UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Ássuka Marina Godoy Kabe

**Palatabilidade, Qualidade de Fezes e Digestibilidade
Aparente de Equinos Submetidos a Dietas com
Diferentes Níveis de Inclusão de Casca de Soja**

Pirassununga,
2013

ÁSSUKA MARINA GODOY KABE

**Palatabilidade, Qualidade de Fezes e Digestibilidade
Aparente de Equinos Submetidos a Dietas com
Diferentes Níveis de Inclusão de Casca de Soja**

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

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientador: Prof^a. Dr^a. Roberta Ariboni Brandi

Versão Corrigida

Pirassununga,
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

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

Kabe, Ássuka Marina Godoy

Palatabilidade, Qualidade de Fezes e Digestibilidade Aparente de Equinos Submetidos a Dietas com Diferentes Níveis de Inclusão de Casca de Soja/ Ássuka Marina Godoy Kabe. – 2013.

77 p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Departamento de Zootecnia, 2013.

Orientação: Prof.^a Dr.^a Roberta Ariboni Brandi, Departamento de Zootecnia.

1. Cavalos 2. Coprodutos 3. Teste de preferência 4. Digestibilidade
- I. Título

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado á todos os cavalos e a todas as pessoas que por algum motivo cruzaram meu caminho. Àqueles que continuam ou que já tomaram outras trilhas, impulsionados pela vida e pelo coração. Obrigada por todo o riso, palhaçadas, drama e discussões.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por me dar saúde, força e prosperidade para continuar na luta em busca dos meus sonhos.

À minha mãe pela força de cada dia. Você me ensina uma coisa nova a cada momento.

À Prof^a. Dr^a. Roberta Ariboni Brandi, não só pela orientação, mas também pela amizade, carinho, respeito, incentivo, dedicação e colaboração em todos os momentos, e principalmente, pela confiança depositada em mim em todos esses anos. Obrigada, você sempre será parte da minha vida.

Aos funcionários do Setor de Equideocultura da FZEA-USP, Valdir da Silva e Roberlei pelo total apoio, por sempre me tratarem com muito respeito, carinho e amizade. Obrigada, pela ajuda!

Ao Prof. Dr. Ives Cláudio da Silva Bueno, por toda colaboração e dedicação. E ao Prof. Dr. Júlio Cesar de Carvalho Balieiro pelo auxílio nas análises estatísticas, a Dr. Rosana pelo grande auxílio nas análises estatísticas e no texto deste trabalho.

Às Técnicas do Laboratório de Bromatologia, Roseli Sengling Lacerda e Rosilda Clarete Loura, pela disposição em ajudar e toda atenção prestada.

Aos estagiários e alunos de Graduação, Amanda, Aline (Lili), Bárbara (Babi), Camilla (Perla), Daniela (Tchan), Érika (Keka), Gabriela (Gabi), Laise (Jão), Mariana (Boing), Thaís (Tata), Thiago (Pomada), Olivia (Olivet), Lana e Mariusa (Naxa) pela total colaboração no experimento, pelo comprometimento e respeito, sem os quais não seria possível realizar o experimento. Obrigada, de coração! Sem vocês nada disso teria acontecido!

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, pela contribuição na minha formação acadêmica.

À Capes, pelo auxílio financeiro para realização do Mestrado.

EPÍGRAFE

RESUMO

KABE, A. M. G. **Palatabilidade, digestibilidade aparente e qualidade de fezes de equinos submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de casca de soja.** 2012. 69f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

Com o objetivo de avaliar o efeito da inclusão de níveis crescentes de casca de soja (0, 7, 14, 21 e 28%) no concentrado para equinos, foram realizados dois experimentos, ambos conduzidos no Setor de Equideocultura da Prefeitura do Campus de Pirassununga da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. O primeiro experimento consistiu em ensaio de palatabilidade, composto pela análise conjuntas das variáveis: primeira ação (ação realizada pelo animal assim que entrou em contato com os concentrados, cheirou ou comeu), primeira escolha (primeiro concentrado efetivamente ingerido pelo animal), e razão de ingestão (quantidade de cada um dos concentrados ingerida em relação ao total consumido, em um período de 3 minutos). Para tanto, foram utilizados dez equinos, em delineamento inteiramente casualizado. Foi observado efeito ($p < 0,05$) para a primeira ação, sendo que 37,19% dos animais cheiraram e 62,81% dos animais ingeriram os concentrados. Já, para as variáveis primeira escolha e razão de ingestão, não foi observada diferença ($p > 0,05$), demonstrando-se que a preferência e consumo de cada um dos concentrados foram semelhantes. No segundo experimento realizou-se ensaio de digestibilidade aparente dos nutrientes e características físico-químicas das fezes. Cinco éguas dispostas em delineamento quadrado latino 5x5, foram utilizadas. A dieta utilizada apresentou 60% de volumoso (feno de *Coast-Cross*) e 40% de concentrado, visando atender as exigências nutricionais da categoria animal. Realizaram-se análises para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HC) e energia Bruta (EB), nutrientes para os quais foi determinada a digestibilidade aparente. As características físico químicas das fezes foram analisadas avaliando-se as concentrações de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) o pH, a capacidade tamponante a 5 e a 6, e características de cor e consistência das fezes. Não foi observado efeito ($p > 0,05$) dos níveis de inclusão sobre os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes, bem como não houve efeito ($p > 0,05$) sobre as características físico-químicas das fezes. Os Coeficientes de digestibilidade dos nutrientes encontram-se dentro dos valores preconizados pela literatura, sendo os coeficientes médios de digestibilidade aparente de MS, MO, FDN, FDA, HC, PB, EE,

EB, respectivamente de: 53,67; 54,71; 47,04; 39,50; 54,08; 66,74 e 83,73%. O pH médio observado foi de 6,4 e a capacidade tamponante ao pH 5 (CT5) e capacidade tamponante ao pH 6 (CT6) médias foram respectivamente de 14,09 e 4,41 (mmol/l). Para as características físicas das fezes, cor e consistência, 100% das fezes apresentaram-se esverdeadas e 90% normais, evidenciando que não houve alteração deletéria no intestino grosso dos equinos. A casca de soja pode ser incluída em dietas para equinos, em níveis de até 28% do concentrado, sem causar efeito deletério sobre a digestibilidade dos nutrientes da dieta e sobre a palatabilidade dos concentrados, além de não apresentarem efeito deletério sobre as características físico-químicas das fezes, sugerindo manutenção da saúde do trato digestório.

Palavras-chave: cavalos, capacidade tamponante, coprodutos, teste de preferência.

ABSTRACT

KABE, A. M. G. **Palatability, apparent digestibility and fecal quality of horses fed diets with different levels of inclusion of soybean hulls**. 2012. 69f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

Aiming to evaluate the effect of increasing levels of soybean hulls (0, 7, 14, 21 and 28%) in horses concentrate, two experiments were conducted in the Equideocultura Sector of Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos City Hall. The first experiment was the palatability test, composed by the joint analysis of variables: first action (action performed by the animal as soon as it came in contact with the concentrates: smelled or ate), first choice (first concentrate effectively ingested by the animal), and ratio intake (amount of each one concentrate ingested in the total consumed, over a period of 3 minutes). Thus, ten horses were used in a completely randomized test. Effect was observed ($p < 0.05$) for the first action, with 37.19% of the animals sniffed and 62.81% of the animals ingested the concentrates. As for the variables: first choice and ratio of intake, there was no difference ($p > 0.05$), demonstrating that the preference and consumption of each one of the concentrates were similar. The second experiment conducted was the nutrient digestibility test and physicochemical characteristics of the feces. Five mares were used, arranged in 5x5 Latin Square design. The diet had 60% roughage (Coast Cross hay) and 40% concentrate, to meet the nutritional requirements of the animal category. Analysis were made to determine the dry matter (DM), mineral matter (MM), organic matter (OM), ether extract (EE) and crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) detergent fiber acid (ADF), hemicellulose (HC) and gross energy (GE), and the apparent digestibility was determined for each nutrient. The physicochemical characteristics of feces were analyzed by evaluating the short chain fatty acids (SCFA) concentrations, pH, buffering capacity (BC) at 5 and 6, and color and faeces consistency. There was no effect ($p > 0.05$) for the inclusion level on the nutrients digestibility, and there was no effect ($p > 0.05$) on the feces physicochemical characteristics. The digestibility coefficients of nutrients are within the levels recommended by the literature, and the apparent digestibility of DM, OM, NDF, ADF, HC, CP, EE, EB, were: 53.67; 54.71; 47.04, 39.50, 54.08, 66.74 and 83.73%, respectively. The average pH observed was 6.4 and the BC5 and BC6 medium were 14.09 and 4.41 (mmol / l) respectively. For the feces physical characteristics, color and consistency of the feces, 100% showed green color and 90% was normal, indicating no deleterious changes in the equine large intestine.

Soybean hulls can be included in the horses diet at levels up to 28% of the concentrate, without causing deleterious effect on the nutrients digestibility and the concentrates palatability, and there wasn't deleterious effect on the faeces physicochemical characteristics, suggesting maintenance of the digestive tract healthy.

Keywords: buffering capacity, byproducts, horses, preference test.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura geral das substâncias pécticas (Souza e Neves, 2012) 13

Figura 2- Disposição dos concentrados e do observador no redondel utilizado para o teste de palatabilidade. 26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição percentual dos concentrados experimentais.....	25
Tabela 2 - Frequência relativa da primeira escolha dos concentrados e médias observadas da taxa de consumo dos concentrados com níveis crescentes de casca de soja.....	28
Tabela 3 - Composição percentual dos concentrados experimentais.....	37
Tabela 4 - Composição química dos concentrados, fenos e das dietas experimentais.	38
Tabela 5 - Coeficiente de digestibilidade aparente de matéria seca (CDaMS), proteína bruta (CDaPB), extrato etéreo (CDaEE), fibra em detergente neutro (CDaFDN), fibra em detergente ácido (CDaFDA), hemicelulose (CDaHEM), matéria orgânica (CDaMO) e energia bruta (CDaEB).	42
Tabela 6 - Valores médios de pH, CT5 e CT6 (mmol/L) das fezes de equinos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de casca de soja	45
Tabela 7 - Concentração e relação entre ácidos graxos de cadeia curta nas fezes de equinos alimentados com níveis crescentes de inclusão de casca de soja.	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOAC – Association of Official Analytical Chemistry
AGCC – Ácidos Graxos de Cadeia Curta
Ca – Cálcio
CDa – Coeficiente de digestibilidade aparente
CDaFDA – Coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente ácido
CDaFDN – Coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro
CDaHC – Coeficiente de digestibilidade aparente da hemicelulose
CDaMS – Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca
CDaPB – Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta
CHO – Carboidrato
CNF – Carboidrato não fibroso
CT – Capacidade tamponante
EB – Energia bruta
ED – Energia digestível
EE – Extrato etéreo
EM – Energia metabolizável
FB – Fibra bruta
FDA – Fibra em detergente ácido
FDN – Fibra em detergente neutro
FZEA – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
g – Grama
HEM – Hemicelulose
ID – Intestino delgado
IG – Intestino grosso
kg – Kilograma
mg – Miligrama
MM – Matéria mineral
MO – Matéria orgânica
MS – Matéria seca
NRC – *National Research Council*
P – Fósforo
PB – Proteína bruta
PNA – Polissacarídeos não amiláceos
QL – Quadrado Latino
SAS – *Statistical Analysis System*

USP – *Universidade de São Paulo*

VO₂ max – Consumo máximo de oxigênio

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	xi
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xiii
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 HIPÓTESE E OBJETIVO GERAL	4
3 REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1 Fisiologia digestiva dos equinos	5
3.2 Nutrição de equinos	7
3.2.1 <i>Base da alimentação de equinos</i>	7
3.2.2 <i>Os alimentos tradicionalmente usados na dieta de equinos</i>	8
3.2.3 <i>O uso de coprodutos com fibras fermentescíveis para equinos</i>	9
3.2.4 <i>A casca de soja</i>	11
3.2.5 <i>Digestibilidade de coprodutos com fibras fermentescíveis para equinos</i>	14
3.2.6 <i>Qualidade de fezes: pH, capacidade tamponante e concentração de ácidos graxos de cadeia curta</i>	16
4 OBJETIVOS	22
4.1 Objetivo Geral	22
4.2 Objetivos Específicos	22
5 ENSAIO DE PALATABILIDADE DE DIETAS CONTENDO NÍVEIS CRESCENTES DE CASCA DE SOJA PARA EQUINOS ATRAVÉS DE TESTE DE PREFERÊNCIA (EXPERIMENTO 1)	23
5.1 Introdução	23
5.2 Material e Métodos	24
5.2.1 <i>Local, Animais e Períodos Experimentais</i>	24
5.2.2 <i>Análise de resultados</i>	27
5.3 Resultados e discussão	27
5.4 Conclusões	29
6 QUALIDADE DE FEZES E DIGESTIBILIDADE APARENTE DE DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO DE CASCA DE SOJA PARA EQUINOS (EXPERIMENTO 2)	30
6.1 Introdução	30
6.2 Material e métodos	36

