira, por toda força, amizade e alegria que vocês me proporcionaram desde o momento que nos conhecemos.

Aos funcionários do setor de Equideocultura da FZEA, Valdir, Roberlei e Cuel por todo apoio e ensinamentos durante a execução de nossos experimentos.

Aos professores Ives Cláudio da Silva Bueno e Júlio Cesar de Carvalho Balieiro pela parceria e auxílio na execução do presente estudo.

À professora Roberta Ariboni Brandi por toda paciência, ensinamentos, incentivo, amizade, dedicação e por todo apoio. Obrigada por tudo!!

À minha eterna amada gata Penny, por ser minha companheira e tornar os momentos difíceis mais amenos. Descanse em paz...Te amo e sempre te amarei!!!

"Em seu olhar firme o cavalo resplandece uma eloquência silenciosa
que fala de amor, lealdade, força e coragem.
É a janela que nos revela o quanto é disposto o seu espírito,
o quanto é generoso o seu coração."

Autor desconhecido

MOREIRA, C. G.**Palatabilidade e digestibilidade aparente dedietas com níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica para equinos.** 2013. 66f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

RESUMO:O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica na dieta de equinos, através da avaliação da palatabilidade, digestibilidade aparente ecaracterísticasfísico-químicas das fezes. As dietas foram compostas por 60% da energia proveniente do volumoso (feno de Coast Cross) e 40% do concentrado, com níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica (0, 7, 14, 21 e 28%). Para a realização do experimento, foram realizados dois testes. O primeiro ensaio consistiu na determinação da palatabilidade dos concentrados, através do teste de preferência. Para isso foram utilizados 15 equinos, por um período de 10 dias, totalizando 150 observações, em delineamento inteiramente casualizado. As variáveis observadas foram primeira ação, primeira escolha e razão de ingestão. Para a realização do ensaio de digestibilidade e características físico-químicas das fezes, foram utilizados cinco equinos, em delineamento quadrado latino 5x5. Avaliou-se a digestibilidade aparente dos nutrientes e as características de cor, consistência, pH, concentração e relação entre ácidos graxos de cadeia curta e capacidade tamponante a pH 5 e a pH 6, das fezes. Observou-se efeitoda inclusão da polpa cítrica (P<0,001) sobre a primeira ação, sendo que 66,91% dos animais cheiraram os concentrados, enquanto 33,09% comeram, e também para a primeira escolha (P<0,001),onde os tratamentos 0, 7 e 14% apresentaram maior preferência. Para a razão de ingestão,também houve diferença (P<0,001) entre os tratamentos, sendo que o concentrado controle o mais consumido. Não foi observado efeito (P>0,05) dos níveis de inclusão de polpa cítrica sobre a

digestibilidade aparente dos nutrientes. Para as características das fezes não houve efeito de tratamento (P>0,05) na consistência e cor. A coloração se manteve esverdeada, e a consistência foi classificada como normal (escore 3).Não houve efeito de tratamento (P>0,05) para o pH, concentração e relação entre ácidos graxos de cadeia curta e capacidade tamponante das fezes. O valor médio observado de pH foi de 6,62, e a capacidade tamponante a pH 5 e pH 6 foi de 16,53 e 5,13 mmol/L, respectivamente. Os cavalos têm a capacidade de identificar a presença da polpa cítrica nos concentrados, e preferem concentrados sem a inclusão. A adição de polpa cítrica em até 28% não afeta negativamente a digestibilidade dos concentrados e as características físico-químicas das fezes, sendo uma alternativa de ingrediente na formulação de dietas para equinos.

Palavras-chave: cavalos, pectina, pH fecal, preferência, super fibra.

MOREIRA, C. G.**Palatability and apparent digestibility of diets with increasing levels of citrus pulp for horses.** 2013.66f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

ABSTRACT: The purpose of this study was to evaluate the citrus pulp inclusion in horses diet, through evaluation of palatability, apparent digestibility andfeces physicochemical characteristics. The diets were composed of 60% of the energy from roughage (*Coast Cross* hay) and 40% from concentrate with increasing levels of citrus pulp (0, 7, 14, 21 and 28%).To perform the experiment, there were two distinct tests. The first experiment consisted in determining the concentrates palatability. Fifteen horses were used, for a 10-day period, totaling 150 observations, in a randomized design. The variables were first action, first choice and intake rate. For the digestibility test and feces physicochemical characteristics, five horses were used in 5x5 Latin square design. Were evaluated the nutrients digestibility and the feces characteristics of color, consistency, pH, concentration and relation between short-chainfatty acids, andbuffering capacityat pH 5 and pH 6. There was an effect of the citrus pulp inclusion (P<0.001) on the first action, 66.91% of the animals smelled the concentrates, while 33.09% ate. For the first choicethere was also significant difference (P<0.001) and 0, 7 and 14% treatments had a higher preference. For the intake rate there were differences (P<0.001) between treatments, being the control concentratethe most consumed. There was no effect (P>0.05)of the citrus pulp levels on nutrient digestibility. For feces characteristics there were no treatment effect (P>0.05) in consistency and color. The color remained green, and consistency were classified as normal (score 3). There was no treatment effect (P>0.05) for pH, concentration and relation between short-chainfatty acids, and buffering capacity of the feces, the mean pH value observed was 6.62, and

the buffering capacity at 5 and 6 was 16.53 and 5.13 mmol / L respectively. Horses have the ability to identify the citrus pulp presence in concentrates, but they prefer the concentrates without citrus pulp inclusion. Addition of citrus pulp does not adversely affect the concentrates digestibility or the feces physicochemical characteristics, being an alternative ingredient in the horses diets formulation.

Key-words: horses, pectin, faecal pH, preference, super fiber.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO CIENTÍFICO:

Tabela 1 – Composição percentual dos concentrados experimentais com níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica.....**22**

Tabela 2 – Composição química dos concentrados e das dietas experimentais com níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica.....**25**

Tabela 3 - Primeira escolha e razão de ingestão de concentrados com níveiscrescentesde inclusão de polpa cítrica.....**28**

Tabela 4 - Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), matéria orgânica (CDAMO), proteína bruta (CDAPB), extrato etéreo (CDAEE), fibra em detergente neutro (CDAFDN), fibra em detergente ácido (CDAFDA), celulose (CDACEL), hemicelulose (CDAHEM) e energia bruta (CDAEB) das dietas com níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica.....**29**

Tabela 5 -Capacidade tamponante e pH fecal de equinos alimentados com níveis crescente de inclusão de polpa cítrica.....**30**

Tabela 6 - Concentração e relação entre ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) nas fezes de equinos alimentados com níveis crescentes de polpa cítrica.....**31**

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO DE LITERATURA:

Figura 1 – Esquema do processamento da Polpa Cítrica.....**8**

ARTIGO CIENTÍFICO:

Figura 2– Disposição dos cochos para condução do experimento.....**23**

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGCC – Ácidos graxos de cadeia curta

AOAC – Association of Official Analytical Chemistry

Ca – Cálcio

CDA – Coeficiente de digestibilidade aparente

CEL – Celulose

CHO-H – Carboidratos hidrolisáveis

CHO-LF – Carboidratos lentamente fermentáveis

CHO-RF – Carboidratos rapidamente fermentáveis

Cl - Cloro

CT – Capacidade tamponante

EB – Energia bruta

ED – Energia digestível

EE – Extrato Etéreo

FAO - Food and Agriculture Organization

FB – Fibra bruta

FDA – Fibra em detergente ácido

FDN – Fibra em detergente neutro

FOS – Frutooligossacarídeos

FZEA – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos

g – Grama

H - Hidrogênio

HCEL - Hemicelulose

HCl – Ácido clorídrico

HCO_3 - Bicarbonato

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ID – Intestino delgado

IG – Intestino grosso

Kg - Quilograma

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Mcal - Megacaloria

MM – Matéria mineral

MO – Matéria orgânica

MS – Matéria seca

Na - Sódio

NRC – NationalResearchCouncil

P – Fósforo

PB – Proteína bruta

PV – Peso vivo

RI – Razão de ingestão

SAS – Statistical Analysis System

SP – São Paulo

TGI – Trato gastrointestinal

USP – Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....1

2. REVISÃO DE LITERATURA.....3

2.1. Equideocultura 3

2.2. Características anatômicas e fisiológicas do trato digestório dos equinos 4

2.3. Principais ingredientes utilizados na dieta de equinos..... 5

2.4. A Polpa Cítrica..... 7

2.5. Palatabilidade..... 10

2.6. Digestibilidade 12

2.7. Características físico-químicas das fezes..... 14

3. OBJETIVOS GERAIS.....17

3.1. Objetivos específicos 17

4. ARTIGO CIENTÍFICO.....18

Palatabilidade de concentrados e digestibilidade aparente de dietas com níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica para equinos.....18

RESUMO:..... 18

INTRODUÇÃO 20

MATERIAL E MÉTODOS 21

Ensaio 1: Palatabilidade 21

Ensaio 2: Digestibilidade aparente das dietas e características físico-químicas das fezes 24

RESULTADOS..... 28

Palatabilidade: 28

Digestibilidade aparente das dietas e características físico-químicas das fezes: .. 29

DISCUSSÃO 32

Palatabilidade: *32*

Digestibilidade aparente das dietas e características físico-químicas das fezes: .. *35*

5. CONCLUSÃO.....40

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....40

1. INTRODUÇÃO

Os equinos são classificados como animais monogástricos adaptados a digerir grandes quantidades de fibras (SALTER & HUDSON, 1979), contudo devido ao aumento das exigências do homem sobre os cavalos de competição, houve aumento das exigências energéticas desses animais e isso favoreceu o crescimento da utilização de alimentos concentrados (OLIVEIRA et al., 2002).

Furtado et al. (2011) relatam que pesquisas estão sendo realizadas investindo em ingredientes alternativos para equinos, que possam substituir os ingredientes mais tradicionais, como milho, farelo de soja e farelo de trigo. Esses ingredientes alternativos, muitas vezes são coprodutos da agroindústria, que cada vez mais despertam o interesse dos profissionais envolvidos na nutrição animal (ARRUDA et al., 2009).

A polpa cítrica é um coproduto da agroindústria que apresenta fibra de fácil fermentação, sendo uma alternativa de ingrediente para equinos. Segundo Duren (2000), a polpa cítrica é considerada uma "super fibra" por aportar elevadas concentrações energéticas e ser segura, garantindo a saúde do trato digestório.

Ott et al. (1979), verificando a aceitabilidade e digestibilidade de dietas com níveis crescentes de polpa cítrica, observaram que dietas com 30% de inclusão foram recusadas. Mas não foi observada diferença nas digestibilidades dos nutrientes para os tratamentos. Manzano et al. (1999),adicionando polpa cítrica na dieta,observaram aumento na digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e energia bruta, mas não observaram efeito na digestibilidade da fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido.

Dentre as formas de análise da saúde do trato gastrointestinal, a avaliação das características físico-químicas das fezes é um importante parâmetro a ser avaliado, por

não ser um método invasivo (RICHARDS et al., 2006) e informar sobre a saúde do trato gastrointestinal (BERG et al., 2005).