6.2.1	<i>Local, animais e períodos experimentais</i>	36
6.2.2	<i>Dieta Experimental</i>	37
6.2.3	<i>Coleta de fezes, análises bromatológicas e digestibilidade</i>	38
6.2.4	<i>Determinação dos ácidos graxos de cadeia curta das fezes</i>	39
6.2.5	<i>Determinação do pH, capacidade tamponante das fezes</i>	40
6.2.6	<i>Delineamento experimental</i>	41
6.3	Resultados e discussão.....	41
6.3.1	<i>Digestibilidade aparente</i>	41
6.3.2	<i>Qualidade de fezes: capacidade tamponante e ph</i>	44
6.4	Conclusões	48
7	CONCLUSÕES GERAIS.....	49
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1 INTRODUÇÃO GERAL

O mercado equino no Brasil movimenta aproximadamente 7,3 bilhões de reais por ano gerando diretamente cerca de 640 mil empregos, sendo o rebanho brasileiro o terceiro maior do mundo girando em torno de 5,9 milhões de animais (MAPA, 2012). A expectativa é que nos próximos anos esses números se alterem positivamente, principalmente no que diz respeito aos animais de alto valor agregado. Em função da maior popularidade do segmento esportivo, que deu ao Brasil resultados expressivos em jogos olímpicos, mundiais e copas do mundo, gerou-se um aumento da procura por escolas de equitação. Além disso, o Brasil tem se firmado no cenário internacional como país exportador de cavalos, principalmente para outros países do continente americano, tanto de hipismo, quanto de corrida e modalidades western (TRIBUCCI, 2011).

Com essa expansão, torna-se maior a preocupação com os fatores de produção dos animais criados e utilizados para as competições e exposições, e a busca por uma boa alimentação se torna um dos fatores mais relevantes para atender as necessidades dos animais e contribuir para seu máximo desempenho.

Os principais ingredientes utilizados na formulação de rações para equinos são o milho, a soja e o trigo (FURTADO et al., 2011). O feno também constitui alimento tradicional para equinos em todo o mundo, em especial o de alfafa. No Brasil, os fenos mais tradicionalmente utilizados são os de gramíneas, como o de *Coast-Cross* e o *Tifton* (FURTADO et al., 1999).

A elevação do custo destes ingredientes comumente utilizados aumenta o custo de produção. Com isso, torna-se necessário avaliar as possibilidades de utilização de alimentos alternativos de boa qualidade, que possuam menor custo, permitindo assim, manter o patamar atual de produção. Sobrepondo a questão dos custos, a Equideocultura tem como principal objetivo o desempenho, para o qual são investigados ingredientes que possam contribuir, como é o caso do surgimento das “super-fibras” (DUREN, 2000), que não causam efeitos deletérios a saúde do animal.

Os concentrados tradicionais possuem grãos que apresentam elevado teor de amido e que promovem respostas glicêmicas elevadas, podendo levar os animais a desvio de comportamento e a doenças associadas como a sensibilidade a insulina. Entretanto, o ingrediente rico em fibras, diminui esta resposta (BRAGA, 2008). A substituição de cereais do concentrado ricos em amido por ingredientes alternativos,

como a casca de soja, polpa cítrica ou polpa de beterraba, ricos em fibras de fácil fermentação pode diminuir os riscos de problemas relacionados à fermentação do amido do intestino grosso (LINDBERG; KARLSSON, 2001). A pesquisa com a utilização de coprodutos para equinos vêm sendo realizada desde 1979 com OTT et al. que avaliaram a substituição de aveia por polpa cítrica. A partir de então é realizada a avaliação de ingredientes alternativos, em especial os coprodutos, ou resíduos da indústria de processamento de grãos (FURTADO; BRANDI; RIBEIRO, 2011). QUADROS et al. (2004) citam que dietas para equinos em crescimento podem ser formuladas com substituição parcial e total do feno de Tifton 85 pela casca de soja sem afetar a digestibilidade da proteína bruta, sendo que a digestibilidade da matéria seca (MS), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) aumentaram de acordo com o nível de substituição de casca de soja. O melhor nível de inclusão indicado pelos autores é o de 40% da matéria seca, sem prejuízo sobre o desempenho dos animais.

Diversos autores estudando a inclusão de casca de soja (PERALI et al., 2001; ANDRADE, 2002; COVARDALE et al., 2004; QUADROS et al., 2004; ARRUDA et al., 2009) citam que este ingrediente pode constituir-se de uma alternativa viável de alimento sem apresentar prejuízo aos animais. Pode-se destacar o uso da casca de soja como fonte de fibra de fácil fermentação na dieta de equinos (OTT; KIVIPELTO, 2002; COVARDALE et al., 2004; QUADROS et al., 2004; ARRUDA et al., 2009) pois é um ingrediente que apresenta 60,3% de teor de FDN (FURTADO; BRANDI; RIBEIRO, 2011) e, além disso, apresenta teor de PB de 11%, que é comparável ao teor de PB de fenos de gramíneas de alta qualidade (QUADROS et al., 2004). Atualmente considera-se que a casca de soja pode ser incluída na dieta de equinos em atividade física de nível moderado, ou seja, que realizem exercícios com 65% do consumo máximo de oxigênio (<65% do VO_2 máx), por apresentar capacidade de manter a saúde do trato digestório e favorecer a formação de reservatório hidroeletrólítico no intestino grosso (MOORE-COLYER et al., 2000).

As fibras provenientes destes ingredientes favorecem a fermentação cecal, apresentam maior concentração de energia, atribuídas a elevada concentração de fibra de fácil fermentação e baixa lignina, sendo, portanto, mais disponíveis aos microrganismos (DUREN, 2000).

Uma vez que a ingestão de alimentos tem a capacidade de alterar o tipo de fermentação que ocorrerá no intestino grosso, também se faz necessária a

mensuração de características físico-químicas das fezes (pH, capacidade tamponante e concentração de AGCC), que determinam as respostas fisiológicas do trato digestório ao alimento. As características das fezes são indicativas do funcionamento do trato gastrointestinal e há poucas informações na literatura relacionando as características das fezes com o manejo alimentar dos equinos (GODOI et al., 2009). Segundo GONÇALVES et al. (2006), avaliando as características das fezes dos equinos, é possível identificar a ocorrência de diarreias e compactações e auxiliar no diagnóstico da síndrome cólica.

A capacidade tamponante de uma solução é indicada pela alteração de pH provocada pela adição de ácido ou base. Quanto menor a alteração de pH causada pela adição de uma dada quantidade de ácido ou base presente em um determinado alimento, maior é a capacidade tamponante da solução. Essa capacidade é frequentemente utilizada para se definir a necessidade de suplementação nutricional de soluções tampão para o controle das alterações do equilíbrio ácido-básico proveniente da instabilidade do processo fermentativo (REECE, 2006), uma vez que, nem todos os carboidratos são fermentados na mesma taxa ou produzem a mesma proporção de ácidos graxos de cadeia curta (NRC, 2007). A relação entre esses ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) pode ser alterada em função do tipo de alimento e pH do trato gastrointestinal, sendo que as bactérias celulolíticas, gram-positivas, não toleram as condições ácidas do meio e podem diminuir a produção de acetato, causando decréscimo na relação acetato:propionato (RICHARDSON et al., 1984; CHALUPA et al., 1986).

São escassos os trabalhos que testam a palatabilidade de ingredientes a ser incluídos em dietas para equinos. No tangente a qualidade de fibras, poucos trabalhos foram realizados, destacando OTT et al. (1979) e MANZANO et al (1999) ambos estudando a inclusão de polpa cítrica a dieta de equinos. Localizou-se apenas um trabalho que estuda a palatabilidade de dietas com inclusão de casca de soja (COVERDALE et al., 2004).

Segundo HILL (2007), a palatabilidade é a percepção sensorial do alimento pelo animal, mas também pode ser vista como uma percepção do animal individualmente. Para CARCIOFI (2008), o ensaio de palatabilidade é utilizado para verificação de aspectos sensoriais envolvidos na ingestão do alimento: paladar, odor, textura, formato, tamanho, sensação de mastigação e deglutição. COVERDALE et al. (2004) avaliando a casca de soja como um alimento alternativo

para equinos verificaram que a palatabilidade deste ingrediente foi boa ao longo de todo o estudo, apesar de ter ocorrido um ligeiro decréscimo ($P < 0,08$) da palatabilidade em níveis de substituição de 75% da dieta por casca de soja. No mesmo estudo foi observada uma ingestão de matéria seca (MS) de 97% da dieta com 25% de casca de soja, e para a dieta com 50% de casca de soja a ingestão observada foi de 99% de MS. Já para a dieta com 75% de casca de soja esperava-se um consumo maior do que a dieta com 50 e 25% de casca de soja. Entretanto, o consumo foi menor, sendo observada uma ingestão de 93% de MS, indicando que este nível pode estar acima do aceitável por equinos.

2 HIPÓTESE E OBJETIVO GERAL

A inclusão da casca de soja à dieta de equinos poderá aumentar a digestibilidade dos nutrientes, principalmente os relacionados a fração fibrosa da dieta, por aumentar o aporte de pectina, que é uma fibra facilmente fermentável. Pode prevenir distúrbios no intestino grosso por diminuir o aporte de amido das dietas, mantendo a mesma concentração energética do concentrado.

O presente trabalho tem como objetivo verificar a viabilidade da formulação de dietas com diferentes níveis de inclusão de casca de soja, avaliados através de teste de palatabilidade, digestibilidade aparente dos nutrientes das dietas e características físico-químicas das fezes.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Fisiologia digestiva dos equinos

O equino é um herbívoro não ruminante capaz de suprir grande parte ou a totalidade da sua demanda nutricional pela ingestão de forragem (BRANDI; FURTADO, 2009). Somente bactérias existentes no ceco possuem as enzimas capazes de digerir os carboidratos das fibras da forragem, por isso, os equinos apresentam como principal sítio de fermentação a região ceco-cólica, que é bastante desenvolvida (NRC, 2007). A estratégia nutricional dos equídeos consiste em consumir nutrientes provenientes de plantas forrageiras durante 60 a 70% do seu tempo de pastejo (ZANINE et al; 2006), sendo necessária a ingestão de grande quantidade de forragem para a obtenção da necessidade de nutrientes diariamente (HOUPY, 2005).

O trato digestivo dos equinos é dividido em boca, esôfago, estômago, intestino delgado e intestino grosso. O cavalo apreende o alimento principalmente com os lábios e a língua, e no pastoreio ou na ingestão de substâncias mais firmes (ramos e tubérculos) também são usados os incisivos (superiores e inferiores), o que lhe permite pastar próximo ao solo, cortando a forragem. Segundo BRANDI e FURTADO (2009), o cavalo normalmente só mastiga de um lado, com alterações periódicas (60-80 movimentos mastigatórios por minuto), ocorrendo concomitante produção de saliva, sendo que a prensagem promovida pelos molares libera proteínas e açúcares que podem ser rapidamente utilizados no estômago e intestino delgado.

O estômago do cavalo é um órgão relativamente pequeno, correspondendo a cerca de 8 a 10% do trato digestório, adaptado a recepção contínua de pequenas quantidades de alimento. A maior parte da digesta fica retida por um período relativamente pequeno, considerando que o maior tempo de retenção é registrado no ceco e no cólon (WEYNBERG et al; 2006). Nas regiões fúndicas e pilóricas do estômago são secretados ácido clorídrico, pepsina ou hormônio polipeptídico e gastrina, respectivamente. A secreção hormonal é iniciada pela refeição, e a liberação está vinculada a distensão gástrica e não à visualização do alimento.

Na região aglandular (*saccus caecus*) ocorre também a fermentação a partir da atividade de microrganismos que degradam açúcares, amido e proteínas

(BRANDI E FURTADO, 2009) porém, a produção de ácidos graxos de cadeia curta é inferior, quando comparado ao intestino grosso (FRAPE, 1986). MUHONEM (2008) cita que a mucosa do estômago tem capacidade de absorver os AGCC nas regiões pilórica e gástrica, mas têm pequena capacidade de transportá-los para o sangue.

No intestino delgado do equino adulto ocorre principalmente a digestão enzimática pela ação das enzimas pancreáticas, proteases, amilase e lipases. Os equinos não possuem vesícula biliar, mas a secreção de enzimas da bile e do suco pancreático é contínua (WEYNBERG, 2006), sendo lançadas diretamente do fígado para o intestino delgado. Nessa região observa-se a absorção principalmente de lipídeos, carboidratos solúveis, como o amido, e parte da proteína dos alimentos. (MORGADO, 2009).

À medida que a quantidade de amido aumenta na dieta, aumenta também a quantidade de amido que escapa da digestão pré-cecal. Existem evidências que mostram que pouco mais de 50% do amido é sujeito a digestão pré-cecal. Desta forma, não apenas o processamento, mas a quantidade de amido ingerido influencia diretamente na digestão. Quando amido não digerido alcança o íleo e o ceco, o pH desta região diminui, e o ácido láctico e outros ácidos orgânicos são produzidos. Como o equino apresenta apenas 10% da secreção de amilase pancreática apresentada por um suíno, grandes quantidades de amido podem passar pelo intestino delgado sem serem aproveitadas, chegando assim ao intestino grosso (PAGAN, 1998), sofrendo fermentação e aumentando o risco de problemas gastrointestinais.

HOFFMAN (2009) cita que aparentemente existe fermentação na porção distal do intestino delgado, mas, ainda não é bem determinado se a fermentação neste segmento é independente da fermentação no intestino grosso ou se é atribuída ao refluxo do conteúdo do intestino grosso.

O intestino grosso dos equinos é muito desenvolvido, e seu volume representa cerca de 60% do volume total do trato digestório, dividindo-se em ceco, cólon e reto, sendo o cólon subdividido em cólon ventral direito e esquerdo, cólon dorsal direito e esquerdo, e cólon distal. (MORGADO et al.; 2009). Os quatro segmentos do cólon estão conectados por dobras, conhecidas como flexuras que tem como ponto de relevância a mudança na população microbiana de região para região. (BRANDI e FURTADO, 2009).

A digestão no ceco e cólon ventral depende quase que totalmente da atividade de bactérias e protozoários ciliados. Neste compartimento a mucosa não tem secreção enzimática, secretando apenas muco. Como a quantidade de amido é diminuta, quando comparada ao rúmen, a taxa de fermentação nos equinos é menor. O número de bactérias celulolíticas varia entre 10^4 e 10^7 células/g no IG (JULLIAND et al., 2001), com maior abundância no ceco do que no cólon, indicando que o ceco é o principal sítio de digestão de fibras.

Segundo FRAPE (2008) o resultado dessa fermentação é a produção de ácido láctico (23-27 mmol/l para concentrado e 14 mmol/l para capim velho), ácidos graxos de cadeia curta, sendo 95% ácido acético (10 mmol/l para concentrados e 8,5 mmol/l para capim velho) e pequenas quantidades de gases (CO_2 , CH_4 e H_2). A absorção destes ácidos ocorre por difusão passiva através da mudança do gradiente de pH e a taxa de absorção é inversamente proporcional ao peso molecular, sendo inicialmente absorvido acetato, propionato, butirato e lactato (BRANDI E FURTADO, 2009). O acetato e o butirato fornecem carbonos para a síntese de lipídios e propionato é substrato gliconeogênico e contribui para o metabolismo da glicose.

3.2 Nutrição de equinos

3.2.1 Base da alimentação de equinos

As exigências de nutrientes para manutenção dos equinos incluem aquelas para a manutenção de temperatura corporal, circulação sanguínea, batimentos cardíacos, ou mais especificamente, para a manutenção da homeostasia destes animais. Os carboidratos e os lipídeos podem ser utilizados como fontes de energia e também são componentes da estrutura corporal (LEWIS, 2000). Estas exigências são diretamente dependentes do tamanho (peso vivo) do animal, do ambiente (regiões frias ou quentes) e da eficiência dos processos digestivos e metabólicos de cada indivíduo (NRC, 2007).

3.2.2 Os alimentos tradicionalmente usados na dieta de equinos

Pela seleção que sofreram e pela presença das adaptações anatômicas e fisiológicas que apresentam atualmente, os equinos são animais que deveriam ter sua criação e utilização em condições que sempre permitissem sua permanência em pastagens, com boa qualidade e oferta de forragem adequada ao número de animais (DOMINGUEZ, 2009). Entretanto, nos períodos críticos, como no inverno, quando ocorre a falta de pastagem, determinadas categorias, como animais atletas, éguas em gestação ou potros em crescimento, não conseguem suprir todas as suas necessidades nutricionais quando mantidas apenas a pasto (SANTOS et al; 1997).

A dieta de equinos também deve ser orientada em função do trabalho físico ao qual está submetido, ou seja, deve ser levada em consideração a funcionalidade do animal (NRC, 2007). De acordo com o estado nutricional dos animais e com a qualidade e quantidade das pastagens, deve-se fornecer proporções variáveis de suplementação, tanto com volumosos quanto com concentrados (SANTOS et al., 1997).

O milho, o farelo de soja e o farelo de trigo são os principais ingredientes utilizados na formulação de rações para equinos (FURTADO et al, 2011). Os fenos também constituem alimentos tradicionais para equinos em todo o mundo, em especial o de alfafa. No Brasil, os fenos mais tradicionalmente utilizados são os de gramíneas, como o de *Coast-Cross* e de *Tifton* (FURTADO et al; 1999).

A elevação do custo destes ingredientes aumenta o custo de produção. Com isso, torna-se necessário avaliar as possibilidades de utilização de alimentos alternativos de boa qualidade, que possuam menor custo, permitindo assim, manter o patamar atual de produção. Os concentrados tradicionais possuem grãos que apresentam elevado teor de amido e que promovem respostas glicêmicas elevadas, precipitando anormalidades comportamentais. Entretanto, o ingrediente rico em fibras, diminui esta resposta (BRAGA, 2008). A substituição de cereais do concentrado ricos em amido por ingredientes alternativos, como a casca de soja, polpa cítrica ou polpa de beterraba, ricos em fibras de fácil fermentação pode diminuir os riscos de problemas relacionados à fermentação do amido no intestino grosso (LINDBERG; KARLSSON, 2001). As fibras provenientes destes ingredientes apresentam as mesmas características benéficas da fibra em geral, porém apresentam maior concentração de energia, atribuídas a elevada concentração de

fibra de fácil fermentação e baixa lignina, sendo, portanto, mais disponíveis aos microrganismos (DUREN, 2000).

Essas novas dietas, com ingredientes alternativos e ricos em “super-fibras” (DUREN, 2000) não devem ser baseadas apenas nos custos de alimentação, mas também devem ser formuladas com base nos corretos preceitos de nutrição e uma correta manipulação da população de bactérias do trato gastrointestinal. Atualmente os concentrados comerciais que são ricos em fibras têm sido prescritos para a prevenção de problemas estomacais e intestinais, particularmente em animais atletas de modalidades que apresentam alto nível de estresse (MIRAGLIA et al., 2006).

3.2.3 O uso de coprodutos com fibras fermentescíveis para equinos

Pesquisas internacionais sobre alimentos para equinos têm investido em novos ingredientes que possam substituir adequadamente os mais tradicionais (milho, soja e trigo) para que não ocorra a competição por alimentos entre animais e humanos. Neste sentido, ocorre a avaliação de ingredientes alternativos, em especial os coprodutos, ou resíduos da indústria de processamento de grãos (FURTADO; BRANDI; RIBEIRO, 2011).

Inicialmente podemos destacar o uso da casca de soja como fonte de fibra de fácil fermentação na dieta de equinos (OTT; KIVIPELTO, 2002; COVARDALE et al.; 2004; QUADROS et al.; 2004; ARRUDA et al.; 2009). É um ingrediente interessante por apresentar 60,3% de teor de FDN (FURTADO, BRANDI e RIBEIRO, 2011) e teor de PB de 11%, que é comparável ao teor de PB de fenos de gramíneas de alta qualidade (QUADROS et al.; 2004). Atualmente considera-se que a casca de soja pode ser incluída na dieta de equinos em atividade física de nível moderado por apresentar capacidade de manter a saúde do trato digestório e favorecer a formação de reservatório hidroeletrólítico no intestino grosso (MOORE-COLYER et al.; 2000).

A casca de trigo e a casca de milho são oriundas do beneficiamento e seleção dos respectivos grãos cereais para a produção de farinhas e derivados para consumo humano e constituem coprodutos com distintos percentuais de farelos resultantes da padronização das peneiras industriais, com pericarpo ou película externa de grãos, inclusão de refugos e grãos quebrados (BERGAMASCHINE et al.; 1999, EZEQUIEL et al.; 2006, PEREIRA et al.; 2000, MOREIRA et al.; 2002,

COVERDALE et al.; 2004, QUADROS et al.; 2004). ARRUDA et al. (2009) estudando a casca de trigo, a casca de milho e a casca de soja observaram que dietas contendo casca de soja, casca de milho possuem melhor digestibilidade da fração fibrosa e menor da fração proteica, tornando-se ingredientes viáveis na inclusão de dietas para equinos, desde que seja feita a adequada combinação destes ingredientes, sendo que seu nível de inclusão vai depender da disponibilidade e do custo destes coprodutos.

MORETINI et al., (2004) trabalhando com cavalos adultos testaram um total de seis ingredientes alternativos: soja integral tostada, semente de linhaça, feno de rama de mandioca, feno de rama de cenoura e feno de *Tifton*. Os autores observaram que o feno de rama de cenoura apresentou coeficientes de digestibilidade de FDN (57,71%) e de FDA (61,35%) próximos aos valores de digestibilidade da polpa cítrica encontrados por PERALI et al. (2001), e indicam que os valores encontrados de digestibilidade para este coproduto pode ser utilizado para a correta formulação de dietas para equinos, tornando o feno de rama de mandioca uma possível fonte de fibras fermentescíveis.

PERALI et al. (2001) estudando diversos coprodutos observou que dentre todos os ingredientes estudados, a polpa cítrica apresentou boa digestibilidade aparente de todas as frações. Também apresentou também os maiores valores de digestibilidade da energia, 2743 kcal de energia digestível (ED)/kg e 2183 kcal de energia metabolizável (EM)/kg, sendo que os autores concluíram que a polpa cítrica foi bem aceita pelos animais em níveis de substituição de 20% da matéria natural do feno de "*Coast-cross*". Entretanto, MANZANO et al. (1999) recomendam níveis de inclusão de até 15% em substituição ao milho em dietas de potras em crescimento, pois não houve diferença no desenvolvimento em relação aos animais que receberam a dieta basal, composta por milho, farelo de soja e farelo de trigo. Da mesma maneira, MIRAGLIA et al. (2006), com o objetivo de avaliar a digestibilidade aparente de dietas com inclusão de níveis crescentes de concentrados ricos em fontes de fibra, sendo uma delas a polpa cítrica, observaram que ocorre aumento dos coeficientes de digestibilidade da MS, MO, EB e PB. Esse estudo aponta que o uso da polpa cítrica como fonte de fibra fermentescível no concentrado deve ser considerada.

MOORE-COLYER et al. (2000) estudando diferentes fontes de alimentos fibrosos como feno peletizado, polpa de beterraba e casca de aveia em dietas para

pôneis, observaram que todas as dietas mantiveram o ceco com pH 6, podendo ser incorporadas na dieta de equinos. Os autores citam que a alimentação com fontes de fibra que contenham maior concentração energética que o feno pode reduzir a necessidade de alimentar equinos com altos níveis de concentrados ricos em amido, minimizando a incidência de distúrbios gastrointestinais em equinos.