Richards et al. (2006), estudando o efeito da utilização de grãos na fermentação do amido no intestino grosso (IG) de cavalos, observaram que 27% das amostras fecais coletadas apresentaram pH abaixo de 6,2, essa queda do pH é uma evidência da ocorrência da fermentação do amido do IG, sugerindo que a análise do pH fecal pode ser útil para monitorar a fermentação em cavalos alimentados com concentrados com altos níveis de amido.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a inclusão de níveis crescentes de polpa cítrica na dieta de equinos, através do teste de palatabilidade, digestibilidade aparente e características físico-químicas das fezes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1.Equideocultura

A população mundial de equinos é de cerca de 60 milhões de cabeças (FAO, 2013) e de acordo com os dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2013), o Brasil possui o maior rebanho de equinos na América Latina e o terceiro maior do mundo.Almeida & Silva (2010) citam que a distribuição dos equídeos entre os países reflete aspectos produtivos, sanitários, legais e culturais das regiões.

O agronegócio do cavalo no Brasil tem papel importante no desenvolvimento do setor econômico, envolvendo fornecedores de insumos, medicamentos, acessórios e serviços, como veterinários e treinadores (ALMEIDA & SILVA, 2010).Segundo MAPA (2013), o agronegócio do cavalo é responsável pela geração de 3,2 milhões de empregos diretos e indiretos.

O número de cabeças, somados equinos e muares, chegou a oito milhões, movimentando cerca de R$7,3 bilhões, apenas com a produção de cavalos (IBGE, 2012). Os equinos se destacam em atividades de esporte, lazer, equoterapia, além do seu crescente uso no ensino e pesquisa (LIMA et al., 2006; ALMEIDA & SILVA, 2010).

Os leilões de cavalos aumentaram cerca de 30% e as escolas de equitação receberam o dobro de alunos em 2010 comparando com 2009 (PERASSOLI, 2011).A exportação de animais vivos é outro ramo do agronegócio do cavalo que está em constante expansão, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013) de 1997 a 2009 houve um crescimento de 524%, passando de US$ 702,8 mil para US$ 4,4 milhões.

2.2.Características anatômicas e fisiológicas do trato digestório dos equinos

O trato digestório dos equinos é dividido em boca, esôfago, estômago, intestino delgado e intestino grosso, cada segmento tem sua importância na digestão ou absorção dos nutrientes presentes nos alimentos (MORGADO & GALZERANO, 2009).

Na boca, durante a mastigação o alimento é triturado, liberando proteínas e açúcares presentes no conteúdo celular, que podem ser rapidamente utilizados no estômago e intestino delgado (ID).Há uma intensa produção de saliva, que umedece o alimento facilitando o trânsito e, além disso, a saliva é composta por minerais e bicarbonato, que servem para neutralizar osácidos formados na porção inicial do estômago (BRANDI & FURTADO, 2009).

O estômago dos equinos é relativamente pequeno, ocupa cerca de 10% do trato gastrointestinal(TGI), ajustado para receber pequenas quantidades de alimento várias vezes ao dia (BRANDI & FURTADO, 2009). Esse órgão é dividido em região glandulare região aglandular. Na região glandular ocorre secreção de ácido clorídrico (HCl), pepsina e gastrina (FRAPE, 2008), e na região aglandular ocorre à fermentação sob atividade de microrganismos. Segundo Meyer (1995) os processos digestivos no estômago ocorrem pela atividade simultânea de enzimas digestivas e microrganismos.

O intestino delgado é dividido em duodeno, jejuno e íleo. Representa cerca de 30% do TGI dos equinos, em um cavalo de 450 Kg, mede de 20 a25metros de comprimento, através do qual o trânsito é rápido. A maioria da digesta se move em uma taxa de 30cm/minuto (WEYNBERG et al., 2006). No ID ocorre principalmente digestão enzimática, sendo o principal local de digestão e absorção de lipídeos, carboidratos solúveis e parte da proteína dos alimentos (MORGADO& GAZERANO, 2008).

O intestino grossorepresenta mais de 60% de todo TGI dos equinos, compreende em seções volumosas, articuladas e compartimentalizadas. No IG dos equinos existe

umacomunidade abundante e complexa demicrorganismos anaeróbicos, e segundo Ralston (1984) a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) pela fermentação microbiana pode atingir 30% a 60% da necessidade energética de cavalos em mantença. A composição e atividade dosmicrorganismos presentes no IG tem efeito sobre a saúde, crescimento e desempenho dos equinos(DALY et al., 2001).

A concentração de AGCC no conteúdo cecal varia de acordo com o tipo de alimento, tempo após alimentação e relação volumoso:concentrado da dieta. Quando grandes quantidades de carboidratos rapidamente fermentáveis atingem o IG, a proporção de ácido acético cai, enquanto a de ácido propiônico, e eventualmente ácido lático aumentam, ocasionando queda do pH, principalmente se há uma falta do estímulo do alimento volumoso sobre a formação de secreções tamponantes (MEYER, 1995).

2.3.Principais ingredientes utilizados na dieta de equinos

A alimentação dos equinos é baseada na utilização de alimentos volumosos e concentrados. O volumoso é a principal fonte de nutrientes e fibra utilizada na alimentação dos cavalos,e os concentrados fornecem uma maior quantidade de energia na dieta dos animais(QUADROS et al., 2004).

A fibra é indispensável aos equinos, a fim de preservar o equilíbrio psicológico, promovendo o funcionamento digestivo normal e prevenindo vícios de comportamento (MORGADO & GALZERANO, 2009).Segundo o NRC (2007), a quantidade mínima diária de volumoso recomendada é de 1% do peso vivo (PV) com base na matéria seca.

Os volumosos utilizados na alimentação dos equinos são pastagens, fenos de gramíneas ou leguminosas, silagens e capim fresco picado, sendo o feno o principal meio de fornecimento de fibra na forma conservada, por facilitar o manejo, ter

disponibilidade constante no mercado e apresentar um bom valor nutritivo quando bem elaborado e armazenado (DOMINGUES, 2009).

Os alimentos concentrados são representados por cereais, que fornecem alta quantidade de energia. Os principais ingredientes utilizados na dieta dos equinos são milho, farelo detrigo, sorgo, aveia, soja e cevada (NRC, 2007).

Esses grãos possuem amido em sua composição, um carboidrato hidrolisável (CHO-H) utilizado para geração de energia. A alta ingestão de CHO-H pode ocasionar problemas metabólicos como cólicas e laminites (MEDINA et al., 2002).

Medina et al. (2002) citam que uma das estratégias para diminuir as consequências negativas das dietas com alta porcentagem de grão é a inclusão de elevadas quantidades de fibra à dieta. A inclusão de ingredientes que possuem fibra facilmente fermentável é uma alternativana dieta de equinos (DUREN, 2000), pois possuem alta energia podendo substituir ingredientes mais tradicionais que possuem grande quantidade de amido.

Segundo Arruda et al. (2009),além da variedade de alimentos convencionais, existe outra ampla diversidade de alimentos que tem despertado o interesse dos pesquisadores: os coprodutos agroindustriais,dentre esses ingredientes destacam-se a casca de soja, polpa de beterraba e polpa cítrica.

A casca de soja é um coproduto industrial que é largamente produzido no Brasil, pode ser obtido durante quase todo ano e não está sujeito a grandes alterações de preço (QUADROS et al., 2004).Possui alto teor de fibra e baixo teor de amido, reduzindo, assim, os problemas de acidose e cólicas nos equinos (KUNKLE et al., 1999).

A polpa de beterraba apresenta elevados níveis de pectina, é usada principalmente nas rações *pet*, bovinos e, em alguns casos, para equinos (VEIGA et al., 2009).A polpa de beterraba vem recebendo grande atenção, vista como um coproduto

potencial devido às suas características físico-químicas (MULLER & PRADO, 2004). Contudo ainda existem poucos trabalhos publicados com esse ingrediente para equinos no Brasil, principalmente devido a sua baixa disponibilidade.

A polpa cítrica é um coproduto obtido após a extração do suco de laranja (MENEGHETTI & DOMINGUES, 2008). Apresenta um alto teor de carboidratos solúveis e sua parede celular é altamente digestível, apresentando em sua composição uma grande proporção de pectina, um carboidrato complexo de grande valor na alimentação de ruminantes e monogástricos (ASSIS et al., 2004).Segundo Furtado et al. (2011), a polpa cítrica vem sendo utilizada na dieta de equinos, contudo com poucas pesquisas realizadas.

2.4.APolpa Cítrica

A polpa cítrica é obtida após a extração do suco, sendo composta por cascas, bagaços e sementes,e pode ser utilizadana formulação de dietas balanceadas, contribuindo comoingrediente energético e fonte de fibra (PERALI et al., 2001; MENEGHETTI & DOMINGUES, 2008).

A qualidade nutricional e a palatabilidade da polpa cítrica dependem da variedade dos frutos, inclusão de sementes, retirada ou não dos óleos essenciais, e dos processos que os frutos e seus resíduos são submetidos até o fornecimento na alimentação do animal (AMMERMAN & HENRY, 1991; ASSIS et al., 2004).

Salvador (2006)e Meneghetti & Domingues (2008) citam que na obtenção da polpa cítrica são realizadas duas prensagens com posterior secagem, obtendo teor de matéria seca de 88-90%, possibilitando a peletização e comercialização. Para facilitar o desprendimento da água e reduzir a natureza hidrofílica da pectina, é feita a adição deóxido de cálcio (CaO) antes das prensagens, à taxa de 0,3 a 0,6% (Figura 1). O óxido

de cálcio reage com a água presente no resíduo, formando uma solução de hidróxido de cálcio, facilitando assim, a liberação de água durante a posterior prensagem da polpa fresca, contudo esse processamento eleva os teores de Ca e resulta em implicações nutricionais.

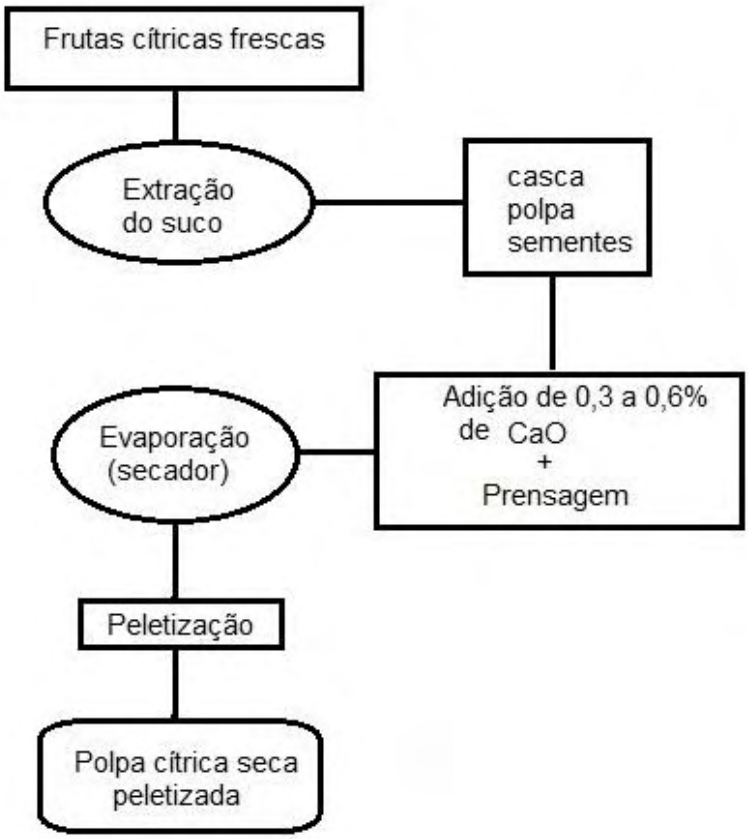

Figura 1: Esquema do processamento da Polpa Cítrica (adaptado de Mejía, 1999)

Esse alto teor de Ca pode afetar a absorção de microminerais como o zinco e causar um desbalanço da relação cálcio:fósforo, especialmente quando se inclui polpa cítrica sem fazer correções na formulação mineral (MENEGHETTI & DOMINGUES, 2008).

De acordo com o NRC (2007) a polpa cítrica apresenta em sua composição química os seguintes valores para matéria seca (MS): 85,8%; proteína bruta (PB): 6,9%; extrato etéreo (EE): 4,9%; fibra em detergente neutro (FDN): 24,2%; fibra em detergente ácido (FDA): 22,2%; cálcio (Ca): 1,92%; fósforo (P): 0,12%; e energia digestível (ED): 2,85 Mcal/kg.

Segundo Bampidis & Robinson (2006), a polpa cítrica possui alto teor em pectina (20,30%). A pectina, assim como a celulose e hemicelulose, não sofre ação de enzimas digestivas, sendo necessária então, ação dos microrganismos que estão presentes no IG dos equinos. É o carboidrato complexo mais rapidamente fermentado, independentemente da origem, enquanto que a degradação do amido e da celulose é dependente da fonte e do processamento do alimento (VAN SOEST, 1982).

Segundo o NRC (2007), a pectina contida na parede celular da polpa cítrica não tem ligação covalente com a lignina, e por isso, é muito disponível à fermentação, semelhantemente aos carboidratos não estruturais, sendo, portanto classificada como carboidrato não-fibroso. Além disso, na fermentação da polpa cítrica, existe a vantagem da menor produção de ácido lático (MULLER & PRADO, 2004).

A pectina é classificada como um carboidrato rapidamente fermentável de acordo com a classificação citada por Hoffman et al. (2001), que propôs um sistema mais adequado à fisiologia digestiva dos equinos, dividindo os carboidratos em três frações: fração dos carboidratos hidrolisáveis, composta por açúcares e amido; fração dos carboidratos rapidamente fermentáveis, como frutanas e substâncias pécticas; e fração dos carboidratos lentamente fermentáveis, representada pela hemicelulose e celulose.

A polpa cítrica vem sendo utilizada na dieta de equinos, contudo com poucas pesquisas (FURTADO et al., 2011; OTT et al., 1979; MANZANO et al., 1999; PERALI et al., 2001; MIRAGLIA et al., 2006; PEIRETTI et al., 2006).

2.5.Palatabilidade

A palatabilidade é um somatório dos aspectos sensoriais, como paladar, cheiro, textura, forma, tamanho, sensação de mastigação e deglutição que estão envolvidos na ingestão dos alimentos. Para os ensaios de palatabilidade podem ser realizados dois testes: de aceitabilidade, cujo intuito é simular as condições de ingestão na casa dos proprietários, quando o animal ingere apenas um único alimento por vez; e de preferência, onde o objetivo é confrontar dois ou mais alimentos para verificar qual deles será preferido pelos animais. Este método pode ser empregado para comparar dois ou mais concentrados, mudanças de formulação industrial de um concentrado ou de diferentes palatabilizantes e/ou aromas em uma mesma fórmula. Desta forma são oferecidos dois ou mais concentrados simultaneamente e se mensura qual é o mais consumido (razão de ingestão), que é classificado como mais palatável(CARCIOFI, 2008).

Segundo Roquet et al. (1998), a palatabilidade influencia na preferência dos equinos, essa preferência está relacionada com as respostas sensoriais ao gosto, cheiro, textura, variedade e disponibilidade dos alimentos.Dumont (1997) cita que as variações na preferência de herbívoros também são influenciadas pelas características do animal como experiência prévia de pastejo, jejum e variações individuais. Dittrich et al. (2010) definem preferência como a discriminação entre os diferentes componentes da dieta que são acessíveis aos animais, havendo oportunidade de livre escolha.

Segundo Furtado et al. (2011) a polpa cítrica é utilizada na formulação de dieta para equinos.São escassos os trabalhos de palatabilidade deste produto, sendo descritos por poucos pesquisadores, que classificam a polpa cítrica como ingrediente que apresenta baixa palatabilidade para equinos (OTT et al., 1979; MANZANO et al., 1999).De acordo com Ammerman & Henry (1991), a palatabilidade da polpa cítrica depende de vários fatores como variedade dos frutos, inclusão de sementes, retirada ou não dos óleos essenciais, e dos processos que os frutos e seus resíduos são submetidos até o fornecimento na alimentação do animal.

Bonde & Goodwin (1999), estudando o comportamento de equinos frente a diferentes odores, observaram que os cavalos apresentam forte efeito individual, preferindo os odores de gengibre e coentro e levaram pouco tempo para se aproximar dos odores de óleo de laranja e fragrância de limão, além de passar pouco tempo cheirando estas essências.

Ott et al. (1979) verificando a aceitabilidadee digestibilidade de dietas com níveis crescentes de polpa cítrica (0, 15 e 30%), observaram que dietas com 30% de inclusão foram recusadas. Manzano et al. (1999) sugere um nível máximos de 15% de inclusão da polpa cítrica, para que não haja depleção do consumo devido a baixa palatabilidade.

Tribucci et al. (2013), estudando a inclusão de níveis crescentes de polpa cítrica (0, 7, 14, 21 e 28%) na dieta de equinos, citam que níveis próximos a 7% de inclusão são recomendados, quando a dieta for a base de milho, farelo de trigo e farelo de soja, sem adição de palatabilizantes.

Existem poucos estudos publicados sobre as respostas sensoriais, fatores que influenciam a palatabilidade em equinos (GOODWIN et al., 2005), além de

apresentarem metodologias de execução bastante variadas, tornando a comparação entre os artigos difícil.

2.6.Digestibilidade

O uso adequado dos alimentos exigem o conhecimento de sua composição nutricional e disponibilidade dos nutrientes. Segundo Arruda et al. (2009), a determinação da digestibilidade dos componentes da dieta se torna uma ferramenta importante na alimentação de equinos, uma vez que a análise química dos ingredientes não é suficiente para assegurar uma resposta satisfatória do desempenho animal (SCHNEIDER & FLATT, 1975).

Para a introdução de novos ingredientes na dieta de equinos, o esclarecimento de sua eficiência digestiva através da avaliação da digestibilidade dos nutrientes se torna relevante para o sucesso das atividades equestres (ARRUDA et al., 2009).

A digestibilidade pode ser analisada de duas maneiras: como digestibilidade aparente e digestibilidade verdadeira. Andriguetto et al. (1999) definem a digestibilidade aparente como a fração do alimento consumido que não é recuperada nas fezes. A digestibilidade verdadeira é obtida adicionando-se ao valor da digestibilidade aparente a perdas endógenas.

Segundo Araújo et al. (2000),dentre os métodos empregados na avaliação da digestibilidade, ométodo através da coleta total de fezes é o mais utilizado.O procedimento de coleta total estimaa diferença entre a quantidade total do nutrienteconsumido e a do nutriente excretado nas fezes (ALMEIDA et al., 1999).

Existem diversos fatores que afetam a digestibilidade como espécie, individualidade e estado fisiológico do animal, tempo de trânsito no trato digestório,

composição química dos alimentos, quantidade de alimento consumido, grau de moagem e quantidade de fibra na dieta (QUADROS et al., 2004).

Alguns ingredientes adicionados ao concentrado podem deprimir a digestibilidade da fibra. Karlsson et al. (2000) citam que dietas com alta inclusão de aveia melhoram a digestibilidade da MS, MO, PB e EB, contudo diminuem a digestibilidade da fibra bruta (FB), FDN e FDA, comparando com uma dieta exclusiva de feno, por não fornecer substrato suficiente para fermentação realizada pelos microrganismos na região ceco-cólica.

Darlington & Hershberger (1968) verificaram que a digestão da MS, PB e EB apresentam relação inversa com a porcentagem de FB da dieta. Vander Noot & Gilbraith (1970), fornecendo diferentes volumosos para equinos, também verificaram relação inversa entre a digestibilidade dos nutrientes e o conteúdo de FB do alimento.

Miraglia et al. (2006), observaram aumento nos coeficientes de digestibilidade da MS, MO, EB e PB com o aumento da porcentagem de concentrado contendo polpa cítrica na dieta. Segundo os autores, a inclusão da polpa melhorou a eficiência da digestão dos concentrados, e deve ser considerada na dieta de equinos, podendo trazer benefícios na digestibilidade dos nutrientes.

Manzano et al. (1999), avaliando o efeito da substituição do milho por três níveis de polpa cítrica (0, 7,5 e 15%), observaram maiores coeficientes de digestibilidade para a MS e PB nas dietas contendo polpa cítrica (15%). Não foi observada diferença para FDA, FDN, porém para a EB maiores coeficientes foram observados na dieta com 7,5% de substituição de polpa cítrica. Estes pesquisadores recomendam a inclusão de até 15% de polpa cítrica em dietas para equinos com 60% de concentrado.

2.7.Características físico-químicas das fezes

As fezes são compostas por partes de alimentos não absorvidos e secreções digestivas, assim como restos bacterianos, e seu teor de água é cerca de 75%. A defecação regular, assim como consistência, forma e cheiro são critérios importantes para avaliação do funcionamento do trato digestivo (MEYER, 1995).

O uso excessivo de amido pode levar a fermentação deste no IG e com isso a criação de um ambiente favorável a distúrbios, como cólicas e laminite, além do aumento de produção de ácido lático e queda de pH, que podem ser mensurados através da avaliação das características físico-químicas das fezes (FOMBELLE et al., 2001; RICHARDS et al., 2006).Segundo Vervuert et al. (2008), preconiza-se na alimentação dos cavalos a utilização de no máximo 1,1 g/kg PV de amido por refeição.

Dentre as formas de avaliação da saúde do TGI, a mensuração do pH fecal é um método satisfatório e não invasivo de quantificação indireta da acidose do IG (RICHARDS et al., 2006), que pode ser avaliada em conjunto com outras características físico-químicas das fezes, possibilitando diagnóstico de distúrbios gastrointestinais nos animais.

Santos et al. (2009),avaliando as características das fezes de equinos submetidos à sobrecarga dietética de amido, observaram redução do pH fecal a partir de 16 horas após sobrecarga, a variação observada do pH foi de 6,09 (antes da sobrecarga) a 4,46 (36 horas após sobrecarga). Os autores explicam que a partir de 16 horas após a sobrecarga os animais não foram capazes de manter o pH acima de 6,0, por não conseguirem tamponar os ácidos formados, indicando um quadro de acidose subclínica.