3.2.4 A casca de soja

A indústria nacional transforma, por ano, cerca de 30,7 milhões de toneladas de soja, produzindo 5,8 milhões de toneladas de óleo comestível e 23,5 milhões de toneladas de farelo proteico, contribuindo para a competitividade nacional na produção de carnes, ovos e leite. Além disso, a soja e o farelo de soja brasileiros possuem alto teor de proteína e padrão de qualidade Premium, o que permite sua entrada em mercados extremamente exigentes como os da União Europeia e do Japão (MAPA, 2012). Segundo a CONAB, em agosto de 2012, a produção de soja estava estimada em 66,4 milhões de toneladas, a produção da oleaginosa é 11,8% ou 8,93 milhões de toneladas inferiores à produção da safra anterior. As condições climáticas adversas caracterizadas por estiagens prolongadas causadas pelo fenômeno “La Niña” foram os responsáveis pelo resultado negativo da safra.

Para FREITAS (2011), é evidente o progresso alcançado pela cultura no agronegócio brasileiro. Ocorreram mudanças significativas na exploração da cultura, na qual os avanços tecnológicos possibilitaram o cultivo comercial da espécie em regiões de baixas latitudes. No contexto mundial, o Brasil atingiu a posição de segundo maior produtor do grão de soja, entretanto o principal diferencial em relação aos Estados Unidos e à Argentina, primeiro e terceiro colocados, está na disponibilidade de uma maior área potencial para expansão do cultivo. Segundo o MAPA (2011), existe a projeção de produção superior à 105 milhões de toneladas em 2020, o que tornaria o país o principal produtor do grão.

A industrialização da soja pode ser acrescida ainda da produção de resíduos. O setor agroindustrial brasileiro gera anualmente milhões de toneladas de resíduos, cujo destino é problemático para as agroindústrias, em decorrência do alto impacto ecológico que causariam se lançados ao meio sem tratamento adequado. Tais resíduos podem e devem ser utilizados como ingredientes energéticos, em substituição ao milho, e/ou proteicos, em substituição à soja, na formulação de

concentrados balanceados, podendo também contribuir como frações fibrosas. O uso desses ingredientes, disponíveis no país pode contribuir para a redução do custo da alimentação animal para o produtor e, ao mesmo tempo, incentivar a produção agropecuária (PERALI, 2001).

A casca de soja representa de 7 a 8% do peso do grão da soja (RESTLE et al., 2004), e é obtida no processamento da extração do óleo do grão desta oleaginosa. A cada tonelada de soja que entra para ser processada, cerca de 2% é transformada no resíduo casca de soja. No entanto, esta porcentagem pode variar de 0% a 3%, de acordo com a proteína da soja que foi esmagada (ZAMBOM et al.; 2001).

Nutricionalmente, RESTLE et al. (2004) relataram que a casca de soja, por apresentar elevado teor de fibra em detergente neutro (FDN) (60,0%), foi inicialmente estudada como uma opção para substituição da fração volumoso da dieta de ruminantes. Entretanto, por apresentar elevada digestibilidade da FDN, proporcionar elevada produção de ácidos graxos de cadeia curta, e em razão da elevada fermentabilidade da fibra e dos benefícios decorrentes da digestão da fibra sobre o pH, como favorecer o tamponamento dos produtos da fermentação no intestino delgado (SANTOS et al., 2009), a casca de soja se destaca quanto ao seu potencial de uso na alimentação de equinos, em substituição aos grãos energéticos.

De acordo com o NRC (2007), a casca de soja é considerada um ingrediente volumoso e apresenta a seguinte composição química: matéria seca (MS): 90,9%; proteína bruta (PB): 13,9%; energia digestível (ED): 2,25 Mcal/Kg; lisina (Lis): 0,87%; cálcio (Ca): 0,63%; fósforo (P): 0,17%; fibra em detergente neutro (FDN): 63,3%; fibra em detergente ácido (FDA): 40,7%; extrato etéreo (EE): 2,3, além de baixos teores de amido (5%).

A qualidade da fibra da casca de soja é a principal responsável pelo interesse no seu uso. A fração fibrosa é a denominação dada à soma de polissacarídeos de vegetais (celulose, hemicelulose, pectinas, gomas, mucilagens, β -glucanos e galactanas) que somados a lignina compõem a parede celular vegetal (MORGADO et al.; 2009). A casca de soja possui alto teor de pectina (QUADROS et al., 2004), sendo que esta corresponde a 62,4% dos carboidratos não-fibrosos (CNF), o que equivale a 8,8% da MS (NRC, 2001). VAN SOEST (1985), relata que este coproduto, apesar de rico em parede celular, apresenta pouca lignina, teor considerável de pectina e proteína ligada à mesma, indicando que o enriquecimento

em nutrientes da digesta que alcança o intestino grosso poderá melhorar o aproveitamento dos carboidratos estruturais.

As pectinas pertencem ao grupo de polissacarídeos não amiláceos e estão presentes caracteristicamente na lamela média e na parede primária da célula vegetal. As pectinas diferem do amido pela posição axial da ligação no carbono quatro, não sendo assim atacadas pelas enzimas digestivas, porém, são susceptíveis à ação microbiana (MORGADO et al.; 2009).

As substâncias pécticas (figura 1), ou seja, os polímeros de ácido galacturônico, que diferem de acordo com o número de metoxilas ou grau de metoxilação e por sua solubilidade em água, são as que mais alteram a viscosidade da digesta, o que está relacionado à capacidade de retenção de água da fibra. Mas como a degradação dessas substâncias pécticas tende a ser quase completa pela microbiota, ocorre à liberação das substâncias complexadas à parede celular contribuindo para um trânsito mais lento e maior atividade fermentativa na região do ceco-cólon de herbívoros não ruminantes (VAN SOEST, 1994).

Figura 1 – Estrutura geral das substâncias pécticas (Souza e Neves, 2012)

A formação de gel é a principal característica funcional da pectina e depende essencialmente das características do meio: pH, teores de sólidos solúveis e cátions divalentes, além de depender dos níveis de pectinas e do seu grau de metoxilação (PAIVA et al., 2009).

De acordo com FRAPE (1998) e BRANDI; FURTADO (2009) o crescimento de microorganismos é influenciado pela interação de fatores químicos, fisiológicos e nutricionais. Apesar de provocar uma elevada taxa de fermentação microbiana, a pectina gera predominantemente ácido acético (OLIVEIRA et al.; 2002), e, além disso, apresenta uma alta capacidade de tamponamento. Essa última característica

é importante porque, sob condições de pH baixo, a taxa de crescimento de todos os microorganismos decresce, sendo os celulolíticos os mais drasticamente afetados. Além da vantagem de não produzir ácido láctico durante a sua fermentação, a estrutura natural da pectina, monossacarídeo ácido galacturônico, promove um potencial de tamponamento eficiente por meio de sua capacidade de troca de cátions e ligações com íons metálicos (VAN SOEST et al., 1991).

3.2.5 Digestibilidade de coprodutos com fibras fermentescíveis para equinos

Digestível é considerada a parte do alimento que não é eliminada com as fezes, correspondendo, não totalmente, a porção do alimento que ganha o meio interno através da parede do trato digestivo (MEYER, 1995).

Segundo ANDRIGUETTO (1981), vários fatores afetam a digestibilidade nos equinos, pois cada indivíduo, dentro da espécie, ingere, digere e absorve nutrientes de forma específica e usualmente diferente. RAMOS (2003) relata que além do fator individual, fatores como a composição química do alimento, a capacidade de alimentação, o tipo de trabalho, a granulometria do alimento, o conteúdo de água presente no alimento, a velocidade de transito da ingesta no trato digestivo e a quantidade de fibra presente na ração podem interferir na digestibilidade dos alimentos.

A pesquisa com a utilização de coprodutos para equinos vem sendo realizada desde 1979 com OTT et al. que avaliaram a substituição de aveia por polpa cítrica, recomendando que este coproduto pode ser utilizado como substituto dos grãos em até 15% e como substituto da fração volumosa da dieta total com adição de 5 a 10% de melaço. MANZANO et al. (1999), observaram que a inclusão de polpa cítrica peletizada influenciou positivamente ($p < 0,05$) a digestibilidade aparente da PB e não diferiu com relação a digestibilidade da FDN e FDA, os autores atribuem este resultado aos fatores que influem a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, como comportamento dos animais durante alimentação, alterações dentárias, peristaltismo e produção de enzimas pelo trato digestório. Da mesma maneira, PERALI et al. (2001) obtiveram bons resultados de digestibilidade da PB (66,25%) e da matéria seca ($80,22 \pm 0,14\%$) pois a polpa cítrica apresenta baixo teor de FDA (24,48%) e FDN (28,35%), uma vez que a digestibilidade das frações fibrosas

influencia diretamente na digestibilidade da MS por afetar a exposição do conteúdo celular à digestão.

Segundo FURTADO et al. (2011), em revisão de literatura sobre a utilização de coprodutos e demais alimentos alternativos, a casca de soja mostra-se adequada para a substituição parcial de alimentos volumosos tradicionais. No Brasil, QUADROS et al., (2004) citam que dietas para equinos em crescimento podem ser formuladas com substituição parcial e total do feno de *Tifton 85* pela casca de soja sem afetar a digestibilidade da proteína bruta, sendo que a digestibilidade da MS, FB, FDN e FDA aumentaram de acordo com o nível de substituição de casca de soja. O melhor nível de inclusão indicado pelos autores é o de 40% da matéria seca, sem prejuízo sobre o desempenho dos animais. ARRUDA, RIBEIRO e PEREIRA (2009), avaliando alimentos alternativos para cavalos crioulos adultos, substituíram 30% da dieta referência por casca de soja e encontraram que a digestibilidade dos nutrientes foi influenciada ($P < 0,05$) pelas dietas, pois os maiores valores de digestibilidade da matéria seca foram obtidos com o fornecimento das dietas com casca de milho (68,5%) e com a casca de soja (67,22%). Também com a casca de soja foram encontrados os maiores valores de digestibilidade da FDA (60,63%) e os maiores valores de disponibilidade de cinzas. COVERDALE et al. (2004) avaliando a casca de soja como alternativa de fonte de fibras para equinos, forneceram níveis crescentes (0, 25, 50, 75%) deste ingrediente em dietas a base de alfafa e capim Bermuda e observaram que os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, FDN, FDA e HC não apresentaram diferença, sendo a casca de soja indicada para a substituição de até 75% da forragem em dietas para equinos.

O uso de fibras de fácil fermentação em concentrados para equinos têm sido proposta por MOORE-COLYER et al. (2000), OTT e KIVIPELTO (2002) e MIRAGLIA et al. (2006). Para MIRAGLIA et al. (2006), o uso de concentrados ricos em amido diminui a digestibilidade da fibra, e seu uso pode aumentar a concentração de energia nas dietas, evitando a necessidade de se fornecer dietas com grande quantidade de carboidratos solúveis. OTT e KIVIPELTO (2002) substituíram 25% da aveia do concentrado por casca de soja e observaram que a casca de soja possui um valor energético similar ao da aveia quando fornecida junto com feno de média qualidade para potros em crescimento. Entretanto, quando fornecida junto com feno de baixa qualidade a casca de soja não apresentou o mesmo desempenho devido à liberação de energia mais lenta ou a disponibilidade de proteína no intestino grosso.

Para determinar o valor nutricional de alguns alimentos para equinos, MORETINI et al. (2004) avaliaram os coeficientes de digestibilidade, por meio de coleta total de fezes, de seis ingredientes: soja integral tostada, semente de linhaça, feno de rama de mandioca, feno de rama de cenoura e feno de Tifton. Os resultados obtidos evidenciam que entre os alimentos concentrados a soja integral tostada foi o único alimento que propiciou simultaneamente um alto nível proteico e energético. A semente de linhaça e o milho floculado apresentaram elevados valores de energia metabolizável, embora ambos tenham sido muito semelhantes ao da soja integral tostada. Para os alimentos volumosos, ficou evidenciado por meio dos resultados que o maior valor de proteína digestível foi obtido pelo feno da rama de cenoura, cujo resultado foi similar ao obtido pelo o feno de *Tifton*.

Em adição aos trabalhos avaliando a inclusão de alimentos ricos em pectina, como a polpa cítrica, a casca de soja e a polpa de beterraba, OLIVEIRA et al. (2002) avaliaram a influência da adição de níveis crescentes de pectina (0%, 1%, 2% e 3% da MS do feno) e farelo de soja sobre a digestibilidade aparente de nutrientes. A adição de pectina à dieta não causou ($p>0,05$) variações nos valores de pH fecal, uma vez que a pectina não é fermentada a ácido lático não causando acidificação do ambiente e não altera a ação dos microorganismos. A adição de 1,25% de pectina à dieta maximizou o coeficiente de digestibilidade aparente da PB e a adição de pectina até o nível 3% proporcionou resposta linear positiva do coeficiente de digestibilidade aparente da hemicelulose do feno de *coast-cross*.