A fermentação dos carboidratos hidrolisáveis, como o amido, no IG resulta em alta produção de ácido lático que, além que causar queda no pH, pode causar irritação no epitélio intestinal, que sobrepõe a capacidade de tamponamento normal do intestino

grosso (PAGAN, 1998). Devido a isso a capacidade tamponante (CT) das fezes de equinos é um parâmetro importante na avaliação de distúrbios digestivos, apesar de ser pouco estudada (SANTOS et al., 2009).

Segundo Zeyner et al. (2004), o pH observado e qualquer valor da CT representa o potencial real do meio em reagir contra modificações influenciadas pela produção de ácidos. Os principais sistemas-tampão que operam no IG de equinos e que podem influenciar o pH fecal são os tampões bicarbonato e fosfato. O bicarbonato é secretado no duodeno pelo pâncreas. O fosfato é resultante do metabolismo da dieta também poderá influenciar para a neutralização do conteúdo intestinal dos equinos. Por este tampão ser fracamente absorvido, a medida que a dieta é progressivamente absorvida, existe maior concentração deste tampão (ARGENZIO, 1996). Segundo Van Soest et al. (1991) e NRC (2007), as fibras apresentam grande capacidade tamponante, podendo neutralizar os ácidos produzidos na fermentação do intestino grosso, através da troca de cátions e íons metálicos.

A consistência e cor das fezes são características subjetivas que podem ser influenciadas pela dieta, em especial pelo volumoso, ou ingredientes fermentáveis. A mensuração deve ser realizada de forma comparativa dentro das coletas de cada individuo do estudo, verificando possíveis alterações momentâneas do trato gastrointestinal (BERG et al., 2005).

Godoi et al. (2009), adicionando níveis crescentes de óleo de soja (0%, 8,5% e 19,5%) na dieta de equinos, não observaram alterações na consistência e coloração das fezes. Segundo os autores, a inclusão do óleo de soja diminuiu o consumo de matéria seca, propiciando a redução noconsumo de carboidratos rapidamente fermentáveis, não havendo, portanto, alterações nas fezes dos animais.

Apesar da observação das características das fezes auxiliarem na avaliação do funcionamento do trato gastrointestinal, há poucos estudos relacionando as características das fezes com o manejo alimentar dos equinos (RICHARDS et al., 2006; GODOY et al., 2009).

3. OBJETIVOS GERAIS

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a inclusão de polpa cítrica na dieta de equinos, através do teste de palatabilidade, digestibilidade aparente e características físico-químicas das fezes.

3.1. Objetivos específicos

- ✓ Através de ensaio de palatabilidade, verificar qual é o nível de inclusão de maior aceitação pelo cavalo;
- ✓ Avaliar a digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta;
- ✓ Verificar se os níveis de inclusão da fonte de fibra alteram o pH, capacidade tamponante, relação e concentração de ácidos graxos de cadeia curta e a qualidade das fezes dos equinos;
- ✓ Determinar o melhor nível de inclusão desta fonte de fibra na dieta de equinos;

4. ARTIGO CIENTÍFICO

Palatabilidade de concentradose digestibilidade aparente de dietas com níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica para equinos

RESUMO:O objetivo do presente trabalho foi avaliar a inclusão de polpa cítrica na dieta de equinos, através da avaliação do teste de palatabilidade, digestibilidade aparente ecaracterísticasfísico-químicas das fezes. As dietas foram compostas por 60% da energia proveniente do volumoso (feno de *Coast Cross*) e 40% do concentrado, com níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica (0, 7, 14, 21 e 28%). Para a realização do experimento, foram realizados dois testes distintos. O primeiro ensaio consistiu na determinação da palatabilidade dos concentrados. Para isso foram utilizados 15 equinos, por um período de 10 dias, totalizando 150 observações, em delineamento inteiramente casualizado. As variáveis observadas foram primeira ação, primeira escolha e razão de ingestão. Para a realização do ensaio de digestibilidade e características físico-químicas das fezes, foram utilizados cinco equinos, em delineamento quadrado latino 5x5. Avaliou-se a digestibilidade aparente dos nutrientes e as características de cor, consistência, pH, concentração e relação dos ácidos graxos de cadeia curta e capacidade tamponante (CT) das fezes a pH 5 e a pH 6. Observou-se efeitoda inclusão da polpa cítrica (P<0,001) sobre a primeira ação, sendo que 66,91% dos animais cheiraram os concentrados, enquanto 33,09% comeram. Para a variável primeira escolha também foi observada diferença (P<0,001) e os tratamentos 0, 7 e 14% apresentaram maior preferência. Para a razão de ingestão houve diferença (P<0,001) entre os tratamentos, sendo que o concentrado controle foi o mais consumido. Não foi observado efeito (P>0,05) dos níveis de inclusão de polpa cítrica sobre a digestibilidade aparente dos

nutrientes. Para as características das fezes, não houve efeito de tratamento (P>0,05) sobre a consistência e a cor.Não houve efeito de tratamento (P>0,05) para o pH, concentração e relação entre os ácidos graxos de cadeia curtae capacidade tamponante das fezes, o valor médio observado de pH foi de 6,62, e a capacidade tamponante a pH 5 e pH 6 foi de 16,53e 5,13 mmol/L, respectivamente. Os cavalos têm a capacidade de identificar a presença da polpa cítrica nos concentrados, porém preferem concentrados sem a sua inclusão. A adição de polpa cítrica não afeta negativamente a digestibilidade dos concentrados e as características físico-químicas das fezes, sendo uma alternativa de ingrediente na formulação de dietas para equinos.

Palavras-chave: cavalos, pectina, pH fecal, preferência, super fibra.

INTRODUÇÃO

Os equinos são capazes de utilizar grandes quantidades de volumoso para atender suas exigências nutricionais (BRANDI & FURTADO, 2009), entretanto para maximizar a produtividade são usadas dietas com altas porcentagens de grãos (OLIVEIRA et al., 2002).Atualmente, pesquisas estão sendo realizadascom ingredientes alternativos, que possam substituir os ingredientes tradicionais, como milho, farelo soja e farelo trigo (FURTADO et al., 2011), dentre os quais se destacam as fibras de fácil fermentação "super fibras" (DUREN, 2000), como o caso da polpa cítrica.

A literatura sobre polpa cítrica na nutrição deequinos é escassa (OTT et al., 1979; MANZANO et al., 1999; PERALI et al., 2001; MIRAGLIA et al., 2006; PEIRETTI et al., 2006; FURTADO et al., 2011). Ott et al. (1979), verificando a aceitabilidade e digestibilidade de dietas com níveis crescentes de polpa cítrica (0, 15 e 30%), observaram que dietas com 30% de inclusão foram recusadas. Não foi observada diferença nas digestibilidades dos nutrientes entre os citados tratamentos.Já Manzano et al. (1999) observaram aumento na digestibilidade da matéria seca e proteína bruta com inclusão de polpa, e recomendam nível de até 15% de polpa cítrica para não haver depressão da palatabilidade.

Dentre as características auxiliares na determinação da digestibilidade de dietas para equinos, destacam-se as características físico-químicas das fezes (MEYER, 1995).Estes são importantes parâmetros a serem avaliados (RICHARDS et al., 2006), com destaque para as variáveis cor (GODOI et al., 2009), consistência (BERG et al., 2005), pH fecal (RICHARDS et al., 2006; SANTOS et al., 2009) e capacidade tamponante das fezes (ZEYNER et al., 2004).

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica na dieta de equinos, através do teste de palatabilidade, digestibilidade aparente, e características físico-químicas das fezes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Equideocultura do Campus Administrativo de Pirassununga. Foram realizados doisexperimentos: teste de palatabilidade (ensaio 1) e digestibilidade aparente e características físico-químicas das fezes (ensaio 2).

Ensaio 1: Palatabilidade

Foram utilizados quinze equinos com idade aproximada de 10 anos e peso aproximado de 400 kg, alojados em piquetes, recebendo feno *Coast Cross* e concentrado para suprir as exigências de animais de mantença, conforme preconizado pelo *NationalResearchCouncil*(NRC, 2007). Os animais passaram por um período de adaptação ao consumo individual em cocho no chão.

Operíodo experimental teve duração de 10 dias, sendo realizada uma observação por dia,obtendo-se 150 observações. As observações foram realizadas em dias consecutivos, sempre no mesmo horário (12:00 horas).

Utilizou-se etograma para observação dos animais, através do método focal de forma instantânea, por um período de três minutos (MARTIN & BATERSON, 1986). Realizou-se registro consecutivo durante todo o período em que os animais permaneceram no redondel. Os registros foram feitos sempre pelo mesmo observador, que não teve nenhuma interação com os animais.

Foram utilizados concentrados com níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica: 0, 7, 14, 21 e 28% (Tabela 1).

Tabela 1: Composição percentual dos concentrados experimentais com níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica

Ingredientes	**Níveis de inclusão de polpa cítrica**				
	0%	**7%**	**14%**	**21%**	**28%**
Milho moído	60,43	60,32	59,00	58,00	55,92
Farelo de soja	3,90	6,20	5,73	7,95	9,45
Farelo de trigo	30,00	21,00	16,00	7,93	1,78
Polpa cítrica	0,00	7,00	14,00	21,00	28,00
Premix*	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Calcário	2,86	2,30	1,82	1,33	0,81
Fosfato bicálcico	1,27	1,63	1,90	2,25	2,50
Sal comum	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88

*Níveis de Garantia: Ácido linoleico: 3.630mg; Ácido oleico: 3mg; Cálcio (mín.): 150g; Cálcio (máx.): 170mg; Fósforo: 80g; Sódio: 121g; Potássio: 10g; Enxofre: 4.954mg; Cobalto: 30mg; Tirosina: 34mg; Cobre: 1.400mg; Iodo: 200mg; Cromo: 12mg; Lisina: 4.000mg; Magnésio: 7.225mg; Manganês: 1.400mg; Fosfatidilcolina: 1.000mg; Metionina: 14mg; Selênio: 27mg; Ferro: 2.000mg; Zinco: 3.500mg; Vitamina A: 85.000 KUI/kg; Vitamina C: 200mg; Vitamina D: 8.500 KUI/kg; Vitamina E: 200mg; Sacharomycescerevisiae: $0.01500X10^{7}$ UFC.

Para a realização do protocolo experimental os animais receberam um 1 kg de concentrado em baias lanchonete (diferente dos concentrados a serem testados), uma hora antes da realização do teste, e posteriormente foram conduzidos individualmente ao redondel. Os cochoscontendo 200 g de cada concentradoforam dispostos em cinco locais equidistantes, sendo casualizados por dia, animal e tratamento (Figura 2).

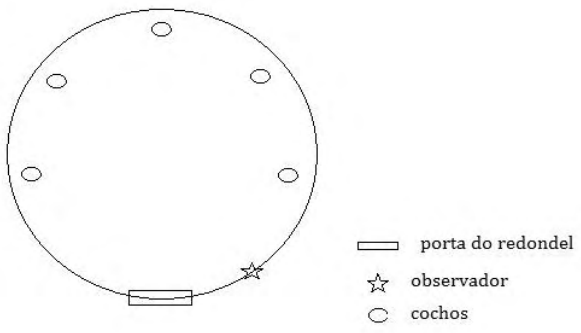

Figura 2: Disposição dos cochos para condução do experimento

O teste utilizado para avaliar a palatabilidade dos concentrados foi o de preferência, cujo objetivo é confrontar dois ou mais alimentos para verificar qual deles será preferido pelos animais(CARCIOFI, 2008). Avaliou-se primeira ação (1- cheirou, 2- comeu), primeira escolha (primeiro concentrado efetivamente consumido), e razão de ingestão (quantidade ingerida de cada um dos concentrados).

Para avaliação da razão de ingestão (RI) as sobras foram pesadas e considerou-se o consumo percentual dos concentrados, calculado pela seguinte equação:

RI = concentrado (%polpa cítrica) / (ingestão do concentrado 0% + ingestão do concentrado 7% + ingestão do concentrado 14% + ingestão do concentrado 21% + ingestão do concentrado 28%)

Considerando que cinco concentrados foram utilizados, cada um com probabilidade de 20% de ser consumido, o concentrado foi considerado como preferido, quando o valor de razão de ingestão for maior que 0,25 (adicionando uma margem de erro de 0,05).

Para avaliação da primeira escolha e primeira ação, utilizou-se o Teste de Qui-quadrado de Adequação ao Ajustamento, considerando a hipótese de que todos os tratamentos (e as escolhas) ocorreriam com mesma probabilidade.

Utilizou-se o modelo linear misto para análise da razão de ingestão, considerando-se os efeitos fixos de tratamento e dia, em esquema fatorial (5X10), bem como o efeito aleatório de animal, além do efeito do resíduo. Em caso de interação significativa o desdobramento foi realizado através do Teste t de Studentvisando estudar o comportamento dos tratamentos dentro de cada dia de avaliação. Todas as análises foram realizadas com auxílio do programa Statistical Analysis System (SAS, 2004).

O nível de inclusão de polpa cítrica de maior preferencia foi determinado pelo conjunto de todas as variáveis observadas durante o período experimental.

Ensaio 2: Digestibilidade aparente das dietas e características físico-químicas das fezes

Foram utilizadas cinco éguas, com peso médio de 406,6 ± 76,86kg eidadeaproximada de seis anos, alojadas em baias individuais e dispostas em delineamento Quadrado Latino 5x5, utilizando cinco animais alimentados com cinco dietas com níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica, repetidos em cinco períodos consecutivos.

O período experimental foi de sete dias de adaptação, seguidos de três dias de coleta totale análise das características físico-químicas das fezes.

As dietas experimentais foram formuladas para atender a exigência de animais em manutenção, conforme preconizado pelo NRC (2007), compostas por 60% da energia proveniente do volumoso (feno *Coast Cross*) e 40% do concentrado, com níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica (0, 7, 14, 21 e 28%) (Tabela 1 e Tabela 2).

Tabela 2: Composição química dos concentrados e das dietas experimentais com níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica

Nutrientes	Feno 1	Feno 2	Feno 3	Níveis de inclusão de polpa cítrica (%)				
				0	7	14	21	28
Matéria Seca	85,29	85,67	83,41	88,48	88,6	87,92	88,29	88,28
Matéria Orgânica	94,51	92,99	93,58	93,22	92,32	93,79	93,9	93,22
Matéria Mineral	5,49	7,01	6,42	6,78	7,68	6,21	6,1	6,78
Proteína Bruta	13,11	12,53	12,8	13,92	12,52	13,74	13,9	13,96
Fibra Bruta	31,1	31,82	30,73	5,78	6,54	5,86	5,95	6,07
Extrato Etéreo	0,56	0,62	0,65	3,87	3,02	3,29	3,1	3,26
Extrativo Não-Nitrogenado	49,74	48,02	49,4	69,65	70,24	70,9	70,95	69,93
Fibra em detergente ácido	39,11	35,55	35,35	5,25	5,74	8,98	7,07	7,63
Fibra em detergente neutro	83,69	68,77	69,65	22,29	26,06	21,46	26,92	21,77
Hemicelulose	44,58	33,22	34,3	17,04	20,32	12,48	19,85	14,14
Cálcio	-	-	-	1,63	1,54	1,4	1,49	1,39
Fósforo	-	-	-	0,57	0,51	0,53	0,54	0,56
Amido	-	-	-	39,09	35,5	34,61	36,58	32,29
Energia Bruta	4136,00	3954,00	3957,00	3684,00	3706,00	3771,00	3809,00	3826,00

	Composição química das dietas (%)				
	0	7	14	21	28
Matéria Seca	86,27	86,31	86,04	86,19	86,19
Matéria Orgânica	93,50	93,14	93,73	93,77	93,50
Matéria Mineral	6,50	6,86	6,27	6,23	6,50
Proteína Bruta	13,25	12,69	13,18	13,25	13,27
Fibra Bruta	21,04	21,35	21,08	21,11	21,16
Extrato Etéreo	1,91	1,57	1,68	1,61	1,67
Extrativo não nitrogenado	57,29	57,53	57,59	57,81	57,40
Fibra em detergente ácido	24,10	24,30	25,59	24,83	25,05
Fibra em detergente neutro	53,34	54,85	53,01	55,19	53,13
Hemicelulose	29,24	30,55	27,41	30,36	28,08
Energia Bruta	3883,00	3891,80	3917,80	3933,00	3939,80

Ao final do experimento foi gerada uma amostra composta de cada animal a qual foi encaminhada para o laboratório de Bromatologia da FZEA/USP. As análises para determinação de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) dos concentrados, feno e fezes foram realizadas segundo a metodologia descrita pela AOAC (1995). As analises de fibra em detergente ácido (FDA),fibra em detergente neutro (FDN),celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) foram realizadas segundo Van Soest et al. (1991). A determinação da energia bruta (EB) foi realizada através de uso de bomba calorimétrica.

Foram determinados os coeficientes de digestibilidade de MS, MO, PB, EE, FDN, FDA, CEL, HEM e EB.

Para a avaliação das características físico-químicas das fezes, amostras das fezes foram coletadas durante três dias, em sacos plásticos, em seguida foi mensurado o pH, através de pHmetro de bancada e a capacidade tamponante (CT) conforme metodologia citada por Zeyner et al. (2004).Em uma 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 pH6,0. 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.

A avaliação da consistência das fezes foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Berg et al. (2005), podendo ser classificada em escala de 1 a 5, sendo 1 fezes extremamente seca, 3 normal e 5 diarréicas. A cor das fezes foi avaliada de acordo

com Godoi et al. (2009) que citam que a cor das fezes pode ser categorizada em: esverdeada (normal), negra, avermelhada e amarelada.

Para determinação dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) nas fezes, uma alíquota de fezes foi coletada e filtrada com tecido de filtragem de liquido ruminal e acondicionada em tubos falcon de 50 ml. As amostras foram imediatamente congeladas até o momento da analise. Para o inicio das analises, as amostras foram descongeladas e centrifugadas a 4.000rpm por 12 minutos em centrifuga de alta rotação. Todo o sobrenadante foi transferido para outro tubo falcon e novamente centrifugado por 12 minutos à 4.000 rpm. O sobrenadante então foi colocado em eppendorfs de 2 ml. Em cada eppendorf foram pipetados 200µl de ácido e 800µl de água e estes foram congelados para posterior análise dos AGCC. As concentrações de AGCC foram determinadas por cromatografia gasosa segundo metodologia descrita por (HUSSEIN et al., 1996).

Os parâmetros quantitativos foram analisados segundo o modelo estatístico $Y_{ijk} = \mu + A_i + T_j + P_k + \varepsilon_{ijk}$, onde Y_{ijk} representa a variável dependente; μ, a média geral; A_i, o efeito do animal (i = 1 a 5); T_j, o efeito do tratamento (j = 1 a 5); P_k, o efeito do período (k = 1 a 5) e ε_{ijk}, o erro residual. Para as análises estatísticas foi utilizado o PROC GLM do pacote estatístico SAS for Windows (SAS, 2004). As médias foram comparadas por teste de Tukey, com nível de probabilidade de 5%.

A avaliação da consistência e cor das fezes foi realizada utilizando Teste de Qui-quadrado de Adequação ao Ajustamento. A capacidade tamponante e o pH fecal foram avaliados através do modelo linear misto pelo programa Statistical Analysis System (SAS, 2004).

RESULTADOS

Palatabilidade:

Houve diferença para a primeira ação (P<0,001), sendo que 66,91% dos animais cheiraram os concentrados assim que entraram em contato com os mesmos, enquanto 33,09% dos animais comeram. Para a variável primeira escolha houve diferença (P<0,001) entre os tratamentos, sendo que os tratamentos 0, 7 e 14% apresentaram maior preferência (Tabela 3). Na avaliação da razão de ingestão (RI) houve diferença (P<0,001) entre os tratamentos, o tratamento controle (0%) foi o mais consumido, seguido pelos tratamentos 7, 14, 21 e 28% de polpa cítrica (Tabela 3).

Tabela 3: Primeira escolha e razão de ingestão de concentrados com níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica

Tratamento	Primeira escolha (%)	Razão de Ingestão
0%	21,46	0,3137[a]
7%	28,78	0,2366[b]
14%	28,06	0,1913[bc]
21%	11,51	0,1521[cd]
28%	7,19	0,1087[d]

letras minúsculas na mesma coluna diferem-se entre (P<0,001) pelo teste t de Student

Digestibilidade aparente das dietas e características físico-químicas das fezes:

Não houve efeito (P>0,05) da inclusão de polpa cítrica sobre os coeficientes de digestibilidade da MS, PB, MO, EE, EB,CEL, HEM, FDN e FDA (Tabela 4).

Tabela 4: Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), matéria orgânica (CDAMO), proteína bruta (CDAPB), extrato etéreo (CDAEE), fibra em detergente neutro (CDAFDN), fibra em detergente ácido (CDAFDA), celulose (CDACEL), hemicelulose (CDAHEM) e energia bruta (CDAEB) das dietas com níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica.

Nutrientes	**Níveis de inclusão de polpa cítrica (%)**					**CV***	**Médias**
	0	**7**	**14**	**21**	**28**		
CDAMS[1]	48,74	49,24	49,14	49,68	47,65	5,83	48,89
CDAMO[1]	49,99	50,71	50,74	51,34	49,47	5,45	50,45
CDAPB[1]	60,27	58,98	60,75	59,53	60,22	4,59	59,95
CDAEE[1]	30,92	28,61	31,80	24,45	35,57	23,01	31,10
CDAFDN[1]	38,58	39,59	39,01	43,78	41,43	9,47	40,14
CDAFDA[1]	24,98	30,40	31,02	39,50	32,76	18,69	32,15
CDACEL[1]	27,16	30,94	32,80	40,31	35,27	17,54	32,95
CDAHEM[1]	49,06	51,34	49,16	52,58	50,31	8,42	50,06
CDAEB[1]	45,38	45,43	46,44	47,43	46,07	7,60	46,15

[1] Médias não diferem entre si (P>0,05) pelo teste de Tukey

*CV – Coeficiente de Variação

Para as características das fezes não houve efeito de tratamento (P>0,05) na consistência e cor. A coloração se manteve esverdeada, e a consistência foi classificada como normal (escore 3). Na avaliação da CT, pH fecal e concentração e relação entre AGCC nas fezes também não foi observado efeito de tratamento (P>0,05). Os valores médios observadosda CT5, CT6 e pH se encontram na Tabela 5.Os valores da concentração e relação entre os AGCC nas fezes se encontram na Tabela 6.