3.2.6 Qualidade de fezes: pH, capacidade tamponante e concentração de ácidos graxos de cadeia curta

Segundo NRC (2007), os carboidratos estruturais das forragens são fontes importantes de energia para equinos. MOORE-COLYER et al. (2000), citam que a porção de energia da fibra presente na dieta será fermentada no intestino grosso e produzirá ácidos graxos de cadeia curta (AGCCs) e lactato, sendo estes absorvidos e metabolizados para gerar adenosina trifosfato (ATP).

Os mamíferos e outros animais de estômago simples, como os equinos, não possuem enzimas próprias para hidrolisar frutanas, ligações β -glucanas, substâncias pécticas e oligossacarídeos (HALL, 2003), para tanto necessitam de microorganismos que realizem essa função. Segundo HOFFMAN (2009) somente as

bactérias presentes no ceco produzem celulase, que é responsável por quebrar as ligações β -1,4 presentes nas frutanas, pectinas e oligossacarídeos, e a lignocelulose, que é quebrada por fungos à celulose, e a lignina será excretada nas fezes sem aproveitamento.

A composição da dieta e a relação volumoso:concentrado, particularmente a composição de carboidratos, afetam a população microbiana e consequentemente, a produção de AGCC. Em dietas a base de forragens, o principal AGCC produzido é o acetato (MOORE-COLYER et al.; 2000 e NRC, 2007), embora também ocorra a produção de propionato e butirato. À medida que se introduz milho (rico em amido) na dieta ocorre aumento na produção de propionato (MEDINA et al.; 2003) e na concentração de ácido láctico observando-se queda de pH no ceco e cólon do equino. Segundo VAN SOEST (1994), quantidades excessivas de carboidratos rapidamente fermentáveis em quantidades de 0,4% do PV ou ainda de 0,2% do peso vivo, favorecem a proliferação de *Lactobacilli spp* e a produção de lactato, o acúmulo deste lactato pode superar a capacidade tamponante do ceco e cólon e diminuir o pH do meio, sendo ideal manter o pH do IG em torno de 6,4 à 6,7.

Os carboidratos são os constituintes em maior proporção na dieta de equinos, perfazendo em torno de 75% da ração. No entanto, é necessário que haja um equilíbrio na proporção entre os carboidratos não-estruturais e estruturais na dieta. A ingestão de grandes quantidades de amido pelo cavalo, parte desta quantidade poderá escapar da digestão no intestino delgado e chegar ao ceco e cólon, promovendo crescimento de forma acentuada da população microbiana eficiente na digestão do amido. Como consequência, ocorrerá aumento na produção de ácido láctico, irritando o intestino e alterando o pH do conteúdo, o que provocará a inativação e/ou morte das bactérias anteriormente prevalentes, lançando endotoxinas no intestino e na circulação (BRAGA, 2008).

Segundo SANTOS et al. (2009), a avaliação de características físico-químicas das fezes poderá facilitar o diagnóstico de acidose intestinal, evitando quadros de cólica, endotoxemia e laminite. A mensuração do pH fecal é um método satisfatório e não invasivo de quantificação indireta da acidose do intestino grosso (RICHARDS et al.; 2006), que pode ser avaliada em conjunto com outras características físico-químicas das fezes de equinos, possibilitando diagnóstico de distúrbios gastrointestinais nos animais.

A capacidade tamponante das fezes de equinos é pouco estudada, porém é um parâmetro importante na avaliação de distúrbios digestivos (SANTOS et al., 2009). Segundo ZEYNER et al. (2004), a CT e o pH observado e qualquer valor de pH definido representam o potencial real do meio em reagir contra modificações influenciadas pela produção de ácidos.

Os principais sistemas-tampão que operam no intestino grosso de equinos e que podem influenciar o pH fecal e 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 o NRC (2007), as fibras apresentam grande capacidade tamponante, podendo tamponar os ácidos produzidos na fermentação do intestino grosso.

Segundo BERG et al. (2005), a manutenção da saúde do intestino grosso de equinos é essencial para prevenir problemas como cólicas ou laminites. A avaliação da consistência e cor das fezes são características subjetivas que podem ser influenciadas pela dieta, em especial pelo volumoso, ou ingredientes fermentescíveis. A mensuração deverá ser realizada de forma comparativa dentro das coletas de cada indivíduo do estudo, verificando possíveis alterações momentâneas do trato gastrointestinal. A observação destas características é uma forma prática de verificação da saúde do trato gastrointestinal, além de possibilitar intervenção rápida se necessário. BERG et al (2005) citam que a consistência pode ser classificada em escala de 1 a 5, sendo 1 extremamente seca, 3 normal e 5 diarréicas.

GODOI et al. (2009) mencionam que a avaliação da cor das fezes pode ser categorizada em: esverdeada (normal), negra, avermelhada e amarelada. Todas as cores citadas serão comparadas com a coloração base do feno utilizado (feno de Tifton-85).

O acetato é usado diretamente para produzir energia e sua oxidação é responsável por 30% da energia utilizada pelos membros posteriores dos equinos (PETHICK et al., 1993) e o acetato que não é usado imediatamente, provavelmente é usado para a síntese de ácidos graxos de cadeia longa, que podem ser armazenados, ou secretados no leite em éguas lactantes (BRANDI; FURTADO,

2009). O propionato produzido pela fermentação microbiana é usado na síntese de glicose hepática, e esse mecanismo gliconeogênico é importante na manutenção da homeostase da glicose em cavalos alimentados com forragem. O butirato ainda não tem um papel definido na saúde gastrointestinal de equinos, mas é importante para outras espécies (NRC, 2007).

Nem todos os carboidratos são fermentados na mesma taxa ou produzem a mesma proporção de AGCC (NRC, 2007). A relação entre esses ácidos podem ser alteradas em função do tipo de alimento e pH do trato gastrointestinal, uma vez que as bactérias celulolíticas, gram-positivas, não toleram as condições ácidas do meio e podem diminuir a produção de acetato, causando decréscimo na relação acetato:propionato (RICHARDSON et al.; 1984, CHALUPA et al.; 1986).

A absorção de todos os ácidos graxos de cadeia curta no IG, acompanhada da absorção de sódio (CUNNINGHAM, 2008), ocorre na forma de ácidos livres por difusão passiva através da mudança do gradiente de pH (FRAPE, 2008 e BRANDI e FURTADO, 2009) por causa das mudanças no estado de dissociação das moléculas de AGCC. As membranas celulares são permeáveis ao estado livre do AGCC, e a absorção continua por causa do gradiente de concentração entre o lúmen e as células. Quando uma molécula de ácido graxo volátil é absorvida, uma molécula de bicarbonato é gerada no lúmen do órgão; assim a absorção de AGCC ajuda a tamponar o pH do ceco por gerar base e remover ácido. A absorção de AGCC e de sódio leva a absorção osmótica de água (CUNNINGHAM; KLEIN, 2008).

A taxa de absorção é inversamente proporcional ao peso molecular, sendo inicialmente absorvido acetato, propionato, butirato e lactato. A absorção é essencial para 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, estes passam pelo sistema porta hepático e circulam como ânions no pH sanguíneo (BRANDI; FURTADO, 2009).

Segundo BERG et al. (2005), a mensuração das respostas fisiológicas, como pH, capacidade tampão e concentração de ácidos graxos de cadeia curta é usada para determinar a saúde do trato gastrointestinal, sendo importante para a manutenção do desempenho em equinos. Além disso, a avaliação do pH e a verificação da capacidade de tamponamento de determinada substância são frequentemente utilizadas para se definir a necessidade de suplementação nutricional para o controle

das alterações do equilíbrio ácido-básico provenientes da instabilidade do processo fermentativo (REECE, 2006).

Segundo SILVA e SIMONI (2000), as soluções tampão, ou simplesmente tampões, são encontrados em todos os fluidos corporais (sangue, saliva, lágrimas, urina, etc.) e são responsáveis pela manutenção do pH apropriado desses fluidos. O efeito tampão é a propriedade de uma solução de resistir a mudanças de pH (concentração de íons hidrogênio) ao se adicionar pequenas quantidades de ácido ou base, já a capacidade tamponante é o quanto uma solução tampão resiste às mudanças de pH, quando se adiciona pequenas quantidades de ácido ou base. A capacidade tamponante de uma solução é indicada pela alteração de pH provocada pela adição de ácido ou base. Quanto menor a alteração de pH causada pela adição de uma dada quantidade de ácido ou base, maior é a capacidade tamponante da solução (VALIM et al.; 2008).

A capacidade de tamponamento de uma substância é função da relação entre o número de equivalentes de ácido ou base adicionados e a variação ocorrida nos valores de pH do meio, sendo mais alta quando o pH do meio for igual ao seu pKa. Normalmente, os agentes tamponantes oferecem resistência às mudanças de pH dentro de uma faixa de uma unidade de seu pKa (SOUZA, 2007).

O consumo excessivo de carboidratos na dieta de equinos leva a uma fermentação inadequada no intestino grosso, resultando em aumento na produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCCs) e ácido láctico (ZEYNER et al.; 2004). Estudos demonstram que equinos consumindo dietas ricas em carboidratos hidrolisáveis e submetidos a sobrecarga de amido de origem dietética apresentam redução no pH fecal (HUSSEIN et al.; 2004, BERG et al.; 2005) pelo excesso de ácidos acumulados no ceco. Em situações de acidose aguda o pH pode cair de acima de 6 para 5 ou menos, e, essa situação favorece o crescimento da população de bactérias produtoras de ácido láctico ou gram-positivas (REECE, 2006). As altas concentrações de ácido láctico aumentam acentuadamente a osmolalidade do ceco, de forma que a água é direcionada para o trato gastrointestinal e ocorre forte desidratação.

JENSEN et al. (2010), estudando o efeito de dietas com fenos de diferentes épocas de corte encontraram valores de pH fecal menores ($p=0,03$) para equinos alimentados com feno de corte mais novo ($pH = 6,43$), já para equinos alimentados com feno cortado mais velho o pH encontrado foi de 6,57. Já MULLER et al. (2007) e

MUHONEN et al. (2009) observaram pH fecal de 6,3 – 6,4 para equinos alimentados com pré-secado e ZEYNER et al. (2004) observaram valores de pH de 6,4 – 6,7 para equinos alimentados com feno e concentrado.

Corroborando com o citado, SANTOS et al. (2009) estudando o efeito da sobrecarga dietética de amido observaram que promoveu-se uma redução na consistência fecal, na capacidade tamponante e no pH das fezes, uma vez que foi observada correlação positiva ($r=0,65$; $p<0,001$) entre o pH das fezes e a capacidade tamponante.

ZEYNER et al. (2004) observaram que o aumento na ingestão do feno de 0,5 para 1,0 kg/100 kg de peso corporal/dia, implicou em aumento de pH e porcentagem molar de acetato, bem como uma queda na concentração de AGCC e na concentração molar de propionato.

JULLIAND et al. (2001), verificaram que houve redução do pH de ceco e cólon à medida que a cevada foi adicionada a dieta quando três relações de volumoso: cevada (100:0; 70:30 e 50:50) foram testadas, sendo observada diferença significativa entre os tratamentos 100:0 e 50:50. Atribuiu-se este resultado ao maior aporte de amido para o ceco e cólon e, conseqüente aumento das bactérias amilolíticas (*Lactobacillus* e *Streptococcus*) e depressão da microbiota celulolítica.

MOORE-COLYER et al. (2000) sugerem que quando o pH cecal de equinos cai abaixo de 6,0 pode-se considerar acidose sub-clínica nos animais. Para SANTOS et al. (2009), o conhecimento das características físico-químicas das fezes poderá facilitar o diagnóstico de acidose intestinal, podendo-se evitar quadros de distúrbios metabólicos, como cólicas, endotoxemias e laminite.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Avaliar a inclusão de níveis crescentes de casca de soja na dieta de equinos, através de ensaios de digestibilidade, de palatabilidade e características físico-químicas das fezes.

4.2 Objetivos Específicos

- I. Através de ensaio de palatabilidade, verificar se os níveis de inclusão propostos são bem aceitos pelos equinos;
- II. Avaliar a digestibilidade aparente dos nutrientes (MS, MM, PB, FDN, FDA, HC, EE, ENN, EB) da dieta;
- III. Avaliar o efeito da inclusão de níveis crescentes de casca de soja sobre a concentração fecal de AGCC;
- IV. Verificar o efeito do nível de inclusão de casca de soja nas dietas de equinos sobre o pH e a capacidade tamponante das fezes de equinos.
- V. Determinar o melhor nível de inclusão desta fonte de fibra na dieta de equinos.

5 ENSAIO DE PALATABILIDADE DE DIETAS CONTENDO NÍVEIS CRESCENTES DE CASCA DE SOJA PARA EQUINOS ATRAVÉS DE TESTE DE PREFERÊNCIA (EXPERIMENTO 1)

5.1 Introdução

Os equinos são animais herbívoros não ruminantes, capazes de suprir grande parte de suas exigências nutricionais através da ingestão de gramíneas (BRANDI; FURTADO, 2009). Quando a exigência do equino aumenta, atribuída ao seu estagio fisiológico (gestação, crescimentos, exercício, entre outros), são formulados concentrados para suprir sua exigência. Os principais ingredientes utilizados em formulação para equinos são: milho, farelo de soja e farelo de trigo (FURTADO et al.; 2011). A utilização de grãos na dieta de equinos aumenta o aporte de amido, o que pode gerar distúrbios digestivos indesejáveis em equinos (SANTOS et al.; 2009). Como alternativa para diminuir o aporte de amido, a fonte energética das dietas vem sendo substituída por fibras de fácil fermentação, também conhecidas como “Super fibras” (DUREN, 2000), destacando-se os ingredientes: casca de soja, polpa cítrica e polpa de beterraba (NRC, 2007).

A casca de soja, de acordo com o NRC (2007), é considerada um ingrediente volumoso e apresenta a seguinte composição química: matéria seca (MS): 90,9%; proteína bruta (PB): 13,9%; energia digestível (ED): 2,25 Mcal/kg; lisina (Lis): 0,87%; cálcio (Ca): 0,63%; fósforo (P): 0,17%; fibra em detergente neutro (FDN): 63,3%; fibra em detergente ácido (FDA): 40,7%; extrato etéreo (EE): 2,3, além de baixos teores de amido (5%). A pectina da casca do grão de soja corresponde a 62,4% dos carboidratos não-fibrosos (CNF), o que equivale a 8,8% da MS (NRC, 2001).

Pouco se conhece sobre a aceitação e palatabilidade de dietas com inclusão destes ingredientes, para equinos, o que torna os ensaios de palatabilidade indispensáveis.

Segundo HILL (2007) e CARCIOFI (2008), a palatabilidade é a percepção sensorial do alimento pelo animal: paladar, odor, textura, formato, tamanho, sensação de mastigação e deglutição, mas também pode ser vista como uma função do animal individualmente. Segundo FORBES (1998), a palatabilidade pode ser definida como uma resposta medida que é baseada nas respostas integradas do gosto e de sinais internos do sistema nervoso central, combinados com sinais

decorrentes de associações prévias. Este tipo de teste pode ser conduzido utilizando-se testes de escolha, onde se podem medir os índices de preferência, a razão de ingestão e comportamento ingestivo (HILL, 2007). Para TRIBUCCI (2011), a primeira escolha consiste no primeiro alimento efetivamente consumido pelo animal, a primeira ação, refere-se a ação realizada assim que o animal entrou em contato com o concentrado, podendo ser cheirar ou comer; e a taxa de ingestão refere-se a quantidade ingerida de cada um dos concentrados em relação ao total de concentrado ingerido, em um período de três minutos.

CAIRNS et al. (2002), indicam que existe uma pré programação genética nos herbívoros, e mais especificamente nos equinos, de selecionar sabores doces ao invés dos amargos. Essa programação permite que os animais selecionem a dieta de forma segura sem que este tenha tido contato prévio com o alimento. Poucos estudos foram realizados sobre palatabilidade de ingredientes para dietas de equinos. MANZANO et al. (1999) avaliando cavalos em crescimento, compararam três tipos de dietas: basal, com 7,5% e outra 15% de inclusão de polpa cítrica em substituição do milho e observaram que a dieta basal não diferiu das outras duas, porém o consumo da dieta com 15% de polpa cítrica foi superior ao da dieta com 7,5%. OTT et al. (1979) testando a palatabilidade de dietas com diferentes formas de processamento de polpa cítrica e níveis de inclusão de 0, 15 e 30% desta, verificaram que a dieta com 30% de inclusão de polpa cítrica foi a menos consumida, concluindo que a polpa cítrica possui baixa palatabilidade. Não foram encontrados trabalhos de palatabilidade de casca de soja para equinos.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a palatabilidade, pelo teste de preferência, de concentrados contendo níveis crescentes de inclusão de casca de soja.

5.2 Material e Métodos

5.2.1 Local, Animais e Períodos Experimentais

O estudo foi conduzido no Setor de Equideocultura da Prefeitura do Campus de Pirassununga da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos nos meses de Março e Abril de 2012.

Foram utilizados 10 equinos mestiços hípidos, sendo seis machos e quatro fêmeas, com idade média de oito anos, e peso vivo aproximado de 500 kg. Os dez animais foram alojados no mesmo piquete, recebendo feno de Coast-cross e concentrado para suprir as exigências dessas categorias conforme preconizado pelo Nacional Research Council (NRC, 2007) (*Tabela 1*).

O ensaio de palatabilidade pelo teste de preferência (CARCIOFI, 2008) consistiu no fornecimento simultâneo de cinco concentrados, formulados com diferentes níveis de inclusão de casca de soja.

Tabela 1 - Composição percentual dos concentrados experimentais

Ingrediente	Níveis de Inclusão de casca de soja (%)				
	0	7	14	21	28
Milho moído	58,53	58,21	57,10	56,78	51,75
Farelo de soja	5,92	7,07	8,06	9,21	9,35
Farelo de trigo	30,00	22,00	15,00	7,00	5,00
Casca de soja	0,00	7,00	14,00	21,00	28,00
Premix*	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Sal comum	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Calcário	3,06	2,67	2,32	1,93	1,78
Fosfato bicálcico	0,93	1,41	1,84	2,31	2,44
Cloreto de potássio	0,02	0,09	0,14	0,21	0,13

* Níveis de garantia: Ácido linoleico: 3.630mg; Ácido oleico: 3mg; Cálcio (mín.): 150g; Cálcio (máx.): 170g; 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; Saccharomyces cerevisiae: 0,01500x10⁷ UFC.

Os equinos foram observados durante 12 dias consecutivos, utilizando-se a metodologia focal de forma instantânea (MARTIN; BATESON, 1986) por um período de 3 minutos. As observações foram realizadas sempre no mesmo horário (13h00min) e utilizou-se etograma de trabalho para a coleta de dados, sendo os registros realizados sempre pelo mesmo observador, sem que o mesmo interagisse com o animal.

Nos dias das observações, os animais foram retirados do pasto e conduzidos até a cavalariça. Ao chegarem à instalação, permaneceram alojados em curral de manejo (baías lanchonete) e receberam um quilo do concentrado a base de rolão de

milho, farelo de trigo, farelo de soja, premix vitamínico-mineral e sal comum (diferente dos concentrados a serem testados).

Para a execução do teste, foram pesados 200g de cada um dos concentrados teste e estes foram distribuídos aleatoriamente em cinco comedouros, localizados em pontos equidistantes do redondel (*Erro! Fonte de referência não encontrada.*). A disposição dos concentrados nos cochos foi casualizada por dia de observação e por tratamento. No momento da observação cada um dos equinos foi solto de frente para o observador, posicionado de maneira a observar todos os comedouros e não interagir com os animais.

Figura 2- Disposição dos concentrados e do observador no redondel utilizado para o teste de palatabilidade.

Para a determinação da palatabilidade pelo teste de preferência analisou-se a primeira ação: a ação imediata realizada pelo animal ao primeiro contato com um dos cinco concentrados experimentais, podendo ser cheirar ou ingerir; a primeira escolha, caracterizada pelo primeiro concentrado efetivamente ingerido pelo animal e a razão de ingestão (RI) foi analisada pela quantidade relativa que cada animal ingeriu de cada um dos concentrados experimentais, descrita pela seguinte fórmula:

$$RI = \frac{\text{Ingestão de Concentrado (\%deCS)}}{\text{ing de 0\%CS} + \text{ing de 7\%CS} + \text{ing de 14\%CS} + \text{ing de 21\%CS} + \text{ing de 28\%deCS}}.$$

Para a determinação do alimento preferido, adaptou-se a metodologia descrita por CARCIOFI (2008), e adotou-se que para testes com cinco produtos as $RI > 0,30$ determinem os concentrados preferidos.

5.2.2 Análise de resultados

As frequências observadas, tanto para primeira escolha como para primeira ação, foram avaliadas utilizando-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.

As razões de ingestão foram avaliadas utilizando um modelo misto que contemplou o efeito fixo de tratamentos, bem como, o efeito aleatório de animal, além do resíduo. Em virtude de resultados significativos para a fonte de variação tratamento, foi utilizado Teste *t* de *Student* como procedimento para comparação das médias. Todas as análises foram realizadas com auxílio do programa Statistical Analysis System, versão 9.3 (SAS, 2004).

5.3 Resultados e discussão

Houve diferença ($p < 0,05$) para a primeira ação, sendo que 37,19% dos animais cheiraram e 62,81% dos animais ingeriram os alimentos. Este resultado corrobora com os resultados encontrados por TRIBUCCI (2011), que também encontrou diferença ($p < 0,01$) para a primeira ação, onde 20% cheiraram e 80% dos animais ingeriram o concentrado com polpa cítrica assim que tiveram acesso. Segundo este autor o ato de cheirar o concentrado antes de consumi-lo pode estar associado à identificação de odores, além do efeito individual. O fato de 62,81% dos animais terem ingerido o concentrado, no presente estudo, pode sugerir que o animal não tenha identificado nenhuma possibilidade de prejuízo a sua saúde além de ter sido atraído pelo concentrado por alguma de suas características principalmente relacionadas ao odor.

Reforçando o citado, VIEIRA (2010) demonstrou que os mamíferos identificavam fontes de alimentos nutricionalmente seguros baseando-se não somente na percepção gustativa, mas também na associação das percepções visuais e olfativas, MEYER (1995) cita que antes da ingestão do alimento, o componente olfativo também é registrado: um cheiro de mofo e outros tipos de

cheiros estranhos ao animal podem reduzir a ingestão de alimentos. Além disso, os equinos possuem o órgão vomeronasal muito desenvolvido, sugerindo que o cheiro dos alimentos fornecidos puderam ser identificados antes mesmo de o animal aproximar-se efetivamente do cocho, o que determinaria a ingestão do concentrado assim que chegassem no cocho.

Também não foi observada diferença ($p>0,05$) para a primeira escolha (Tabela 2). Foram observadas frequências de escolha entre os concentrados muito semelhantes o que demonstras que não houve rejeição de nenhuma das formulações e o nível de inclusão de casca de soja não alterou o paladar, odor, textura, formato, tamanho (CARCIOFI, 2007) de forma perceptível ao animal.

Tabela 2 - Frequência relativa da primeira escolha dos concentrados e médias observadas da taxa de consumo dos concentrados com níveis crescentes de casca de soja

Níveis de Inclusão de Casca de soja (%)	Primeira escolha (%)	Razão de Ingestão
0	22,69	0,2086 ^a
7	18,49	0,1854 ^a
14	18,49	0,1911 ^a
21	22,69	0,2122 ^a
28	17,65	0,2004 ^a

Médias, na coluna, seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Student a 5%.

Para que fosse possível incluir a casca de soja ao concentrado, foi necessário modificar a formulação, onde parte do farelo de trigo foi substituído pelo ingrediente a ser testado (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Tal substituição poderia causar alterações organolépticas não aceitas pelos equinos, situação que não foi observada no presente experimento. Atribui-se a este fato, a qualidade da casca de soja utilizada, pois esta não apresentou odor marcante e o sabor apresentado enquadrava-se dentro da preferência dos equinos, permitindo que o sabor do milho permanecesse e com isso o consumo não fosse deprimido. Cita-se o consumo do milho por este ingrediente apresentar sabor adocicado, sendo esta a preferência dos equinos (CAIRNS et al.; 2002).