Tabela 5: Capacidade tamponante e pH fecal de equinos alimentados com níveis crescente de inclusão de polpa cítrica

Tratamento	pH	CT5 (mmol/L)	CT6 (mmol/L)
0%	6,62	15,83	5,27
7%	6,69	16,92	5,54
14%	6,64	16,94	5,37
21%	6,51	15,24	3,71
28%	6,67	17,79	5,67
Médias	**6,62**	**16,53**	**5,13**

Tabela 6: Concentração e relação entre ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) nas fezes de equinos alimentados com níveis crescentes de polpa cítrica

	Níveis de inclusão de polpa cítrica na dieta (%)						
	0	**7**	**14**	**21**	**28**	**Média**	**P***
Concentração de AGCC (mmol/l)							
AGCC total	35,5584	34,2804	36,6732	41,11115	38,4545	37,21553	0,484n.s.
Acetato	23,4474	22,8988	24,797	28,282	25,80525	25,04609	0,434n.s.
Propionato	8,4352	8,0798	8,2234	9,103	8,8475	8,53778	0,616n.s.
Butírico	1,7034	1,4064	1,619	1,766	1,749	1,64876	0,725n.s.
Isobutírico	1,1264	1,0698	1,1762	1,28575	1,1295	1,15753	0,656n.s.
Valérico	0,22	0,223	0,28275	0,265	0,25125	0,2484	0,833n.s.
Isovalérico	0,626	0,6026	0,6314	0,47565	0,672	0,60153	0,861n.s.
% AGCC							
Acetato	65,94054	66,79852	67,61613	68,79399	67,10593	67,25102	0,234n.s.
Propionato	23,7221	23,56974	22,42346	22,14241	23,00771	22,97308	0,301n.s.
Butírico	4,790429	4,102636	4,414668	4,295672	4,548232	4,430327	0,373n.s.
Isobutírico	3,167747	3,120734	3,207247	3,127497	2,937238	3,112092	0,574n.s.
Valérico	0,618701	0,650517	0,770999	0,644594	0,65337	0,667636	0,575n.s.
Isovalérico	1,760484	1,757856	1,721693	1,156985	1,74752	1,628908	0,567n.s.
Proporção de AGCC							
Acetato:Propionato	2,779709	2,83408	3,015419	3,106888	2,916671	2,930554	

*probabilidade de correlação entre a variável com os níveis de inclusão de polpa cítrica

n.s. – não houve efeito dos tratamentos sobre os AGCC nas fezes

DISCUSSÃO

Palatabilidade:

A primeira ação realizada pelos animais assim que entraram em contato com os concentrados foi a de cheirar (66,91%), o que demonstra que os equinos apresentam capacidade de escolha e seleção do concentrado preferido através do olfato. Segundo Cairns et al. (2002), o olfato é um dos primeiros mecanismos utilizados pelos equinos para seleção dos alimentos. No desenvolvimento de um produto comercial para essa espécie, grande preocupação se tem para que não haja refuta do produto ofertado devido a possíveis odores desagradáveis aos animais (MEYER, 1995).

Essa capacidade de seleção é reiterada quando se observa a variável primeira escolha, onde os tratamentos com menor nível de inclusão de polpa cítrica (0, 7 e 14%) apresentaram maior preferência (Tabela 3). Os concentrados com 21% e 28% de polpa cítrica tiveram menor porcentagem de escolha, provavelmente, devido ao fato de que os aromas cítricos não são preferidos pelos equinos, como já citado por Bonde e Goodwin (1999) e Kennedy et al. (1999).

Ott et al. (1979), verificando a aceitabilidade e digestibilidade de dietas com inclusão de níveis crescentes de polpa cítrica (0, 15 e 30%), observaram que seis de oito cavalos recusaram a dieta contendo 30% de polpa cítrica, situação não observado no presente estudo quando adicionado 28% de polpa cítrica ao concentrado, sendo que todos os animais consumiram os concentrados.

Em contraposto ao observado no presente estudo, Tribucci et al. (2013), estudando a palatabilidade de dietas com níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica na dieta de equinos (7, 14, 21 e 28%), não observaram efeito dos níveis de inclusão da polpa cítrica sobre a primeira escolha, mas para a primeira ação observaram efeito. A metodologia utilizada nos trabalhos pode ter influenciado nos resultados, uma vez que

Tribucci et al. (2013) utilizaram cochos contínuos dentro de uma baia, enquanto o presente estudo utilizou cochos separados e em redondel (área aberta), além de mais uma vez ao autores observarem forte odor da polpa cítrica, o que não foi observado no presente estudo.

Ammerman e Henry (1991) e Assis et al. (2004)citam que alguns fatores podem alterar a palatabilidade e composição da polpa cítrica, como: variedades dos frutos, inclusão de sementes, retirada ou não dos óleos essenciais, e processos que os frutos e seus resíduos foram submetidos. Essa variação na composição da polpa cítrica pode contribuir na variação no paladar do produto final e com isso pode gerar disparidade entre as pesquisas utilizando este produto (OTT et al., 1979).

Reforçando a distinta capacidade de seleção dos equinos, observou-se maior razão de ingestão (P<0,001) para os concentrados com menores níveis de inclusão (Tabela 3), sendo o concentrado controle o preferido, resultado que assemelham com o observado por Tribucci et al. (2013) e Ott et al. (1979), que também observaram maior preferência pelo concentrado com menor inclusão de polpa cítrica.

Quando considera-se apenas o fator razão de ingestão, e utiliza-se classificação de preferência pelo índice sugerido por Carciofi (2008), o concentrado com 0% de inclusão, foi o preferido, apresentando RI=0,3137 (sendo o valor de referência para preferência RI>0,25), enfatizando a preferência por este nível de inclusão (0%) de polpa cítrica.

Já Manzano et al. (1999) encontraram resultados diferentes em seu estudo com potras em crescimento utilizando três níveis de inclusão de polpa cítrica (0; 7,5 e 15%). A dieta com 15% de polpa cítrica apresentou consumo superior.Este fato pode ser atribuído à metodologia utilizada e a individualidade dos equinos, no presente estudo durante as avaliações os animais receberam apenas os concentrados experimentais, no

protocolo realizado por Manzano et al. (1999) os animais receberam feno e os concentrados testados ao mesmo tempo.

A individualidade dos equinos é um assunto bastante discutido (OTT et al., 1979; BONDE e GOODWIN, 1999; GOODWIN et al., 2005). A grande individualidade apresentada pelo equino (COLLERY, 1974) pode ser um fator de grande interferência na seletividade. Edouard et al. (2008) citam que o consumo pode ser influenciado pela composição química do alimento, porém a quantidade consumida de alimento, quando se varia a composição, não apresenta mesmo comportamento pelos equinos. Este fator pode estar relacionado com a seletividade do equino pelo sabor preferido, refletindo diretamente nos resultados de razão de ingestão.

O uso de testes diferentes em experimentos de palatabilidade e aceitabilidade influenciam sobremaneira nos resultados. Pode-se observar que Ott et al. (1979) e Manzano et al. (1999) citaram a preferência por dietas com inclusão de polpa cítrica, considerando apenas o consumo e sobra das mesmas, enquanto Müller &Udén (2007) aplicaram teste de primeira escolha, porém cada um deles considerando um protocolo, variando principalmente nos tempos de execução e forma de avaliação. O presente estudo considerou um somatório de fatores para explanar sobre a preferência e desta forma, se torna difícil comparar os resultados obtidos com a literatura. Para melhor entender e estudar o campo da preferência e comportamento alimentar, se faz necessário padronizar os testes aplicados.

Digestibilidade aparente das dietas e características físico-químicas das fezes:

Foram observados valores díspares para os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes (Tabela 4) quando comparados com a literatura vigente da área (MANZANO et al., 1999; PERALI et al., 2001; MIRAGLIA et al., 2006; PEIRETTI et al., 2006), que podem ter sido influenciados por fatores como: relação volumoso:concentrado, composição dos ingredientes da dieta e quantidade de alimento fornecida.

A quantidade de feno fornecido em matéria seca por animal no experimento foi de 1% do peso vivo, respeitando o preconizado pelo NRC (2007) de fornecimento de pelo menos 1% do peso vivo do animal em volumoso (feno de *Coast Cross*). A relação volumoso:concentrado utilizada no presente estudo, com base no fornecimento de energia foi de 60:40, representando em base da matéria seca, uma relação de 75:25. Miraglia et al. (2006) estudando a digestibilidade de diferentes relações volumoso:concentrado, observaram que a medida que o concentrado foi incluído em porcentagens maiores, elevados foram os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, energia bruta e proteína bruta.Os mesmos pesquisadores, utilizando dietas com 75:25, mesma relação utilizada no presente estudo, observaram valores de digestibilidade aparente muito semelhantes ao presente trabalho, diferente apenas nos coeficientes de matéria seca e matéria orgânica, que podem ser atribuídos a diferente qualidade de volumoso empregado no estudo. Já Manzano et al. (1999), oferecendo o alimento *ad libitum*, mantendo uma relação volumoso:concentrado de 40:60, obtiveram maiores coeficientes de digestibilidade de nutrientes quando comparado com o presente estudo.

Perali et al. (2001), trabalhando com a substituição de 20% do feno por polpa cítrica, observaram maiores coeficientes de digestibilidade quando comparados com o presente estudo, o que pode ser atribuído ao efeito aditivo observado entre um

ingrediente de qualidade ruim (feno) e um ingrediente de melhor qualidade (concentrado), como também já citado por Figueiredo et al. (1999) e Miraglia et al. (2006), que citam quequando se utiliza uma dieta com alimento concentrado combinado com volumoso de qualidade inferior, a digestibilidade dos nutrientes é favorecida.

O volumoso utilizado no presente estudo apresentou composição química semelhante ao preconizado para feno de *Bermuda Grass* descrito no NRC (2007) e superior aos fenos utilizados porPerali et al. (2001) e Miraglia et al. (2006), e pode ser considerado um feno de boa qualidade para equinos, o que pode ter contribuído para a manutenção dos coeficientes de digestibilidade entre as dietas do presente estudo, combinado com a maior proporção deste ingrediente na dieta total.

A quantidade de polpa cítrica adicionada ao concentrado não alterou a digestibilidade da fração fibrosa, concordando com o observado por Oliveira et al. (2002) adicionando pectina na dieta de cavalos. Segundo estes autores, arápida taxa de passagem dos alimentos nos equinos pode não ter permitido uma eficiente ação dos microrganismos sobre a fibra, não havendo aumento da sua degradação, o que refletiu na não alteração da digestibilidade da FDN e FDA. O mesmo foi observado por Weyenberg et al. (2006), que citam que quanto maior for a relação volumoso:concentrado na dieta, mais rápida será a taxa de passagem através de todo TGI.