Em contraposto ao observado no presente estudo, TRIBUCCI (2011), testando a polpa cítrica como ingrediente alternativo a dieta de equinos, observou

que o concentrado preferido na primeira escolha e na razão de ingestão foi o que apresentou 7% de inclusão de polpa cítrica, e que a taxa de consumo decresceu com a inclusão do produto, o que pode ser atribuído ao odor e sabor marcantes deste ingrediente, fato também citado por OTT et al. (1979) que observaram rejeição de concentrados contendo 30% de polpa cítrica.

Não houve diferença na razão de ingestão dos concentrados (Tabela 2). Corroborando com o apresentado, FORBES (1998) cita que quando são oferecidos alimentos novos ou que apresentem um novo sabor, os animais passam a se alimentar de pequenas quantidades dos mesmos. Este autor relata que a seleção por dietas variadas persiste mesmo quando uma dieta balanceada é apresentada e varia somente no sabor, indicando que existe uma motivação adicional independente do conteúdo nutricional.

Todos os concentrados no presente estudo foram consumidos em proporções semelhantes, o que demonstra que não houve preferência de consumo dos concentrados entre os animais. CARCIOFI et al (2008), estabelece que o concentrado preferido deva apresentar RI maior que 0,30. Nenhum dos concentrados experimentais atingiu este índice sugerido, mantendo valores muito próximos a 0,20, não sendo possível utilizar a sugestão de Carciofi et al (2008) para a determinação do concentrado preferido, reforçando o resultado observado no presente estudo, onde não houve diferença ($p>0,05$) de consumo entre os concentrados.

Segundo o NRC (2007) em estudos onde foram oferecidos concentrados com diferentes proporções de fibra para equinos, os animais tenderam a comer mais dos concentrados com alto teor de fibra do que misturas com baixa quantidade de fibra, situação que não foi observada no presente estudo, e que pode ser atribuída a qualidade da fibra da casca de soja, uma vez que esta apresenta 14% de pectina (SEIBEL; BELÉIA, 2008).

5.4 Conclusões

A casca de soja pode ser incluída em até 28% ao concentrado de equinos sem causar prejuízo a palatabilidade do produto.

6 QUALIDADE DE FEZES E DIGESTIBILIDADE APARENTE DE DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO DE CASCA DE SOJA PARA EQUINOS (EXPERIMENTO 2)

6.1 Introdução

A principal fonte energética de dietas para equinos são os carboidratos. (BRANDI E FURTADO, 2009). A digestão e metabolismo dos carboidratos estruturais no intestino grosso dos equinos provenientes do volumoso podem ser capazes de satisfazer as necessidades energéticas de equinos em manutenção (MORGADO et al.; 2009), mas esta fonte de energia torna-se incapaz de suprir as exigências energéticas de equinos de alto desempenho, sendo necessário aumentar a densidade energética da dieta. Assim, para maximizar o crescimento e a produtividade, são utilizadas dietas com altas porcentagens de grãos (OLIVEIRA et al.; 2002) fornecendo mais energia que as forragens (NRC 2007), pois apresentam grande quantidade de amido. BRANDI; FURTADO (2009) citam que nos últimos anos, em virtude da alta relação concentrado: volumoso das dietas de equinos estarem associadas, dentre vários fatores, com os distúrbios do trato digestório, tem-se desenvolvido diversos estudos em busca de aumentar a disponibilidade de energia com base na utilização de ingredientes fibrosos mais energéticos.

De acordo com MIRAGLIA et al. (2008), a utilização de alimentos ricos em amido na nutrição de equinos pode determinar grandes mudanças do ecossistema intestinal e conseqüentemente na digestibilidade da dieta. KIENZLE et al. (1994) citam que a quantidade máxima de amido a ser fornecida por refeição é de 2g de amido/kg peso vivo. O aumento da população de bactérias amilolíticas associada ao aumento da produção de lactato e à acidose no intestino grosso determina a redução das bactérias celulolíticas e a redução da digestibilidade da fibra (FDA e FDN), reduzindo a energia da dieta. Além disso, estudos demonstram que equinos consumindo dietas ricas em carboidratos hidrolisáveis (HUSSEIN et al.; 2004, RICHARDS et al.; 2006, WILLIAMSON et al.; 2007, BERG et al., 2005) e submetidos à sobrecarga dietética com amido (POLLIT & DAVIES, 1998) apresentam redução

no pH fecal. Em estudo realizado por MEDINA et al. (2003), a medida que se introduz milho (rico em amido) na dieta ocorre aumento na produção de propionato e na concentração de ácido láctico observando-se queda de pH no ceco e cólon do equino. Quantidades excessivas de carboidratos rapidamente fermentáveis (amido) em quantidades já mencionadas de 0,4% do PV ou ainda de 0,2% do peso vivo, favorecem a proliferação de *Lactobacilli* e a produção de lactato, o seu acúmulo pode superar a capacidade tampão do ceco e cólon e diminuir o pH do meio. Animais em pastejo mantém o pH do IG em torno de 6,4 à 6,7. O pH 6 é considerado acidose sub-clínica, e inferior a 6 associado a diarreias osmóticas, crescimento de bactérias indesejadas e aumento da possibilidade de endotoxemia e laminite (BRANDI; FURTADO, 2009)

A aplicação de diferentes dietas, utilizando-se concentrados ricos em fibras, tem sido proposta para prevenir problemas gastrointestinais, além da manutenção da população de microrganismos do intestino grosso (MIRAGLIA et al.; 2006). Atualmente, óleos vegetais e alimentos ricos em polissacáridos não-amiláceos (polpa de beterraba, casca de soja) têm sido utilizados como fontes de energia. A inclusão dessas fontes promove uma redução do nível de amido na alimentação, sem comprometer a densidade calórica da ração (GEOR, 2007).

Com isso, em adição às fibras habituais e tradicionalmente utilizadas, surgem as “superfibras” (DUREN, 2000), presentes na polpa de beterraba e na casca de soja, as quais apresentam maior concentração de energia, atribuídas a elevada concentração de fibra e baixa lignina destes produtos, sendo mais disponíveis aos microrganismos (ARRUDA et al.; 2009; COVARDALE et al.; 2004). Estes ingredientes produzem quantidades de energia semelhantes à aveia, porém são mais seguros por não produzirem os mesmos sintomas do excesso de amido no intestino grosso (BRANDI; FURTADO, 2009).

A casca de soja, que apresenta a seguinte composição química: matéria seca (MS): 90,9%; proteína bruta (PB): 13,9%; energia digestível (ED): 2,25 Mcal/Kg; lisina (Lis): 0,87%; cálcio (Ca): 0,63%; fósforo (P): 0,17%; fibra em detergente neutro (FDN): 63,3%; fibra em detergente ácido (FDA): 40,7%; extrato etéreo (EE): 2,3, baixos teores de amido (5%) (NRC, 2007) e cerca 14% de pectina (SEIBEL; BELÉIA, 2008)

A qualidade da fibra da casca de soja é a principal responsável pelo interesse no seu uso. A casca de soja possui alto teor de pectina (14%), constituindo a pectina

um carboidrato de parede celular de alta digestibilidade, quando comparado à parede celular de fenos de gramíneas. Nesse sentido, VAN SOEST (1985) e MIRON et al. (2001) relatam que este coproduto, apesar de rico em parede celular, apresenta pouca lignina e proteína ligada à lignina, indicando que o enriquecimento em nutrientes da digesta que alcança o intestino grosso poderá melhorar o aproveitamento dos carboidratos estruturais. Segundo RAMOS (2003), esse aproveitamento depende, além do fator individual, de fatores como a composição química do alimento, a capacidade de alimentação, o tipo de trabalho, a granulometria do alimento, o conteúdo de água presente no alimento, a velocidade de trânsito da ingesta no trato digestivo e a quantidade de fibra presente na ração podem interferir na digestibilidade dos alimentos. Na nutrição animal, a determinação da digestibilidade dos nutrientes tem grande importância na avaliação de alimentos usados nas rações para equinos (ARAÚJO et al.; 2000), pois permite alimentar o animal com maior precisão e eficiência.

De acordo com MAURÍCIO et al. (1996) para mensuração da digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta tem sido utilizado o método de coleta total de fezes, sendo a mais exata e confiável técnica para determinar a produção fecal e o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes das dietas para equinos. Este método requer controle rigoroso da ingestão e excreção dos animais.

Na nutrição de equinos, têm sido realizados ensaios de digestibilidade visando o estudo da inclusão de novos ingredientes a serem utilizados nas formulações de concentrados (MOORE-COLYER et al.; 2000, PERALI et al.; 2001, OTT; KIVIPELTO, 2002, COVARDALE et al.; 2004, MORETINI et al.; 2004; QUADROS et al.; 2004; MIRAGLIA et al.; 2006, ARRUDA; RIBEIRO; PEREIRA, 2009 e FURTADO et al.; 2011). Diversos autores estudando a inclusão de casca de soja (PERALI et al.; 2001, COVARDALE et al.; 2004, QUADROS et al.; 2004; ARRUDA et al.; 2009) e outros coprodutos na dieta de equinos têm citado que este ingrediente pode constituir-se de uma alternativa viável de alimento sem apresentar prejuízo aos animais.

QUADROS et al. (2004) citam que dietas para equinos em crescimento podem ser formuladas com substituição parcial e total do feno de Tifton 85 pela casca de soja sem afetar a digestibilidade da proteína bruta, sendo que a digestibilidade da MS, FB, FDN e FDA aumentaram linearmente com o aumento do nível de inclusão

de casca de soja. o feno de Tifton pode ser substituído em até 100% pela casca de soja.

ARRUDA, RIBEIRO e PEREIRA (2009), avaliando alimentos alternativos para cavalos crioulos adultos, substituíram 30% da dieta referência por casca de soja e encontraram que a digestibilidade dos nutrientes foi influenciada ($P < 0,05$) pelas dietas, pois os maiores valores de digestibilidade da matéria seca foram obtidos com o fornecimento das dietas com casca de milho (68,5%) e com a casca de soja (67,22%). Também com a casca de soja foram encontrados os maiores valores de digestibilidade da FDA (60,63%) e os maiores valores de disponibilidade de cinzas.

COVERDALE et al. (2004) avaliando a casca de soja como alternativa de fonte de fibras para equinos, forneceram níveis crescentes (0, 25, 50, 75%) deste ingrediente em dietas a base de alfafa e capim Bermuda, observaram que os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, FDN, FDA e HC não apresentaram diferença ($P > 0,05$), sendo a casca de soja indicada para a substituição de até 75% da forragem em dietas para equinos.

A digestão de carboidratos fibrosos, como a celulose e a hemicelulose, não pode ser feita por enzimas oriundas de mamíferos (VAN SOEST, 1994), exigindo um processo que envolve a colonização do trato gastrointestinal por microorganismos simbióticos (RESENDE-JÚNIOR, 2004). MOORE-COLYER et al., (2000), citam que a porção de energia da fibra presente na dieta será fermentada no intestino grosso e produzirá ácidos graxos de cadeia curta (AGCCs) e lactato, sendo estes absorvidos e metabolizados para gerar adenosina trifosfato (ATP).

Nem todos os carboidratos são fermentados na mesma taxa ou produzem a mesma proporção de AGCC (NRC, 2007). A relação entre esses ácidos podem ser alteradas em função do tipo de alimento e pH do trato gastrointestinal, uma vez que as bactérias celulolíticas, gram-positivas, não toleram as condições ácidas do meio e podem diminuir a produção de acetato, causando decréscimo na relação acetato:propionato (RICHARDSON et al.; 1984; CHALUPA et al.; 1986). O aumento da população de bactérias amilolíticas associada ao aumento da produção de lactato e à acidose no intestino grosso determina a redução das bactérias celulolíticas e a redução da digestibilidade da fibra (FDA e FDN), reduzindo a energia da dieta.

Segundo HOFFMAN (2009) e SWENSON et al. (1993), no IG serão digeridos os carboidratos que não foram aproveitados no ID produzindo ácidos graxos de cadeia curta, como o acetato, propionato e butirado e em menor quantidade o lactato

e valerato. A concentração dos ácidos graxos produzidos depende do substrato e primordialmente da relação concentrado:volumoso da dieta. Elevadas quantidades de grãos na dieta levam a maior produção de propionato e lactato em detrimento a produção de acetato. Quantidades excessivas de carboidratos rapidamente fermentáveis (amido) favorecem a proliferação de *Lactobacilli* e a produção de lactato. O aumento na produção de ácido láctico irritará o intestino e alterará o pH do conteúdo, o que provocará a inativação e/ou morte das bactérias anteriormente prevalentes, lançando endotoxinas no intestino e na circulação (BRAGA, 2008).