Segundo Drogoul et al. (2001), Miraglia et al. (2006) e Braga et al. (2008), a digestibilidade da fração fibrosa diminui com a inclusão de concentrado a dieta. No presente estudo não houve decréscimo na digestibilidade dessa fração, provavelmente pela baixa porcentagem de inclusão de concentrado na dieta, além da qualidade do feno utilizado que forneceu substrato para ação dos microrganismos presentes no intestino grosso dos equinos.

O valor do coeficiente de digestibilidade da energia bruta observado (46,15%) está próximo ao encontrado em dietas compostas apenas por alimento volumoso (ARAÚJO et al., 2000; KARLSSON et al., 2000; PERALI et al., 2001; PEIRETTI et al., 2006) e foi inferior ao observado por Ott et al. (1979) e Manzano et al. (1999),o que pode ser explicado pelas dietas fornecidas pelos citados pesquisadores conterem maior quantidade de concentrado.

A alta porcentagem de volumoso utilizada no presenteestudo pode ter influenciado no baixo coeficiente de digestibilidade da EB observado, dados que concordam com o citado por Oliveira et al. (2003), que relatam que aumento da quantidade de volumoso na dieta diminui a digestibilidade desse nutriente. 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 menor coeficiente de digestibilidade da EB com aumento da porcentagem de feno e menor inclusão de aveia na dieta.

Apesar do coeficiente de digestibilidade da EB observado ter sido menor do que relatado em outras pesquisas utilizando polpa cítrica (MANZANO et al., 1999; MIRAGLIA et al., 2006), os valores não diferiram entres os níveis de inclusão de polpa cítrica (Tabela 4), indicando que a inclusão desse ingrediente não alterou negativamente a digestibilidade da energia bruta. O constante valor observado entre os tratamentos, também pode ser explicado pela manutenção dos níveis de digestibilidade da FDN e FDA (OLIVEIRA et al., 2002), que proporcionaram substrato constante entre as dietas para degradação pelos microrganismos para produção de energia.

A inclusão de fibra na dieta aumenta a motilidade intestinal, o que pode prejudicar a digestibilidade dos nutrientes no intestino delgado (DARLINGTON & HERSHBERGER, 1968; WOLTER, 1975; VANDER NOOT & GILBRAITH,

1970;EASTWOOD, 1992), explicando, assim, o baixo valor de digestibilidade da energia bruta observado no presente estudo.

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

Não houve efeito dos tratamentossobre a cor das fezes (P>0,05), sendo atribuída a coloração esverdeada. Esse parâmetro é influenciado, principalmente, pelo volumoso utilizado (FILGUEIRAS et al., 2009), sendo conferida a coloração observada no presente estudo às características do feno e quantidade fornecida (75% de feno *Coast Cross* com base na matéria seca).

A consistência das fezes observada no presente estudo foi classificada como normal,sugerindo que a inclusão de polpa cítrica na dieta não promove produção de ácido lático, com consequente fluidificação das fezes, o que pôde ser comprovado pela manutenção do pH, capacidade tamponante (Tabela 5) e pela predominância de ácido acético nas fezes (Tabela 6).

O pH fecal não foi influenciado (P>0,05)pelos tratamentos (Tabela 5). O valor médio observado no presente estudo (6,62)é considerado apropriado para a atividade das bactérias celulolítica que fermentam os carboidratos da parede celular, produzindo AGCC que são absorvidos no IG (MEYER, 1995; PAGAN, 1998; JULLIAND et al., 2001; BROKNER et al., 2012), como comprovado pela predominância de ácido acético nas fezes verificado no presente estudo (Tabela 6).

A capacidade tamponante conferida a fezes pode estar relacionada às trocas iônicas no momento da absorção dos AGCC, que ocorre através da absorção do íon sódio (Na+) na membrana apical das células absortivas em troca com o íon hidrogênio (H+), esse processo pode estar diretamente ligado à troca entre o cloro (Cl) e bicarbonato (HCO_3)(EASTWOOD, 1992; SNEDDON & ARGENZIO, 1998), processo que de acordo com Van Soest et al. (1991),é essencial para mantença do pH em níveis adequados, como evidenciado no presente estudo.

A relação volumoso:concentrado (75:25), com base na matéria seca da dieta, pode ter colaborado com as condições favoráveis do IG para as populações das bactérias celulolíticas, o que pode ser comprovado pela observação da maior produção média de acetato, em relação ao outros AGCC (Tabela 6), dados que corroboram com o observado por Hoffman (2009), que cita que em dietas com maior quantidade de volumoso, o principal AGCC produzido é o acetato.

Segundo o NRC (2007) e Moore-Colyer et al. (2000), elevadas quantidade de grãos na dieta levam a maior produção de propionato e lactato, com consequente queda no pH, o que não foi observado quando se avalia a concentração de AGCC (Tabela 6) e o pH das fezes (Tabela 5), o que indica que os principais substratos utilizados para a fermentação no IG foram os carboidratos lentamente e rapidamente fermentáveis, com predominância de produção de ácidos fracos.

A quantidade e qualidade da fibra presente nas dietas para equinos podem alterar o transito intestinal, provocando alterações nas características das fezes (MEYER, 1995; LEWIS, 2000).Os tratamentos utilizados no presente estudo forneceram alta quantidade de fibra (75% de feno com base na MS) como substrato para os microrganismos, não havendo assim, alta produção de ácido lático, o que é observado através dos valores de pH obtidos no presente estudo (Tabela 5). A fibra também possui alta capacidade

tamponante através da troca de cátions e íons metálicos (VAN SOEST et al., 1991). Seguindo esse conceito, não houve redução na capacidade tamponante no presente estudo (Tabela 5), o que demonstra que os animais recebendo as dietas com níveis crescentes de polpa cítrica, ingrediente considerado como "super fibra" (DUREN, 2000) conseguiram manter o pH fecal acima de 6,0, visto como ideal para fermentação das bactérias celulolíticas (MEYER, 1995).

5. CONCLUSÃO

Os cavalos têm a capacidade de identificar a presença da polpa cítrica nos concentrados, preferindo os concentrados sem inclusão.

A adição de até 28% de polpa cítrica na dieta não afeta negativamente a digestibilidade dos nutrientes e as características físico-químicas das fezes, sendo uma alternativa de ingrediente energético na formulação de dietas para equinos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. Q.; VALADARES FILHO, S. C.; LEÃO, M. I.; DONZELE, J. L.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R. Digestibilidade Aparente Pré-cecal, Pós-ileal e Total da

Proteína do Milho e do Farelo de Soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.530-537, 1999.

ALMEIDA, F. Q.; SILVA, V. P. Progresso científico em equideocultura na 1ª década do século XXI. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.119-129, 2010.

ANDRIGUETTO J. M.; PERLY, L.; MINARDI I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J.S.: SOUZA G.A.; BONA FILHO, A. **Nutrição Animal.** 3.ed. São Paulo: Nobel, 1999.

AMMERMAN, C.B.; HENRY, P.R. Citrus and vegetable products for ruminant animals. In: **Proceedings...** Alternative Feeds for Dairy and Beef Cattle, St Louis, MO, p.103-110. 1991.

ARAÚJO, K. V.; LIMA, J. A. F.; FIALHO, E. T.; TEIXEIRA, J. C. Comparação da Técnica do Saco de Náilon Móvel com o Método de Coleta Total para Determinar a Digestibilidade dos Nutrientes de Alimentos Volumosos em Equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29(3):752-761, 2000.

ARGENZIO, R. A. Digestão e absorção dos carboidratos, gorduras e proteínas. In: Dukes, H. H., **Fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, Cap. 19, p. 330-342, 1996.

ARRUDA, A. M. V.; RIBEIRO, L. B.; PEREIRA, E. S. Avaliação de alimentos alternativos para cavalos adultos da raça Crioulo. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.38, n.1, p. 61-68. 2009.

ASSIS, A. J.; CAMPOS, J. M. S.; FILHO, S. C. V.; QUEIROZ, A. C.; LANA, R. P.; EUCLYDES, R. F.; NETO, J. M.; MAGALHÃES, A. L. R.; SANDRO DE SOUZA MENDONÇA, S. S. Polpa Cítrica em Dietas de Vacas em Lactação. 1. Consumo de Nutrientes, Produção e Composição do Leite. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.33, n.1, p.242-250, 2004.

Association of Official Analytical Chemistry - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1025p. 1995.

BAMPIDIS, V. A.; ROBINSON, P. H. Citrus by-products as ruminant feeds: A review. **Animal Feed Science and Technology** 128, 175–217, 2006.

BERG, E. L.; FU, C. J.; POTTER, J. H.; KERLEY, M. S. Fructooligosaccharide supplementation in the yearling horse: effects on fecal pH, microbial content, and volatile fatty acid concentrations. **Journal of AnimalScience**, v.83, n.7, p.1549-1553, 2005**.**

BETZ, N. L.; LANTER, K. J. **Citric acid in horse feeds**. Ralston Purina Company, St. Louis, Mo. Appl. N° 878,334, 1980.

BONDE, M.; GOODWIN, D. Behaviour of stabled horses when present with different odours. **EquineVeterinaryJournalSupplements**, v.28, n.60, p.1-2, 1999.

BRAGA, A. C.; ARAÚJO, K. V.; LEITE, G. G.; MASCARENHAS, A. G. Níveis de fibra em detergente neutro em dietas para equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.37, n.11, p.1965-1972, 2008.

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

BROKNER, C.; AUSTBO, D.; NAESSET, J. A.; KNUDSEN, K. E. B.; TAUSON, A. H. Equine pré-caecal and total tract digestibility of individual carbohydrate fractions and their effect on caecal pH response. **Arch. Anim. Nutr.,** v.66, n.6, p.490-506. 2012.

CAIRNS, M. C.; COOPER, J. J.; DAVIDSON, H. P. B.; MILLS, D. S. Association in horses of orosensory characteristics of foods with their post-ingestive consequences. **Animal Science**, 75: 257-265 1357-7298/02/10910257$20·00, 2002.

CARCIOFI, A. C.; OLIVEIRA, L. D.; VASCONCELLOS, R. S. **III Curso teórico prático sobre nutrição de cães e gatos: uma visão Industrial**. 2008. 49f. Apostila UNESP/FUNEP, Jaboticabal, 2008.

COLLERY, L. Observations of equines animals under farm and feral conditions. **Equine Veterinary Journal**. vol.6, pg.170-173, 1974.

DALY, K.; STEWART, C. S.; FLINT, H. J.; SHIRAZI-BEECHEY, S. P. Bacterial diversity within the equine large intestine as revealed by molecular analysis of cloned 16S rRNA genes. **FEMS Microbiology Ecology** 38, 141-151. 2001.

DARLINGTON, J. M.; HERSHBERGER, T.V. Effect of forage maturity on digestibility, intake and nutritive value of alfafa, timothy and orchardgrass by equine. **Journalof Animal Science**, v.27, n.6, p.1572-1576, 1968.

DITTRICH, J. R.; MELO, H. A.; AFONSO, A. M. C. F.; DITTRICH, R. L. Comportamento ingestivo de equinos e a relação com o aproveitamento das forragens e bem-estar dos animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.130-137, 2010.

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

DROGOUL, C.; DE FOMBELLE, A.; JULLIAND,V. Feeding and microbial disorders in horses: 2: effect of three hay:grain ratios on digesta passage rate and digestibility in ponies. **Journal of Equine Veterinary Science**, Volume 21, Number 10, 2001.

DUMONT, B. Diet preferences of herbivores at pasture. **Annales de Zootechnie**, v.46, p.105-116, 1997.

DUREN, S., Feeding the endurance horse, **Kentucky equine Research, Inc**. p. 351-363, 2000.

EASTWOOD, M. A. The physiological effect of dietary fiber: an update. **Annual Review of Nutrition,** Palo Alto, v. 12, p. 19-35, 1992.

EDOUARD, N.; FLEURANCE, G.; MARTIN-ROSSET, W. et al. Voluntary intake and digestibility in horses: effect of forage quality with emphasis on individual variability. **Animal and The Animal Consortium**, v.2, n.10, p.1526-1533, 2008.

Food and Agriculture Organization - FAO. 2013. United Nations. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=573#ancor> Acesso em: 14/02/2013.

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.; MELO, U. P.; FERREIRA, C.; SÍLVIA ARAÚJO FRANÇA, A.; SHIMODA, E. 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, out./dez. 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.**JournalofEquineVeterinary Science**, v.21, n.9, p.439-445, 9 set 2001.

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

FURTADO, C. E.; BRANDI, R. A.; RIBEIRO, L. B. Utilização de coprodutos e demais alimentos alternativos para dietas de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.214-223, 2011.

GODOI, F. N.; ALMEIDA, F. Q.; GUARIENTI, G. A.; SANTIAGO, J. M.; GUEDES JÚNIOR, D.; NOGUEIRA, Y. C.; BRASILEIRO, L. S. Perfil hematólogico e características das fezes de equinos consumindo dietas hiperlipidêmicas.**Ciência Rural**, v. 39, n.9, p.2571-2577, dez. 2009.

GONÇALVES, S.; LEBLOND, A.; DROGOUL, C.; JULLIAND, V. Using feces characteristics as a criterion for the diagnosis of colic in the horse: a clinical review of 207 cases. **Revue de Méd. Vét**.n.157, v.1, p.3-10. 2006.

GOODWIN, D.; DAVIDSON, H. P. B.; HARRIS, P. Sensory varieties in concentrate diets for stabled horses: effects on behaviour and selection. **Applied Animal Behaviour Science**,90, 337–349, 2005.

HOFFMAN, R.M.; WILSON, J.A.; KRONFELD, D.S.; COOPER,W.L.; LAWRENCE, L. A.; SKLAN, D.; HARRIS, P.A. Hydrolyzablecarbohydrates in pasture, hay, and horse feeds: direct assay andseasonal variation. **Journal of Animal Science**, v.79, p.500-506, 2001.

HOFFMAN, R. M. Carbohydrate metabolism and metabolic disorders in horses. **R. Bras. Zootec.,** v.38, p.270-276 (supl. especial). 2009.

HUSSEIN, H. S., VOGEDES, L. A., FERNANDEZ, G. C. J.; FRANKENY, R. L. 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. **J. Anim. Sci**. 82:1986–1996. 2004.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2241&id_pagina=1> Acesso em: 14/02/2013.

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.

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.

KENNEDY, M. A. P.; CURRIER T.; GLOWAKY, J.; PAGAN, J. D. The Influence of Fruit Flavours on Feed Preference in Thoroughbred Horses. **Kentucky Equine Research**, Inc., Versailles, KY. Pp 70-72. 1999.

KUNKLE, W. E.; STEWART, R. L.; BROWN, W. F. **Using byproduct feeds in supplementation programs**. Universityof Florida-Departmentof Animal Sciences. 1999.

LEWIS, L. **Nutrição Clínica Equina: Alimentação e Cuidados**. São Paulo: Roca, 2000. 710 p.

LIMA, R. A. S.; SHIROTA, R.; BARROS, G.S.C. **Estudo do complexo do agronegócio cavalo**. Piracicaba: ESALQ/USP, 250p. 2006.

MANZANO, A.; FREITAS, A. R.; ESTEVES, S. N.; NOVAES, N. J. Polpa de citros peletizada na alimentação de equinos. **RevistaBrasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1327-1332, 1999.

MARTIN, P.; BATÉSON, P. Measuring Behavior: An Introductory Guide. **Cambridge University Press**, Cambridge-UK. 3 ed. 1986.

MEDINA, B.; GIRARD, I. D.; JACOTOT, E.; JULLIAND, V. Effect of a preparation of *Saccharomyces cerevisiae*on microbial profiles andfermentation patterns in the large intestine of horses fed a high fiber or a high starch diet. **Journalof Animal Science**, 80:2600-2609. 2002.

MENEGHETTI, C. C.; DOMINGUES, J. L. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n 2, p.512-536, Março/Abril 2008.

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

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA, 2013. Disponível em: < http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/equideos> Acesso em: 14/02/2013.

MIRAGLIA, N.; BERGERO, D.; POLIDORI, M.; PEIRETTI, P. G.; LADETTO, G. The effects of a new fibre-rich concentrate on the digestibility of horse rations. **Livestock Science** 100, 10–13. 2006.

MOORE-COLYER, M. J. S.; HYSLOP, J.J.; LONGLAND, A.C.; CUDDEFORD, D. Intra-caecal fermentation parameters in ponies fed botanically diverse fibre-based diets. **Animal Feed Science and Technology**. 84, 183-197. 2000.

MORGADO, E. S.; GALZEANO, L. A Importância dos Carboidratos na Alimentação dos Equinos.**Revista electrónica de Veterinária**, Vol. IX, Nº 10, 2008.

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

MÜLLER, M.; PRADO, I. N. Metabolismo da pectina em animais ruminantes. Uma revisão. **Varia Scientia**, vol.04, nº08, p. 45-56, dezembro de 2004.

MÜLLER, C. E.; UDÉN, P. Preference of horses for grass conserved as hay, haylage or silage. **Anim. Feed Sci. Technol**, 132, 66-78. 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of domestic horses**. 6.ed. Washington, D.C.: NationalAcademyof Science, 341p, 2007.

OLIVEIRA, G. J. C.; LIMA, J. A. F.; ARAÚJO, K. V.; FIALHO, E. T.; BERTECHINI, A. G.; PÉREZ, J. R. O.; FREITAS, R. T. F. Influência da Adição de Pectina e Farelo de Soja sobre a Digestibilidade Aparente de Nutrientes, em Equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1184-1192, 2002.

OLIVEIRA, C. A. A.; ALMEIDA, F. Q.; VALADARES FILHO, S. C.; VIEIRA, A. A.; ALMEIDA, M. I. V.; CORASSA, A.; LOPES, B. A.; MACEDO, R. Estimativa da Digestibilidade Aparente de Nutrientes em Dietas para Eqüinos, com o Uso de Óxido Crômico e Indicadores Internos. **RevistaBrasileira de Zootecnia** v.32, n.6, p.1681-1689, 2003.

OTT, E. A.; FEASTER, J. P.; LIEB, S. Acceptability and digestibility of dried citrus pulp by horses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.49, n.4, p.983-987, 1979.

PAGAN, J. D. **Advances in equine nutrition**. Kentucky, USA: Kentucky Equine Research, p.57-70. 1998.

PEIRETTI, P. G.; G. MEINERI, G.; MIRAGLIA, N.; MUCCIARELLI, M.; BERGERO, D. Intake and apparent digestibility of hay or hay plus concentrate diets determined in horses by the total collection of feces and n-alkanes as internal markers. **Livestock Science** 100, 189–194. 2006.

PERALI, C; FREITAS, J. A. L.; FIALHO, E. T.; BERTECCHINI, A. G.; VILELLA A. K. Valores nutricionais de alimentos para eqüinos. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v.25, n.5, p.1216-1224, 2001.

PERASSOLI, E. Equideocultura: 2010 foi um ano de grandes negócios envolvendo toda a cadeia de equinos (13/01/2011). Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/noticias/clipping/equideocultura-registra-crescimento-em-mt_152209.html>. Acesso em: 21 de novembro de 2013.

QUADROS, J. B. S.; FURTADO, C. E.; BARBOSA, E. D.; ANDRADE, M. B.; TREVISAN, A. G. Digestibilidade Aparente e Desenvolvimento de Equinos em Crescimento Submetidos a Dietas Compostas por Diferentes Níveis de Substituição do Feno de Tifton 85 pela Casca de Soja. **RevistaBrasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.564-574, 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**, v.84, n.11, p.402-407, 2006.

ROGUET, C.; DUMONT, B.; PRACHE, S. Selection and use of feeding sites and feeding stations by herbivores: A review. **Animal Zootechnie**. 47, 225-244, 1998.

SALTER, R. E.; HUDSON, R. J. Feeding ecology of feral horses in western. **Journalof Range Management**, v.32, p.221-225, 1979.

SALVADOR, S. C. **Suplementação com milho e minerais orgânicos em dietas com alto teor de polpa cítrica para vacas em lactação**. Universidade Federal de Lavras, 2006. Tese de Doutorado em Produção Animal, 2006.

SANTOS, T. M.; ALMEIDA, F. Q.; GODOI, F. N.; 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, set. 2009.

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

SCHNEIDER, B. H.; FLATT, W. P. The evaluation of feeds through digestibility experiments. Anthens: **University of Georgia**, 423p., 1975.

SNEDDON, J. C.; ARGENZIO, R. A. Feeding strategy and water homeostasis in equids: the role of the hind gut. **Journal of Arid Environments**. 38: 493–509. 1998.

TRIBUCCI, A. M. O.; BRANDI, R. A.; BALIEIRO, J. C. C.; TITTO, E. A. L.; BUENO, I. C. S. Palatability of horse diets containing citrus pulp (*Citrus sinensis*) through the preference test. **Italian Journal of Animal Science**, v.12:e.33. 2013.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press. p. 476. 1982.

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

VANDER NOOT, G. W.; GILBRAITH, E. B. Comparative digestibility of components of forages by geldings and steers. **Journalof Animal Science**, v.31, p.351-355, 1970.

VEIGA, I. R. F. M.; GONÇALVES, L. C.; MACHADO, F. S.; RIBEIRO JR, G. O. Polpa de beterraba na alimentação de gado de leite. In: GONÇALVES, L. C.;

BORGES, I.; FERREIR, P. D. S. **Alimentos para Gado de Leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, p. 132-136. 2009.

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**. 93, 331-338.2008.

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

WOLTER, R. **Alimentacion del caballo**. 2.ed. Zaragoza: Acribia, 172p., 1975.

ZEYNER, A.; GEIBLER, C.; DITTRICH, A. Effects of hay intake and feeding sequence on variables in faeces and faecal water (dry matter, pH value, organic acids, ammonia, buffering capacity) of horses. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.88, n.1, p.7- 19, 2004.