Por isso, a composição da dieta e a relação volumoso:concentrado, particularmente a composição de carboidratos, afetam a população microbiana e consequentemente, a produção de AGCC. Em dietas a base de forragens, o principal AGCC produzido é o acetato (MOORE-COLYER et al.; 2000 e NRC, 2007), embora também ocorra a produção de propionato e butirato.

Segundo SANTOS et al. (2009) a avaliação de características físico-químicas das fezes poderá facilitar o diagnóstico de acidose intestinal, evitando quadros de cólica, endotoxemia e laminite. A mensuração do pH fecal é um método satisfatório e não invasivo de quantificação indireta da acidose do intestino grosso (RICHARDS et al.; 2006), que pode ser avaliada em conjunto com outras características físico-químicas das fezes de equinos, possibilitando diagnóstico de distúrbios gastrointestinais nos animais. A capacidade tamponante das fezes de equinos é pouco estudada, porém é um parâmetro importante na avaliação de distúrbios digestivos (SANTOS et al., 2009). Segundo ZEYNER et al. (2004), a CT e o pH observado e qualquer valor de pH definido representa o potencial real do meio em reagir contra modificações influenciadas pela produção de ácidos. Segundo o NRC (2007) as fibras apresentam grande capacidade tamponante, podendo tamponar os ácidos produzidos na fermentação do intestino grosso.

A mensuração do pH fecal é um método satisfatório e não invasivo de quantificação indireta da acidose do intestino grosso (RICHARDS et al., 2006), que pode ser avaliada em conjunto com outras características físico-químicas das fezes de equinos, possibilitando diagnóstico de distúrbios gastrointestinais nos animais. Em situações de acidose aguda o pH pode cair de acima de 6 para 5 ou menos, e, essa situação favorece o crescimento da população de bactérias produtoras de ácido láctico ou gram-positivas (REECE, 2006). As altas concentrações de ácido

lático aumentam acentuadamente a osmolalidade do ceco, de forma que a água é direcionada para o trato gastrointestinal e ocorre forte desidratação.

Segundo BERG et al (2005), a manutenção da saúde do intestino grosso de equinos é essencial para prevenir problemas como cólicas ou laminites. A avaliação da consistência e cor das fezes são características subjetivas que podem ser influenciadas pela dieta, em especial pelo volumoso, ou ingredientes fermentescíveis. A mensuração deverá ser realizada de forma comparativa dentro das coletas de cada indivíduo do estudo, verificando possíveis alterações momentâneas do trato gastrointestinal. A observação destas características é uma forma prática de verificação da saúde do trato gastrointestinal, além de possibilitar intervenção rápida se necessário. BERG et al (2005) citam que a consistência pode ser classificada em escala de 1 a 5, sendo 1 extremamente seca, 3 normal e 5 diarreicas. GODOI et al. (2009) mencionam que a avaliação da cor das fezes pode ser categorizada em: esverdeada (normal), negra, avermelhada e amarelada. Todas as cores citadas serão comparadas com a coloração base do feno utilizado (feno de Tifton-85).

Segundo SILVA E SIMONI (2000), as soluções tampão, ou simplesmente tampões, são encontrados em todos os fluidos corporais (sangue, saliva, lágrimas, urina, etc.) e são responsáveis pela manutenção do pH apropriado desses fluidos. O efeito tampão é a propriedade de uma solução de resistir a mudanças de pH (concentração de íons hidrogênio) ao se adicionar pequenas quantidades de ácido ou base, já a capacidade tamponante é o quanto uma solução tampão resiste às mudanças de pH, quando se adiciona pequenas quantidades de ácido ou base. A capacidade tamponante de uma solução é indicada pela alteração de pH provocada pela adição de ácido ou base. Quanto menor a alteração de pH causada pela adição de uma dada quantidade de ácido ou base, maior é a capacidade tamponante da solução (VALIM et al.; 2008).

JENSEN et al. (2010), estudando o efeito de dietas com fenos de diferentes épocas de corte encontraram valores de pH fecal menores ($p=0,03$) para equinos alimentados com feno de corte mais novo ($pH = 6,43$), já para equinos alimentados com feno cortado mais velho o pH encontrado foi de 6,57. Já MULLER et al. (2008) e MUHONEN et al. (2009) observaram pH fecal de 6,3 – 6,4 para equinos alimentados com pré-secado e ZEYNER et al. (2004) observaram valores de pH de 6,4 – 6,7 para equinos alimentados com feno e concentrado.

SANTOS et al. (2009) estudando o efeito da sobrecarga dietética de amido observaram que promoveu-se uma redução na consistência fecal, na capacidade tamponante e no pH das fezes, sendo que o pH das fezes e a capacidade tamponante apresentaram correlação positiva ($r=0,65$; $p<0,001$).

ZEYNER et al. (2004) observaram que o aumento na ingestão do feno de 0,5 para 1,0 kg/100 kg de peso corporal/dia, implicou em aumento de pH e porcentagem molar de acetato, bem como uma queda na concentração de AGCC e na concentração molar de propionato.

JULLIAND et al. (2001), verificaram que houve redução do pH de ceco e cólon à medida que a cevada foi adicionada a dieta quando três relações de volumoso: cevada (100:0; 70:30 e 50:50) foram testadas, sendo observado diferença significativa entre os tratamentos 100:0 e 50:50. Atribuiu-se este resultado ao maior aporte de amido para o ceco e cólon e, conseqüente aumento das bactérias amilolíticas (*lactobacillus* e *streptococcus*) e depressão da microbiota celulolítica.

MOORE-COLYER et al. (2000), sugerem que quando o pH cecal de equinos cai abaixo de 6,0, pode-se considerar acidose sub-clínica nos animais. SANTOS et al. (2009), o conhecimento das características físico-químicas das fezes poderá facilitar o diagnóstico de acidose intestinal, podendo-se evitar quadros de distúrbios metabólicos, como cólicas, endotoxemias e laminite.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da inclusão de níveis crescentes de casca de soja sobre a digestibilidade aparente e característica físico-química das fezes de equinos.

6.2 Material e métodos

6.2.1 Local, animais e períodos experimentais

O experimento foi conduzido no Setor de Equideocultura da Prefeitura do Campus de Pirassununga, no período de Fevereiro a Maio de 2012. Foram utilizadas cinco éguas mestiças, com idade aproximada de 3,5 anos, com peso vivo de $492,5 \pm 44,5$ kg alojadas em baias de alvenaria.

O período de adaptação à dieta foi de sete dias, seguidos de três dias de coleta total de fezes e três dias de descanso entre períodos.

As éguas foram exercitadas diariamente por 15 minutos, na guia a passo e trote leve.

6.2.2 Dieta Experimental

As dietas experimentais foram formuladas para atender a exigência de animais em manutenção conforme descrito pelo *Nutrient Research Council* (NRC, 2007). A relação volumoso:concentrado foi de 60:40, sendo o volumoso utilizado feno de *coast-cross*. Os concentrados experimentais foram formulados com inclusão de níveis crescentes de casca de soja, conforme descrito na Tabela 3.

Tabela 3 - Composição percentual dos concentrados experimentais

Ingrediente	Níveis de Inclusão de casca de soja (%)				
	0	7	14	21	28
Milho moído	58,53	58,21	57,10	56,78	51,75
Farelo de soja	5,92	7,07	8,06	9,21	9,35
Farelo de trigo	30,00	22,00	15,00	7,00	5,00
Casca de soja	0,00	7,00	14,00	21,00	28,00
Premix*	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Sal comum	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Calcário	3,06	2,67	2,32	1,93	1,78
Fosfato bicálcico	0,93	1,41	1,84	2,31	2,44
Cloreto de potássio	0,02	0,09	0,14	0,21	0,13

* Níveis de garantia: Ácido linoleico: 3.630mg; Ácido oleico: 3mg; Cálcio (mín.): 150g; Cálcio (máx.): 170g; 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; *Saccharomyces cerevisiae*: 0,01500x10⁷ UFC.

Os animais foram arraçoados duas vezes ao dia, fornecendo-se 1/3 do feno pela manhã e 2/3 a tarde. O concentrado também foi fracionado em dois fornecimentos diários, as 7h00min e 17h00min.

A composição química dos concentrados, feno e dietas experimentais estão presentes na

Tabela 4.

Tabela 4 - Composição química dos concentrados, fenos e das dietas experimentais.

Nutriente	Nível de inclusão de Casca de Soja (%)					Volumoso	
	Controle	7	14	21	28	Feno 1	Feno 2
Matéria Seca	88,85	88,71	89,23	88,99	89,2	83,43	83,61
Proteína Bruta	13,06	13,75	12,89	14,38	13,34	9,77	11,8
Extrato Etéreo	3,86	3,56	3,6	3,52	3,27	1,33	1,06
Fibra em detergente neutro	21,32	21,42	24,82	23,33	24,61	81,74	78,02
Fibra em detergente ácido	6,09	7,39	11,64	9,91	12,4	39,99	43,22
Hemicelulose	15,23	14,03	13,18	13,42	12,21	41,75	34,8
Matéria Orgânica	90,73	92	91,45	91,22	91,27	94,75	94,44
Matéria Mineral	9,27	8	8,55	8,78	8,73	5,25	5,56
Cálcio	1,31	1,28	1,78	1,52	1,59	0,35	0,25
Fósforo	0,58	0,57	0,64	0,74	0,69	0,12	0,16
Energia Bruta (kcal/kg)	3570,0	2869,5	3544,0	3509,0	3610,0	4185	4135
Composição química das dietas experimentais dos períodos 1, 2, 3, 4 e 5 (relação volumoso:concentrado 60:40)							
Nutriente	Nível de inclusão de Casca de Soja (%)						
	Controle	7	14	21	28		
Matéria seca (%)	85,652	85,596	85,804	85,708	85,792		
Matéria orgânica (%)	93,049	93,557	93,337	93,245	93,265		
Proteína Bruta (%)	11,695	11,971	11,627	12,223	11,807		
Extrato Etéreo (%)	2,261	2,141	2,157	2,125	2,025		
FDN (%)	56,456	56,496	57,856	57,26	57,772		
FDA (%)	27,399	27,919	29,619	28,927	29,923		
Hemicelulose (%)	29,057	28,577	30,455	30,157	30,413		
Matéria Mineral (%)	6,951	6,443	6,663	6,755	6,735		
Cálcio (%)	0,704	0,692	0,892	0,788	0,816		
Fósforo (%)	0,316	0,312	0,34	0,38	0,36		
Energia Bruta (kcal/kg)	3924	3643,8	3913,6	3899,6	3940		

6.2.3 Coleta de fezes, análises bromatológicas e digestibilidade

No período de coleta as baias permaneceram sem cama. As fezes eram coletadas em sua totalidade, pesadas diariamente, foram retiradas alíquotas de 10% e estas eram acondicionadas em freezer (-10°C) para posterior análise.

Ao final de cada um dos períodos experimentais, foi gerada uma amostra composta por tratamento com alíquotas de 15% e estas foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas. Posteriormente, foram trituradas em moinho tipo Willey com peneiras de 2 mm, e acondicionadas em sacos plásticos identificados.

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da FZEA – USP e as análises de cálcio e fósforo foram realizadas no Laboratório de Minerais do Departamento de Zootecnia da FZEA-USP. As análises para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) foram realizadas segundo metodologia descrita pela AOAC (1995). As análises da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram feitas segundo VAN SOEST et al. (1991).

A partir dos dados obtidos em laboratório foram calculados os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes, segundo equação sugerida por ANDRIGUETTO (1981).

A energia digestível das fezes, do feno, dos concentrados e dos ingredientes utilizados nos concentrados foi determinada por bomba calorimétrica (IKA C200) e com os resultados foram determinados os coeficientes de digestibilidade da energia.

6.2.4 Determinação dos ácidos graxos de cadeia curta das fezes

Para a mensuração da concentração de ácidos graxos de cadeia curta nas fezes, foi retirada uma alíquota da amostra composta de cada um dos períodos.

Uma alíquota de 100g de fezes foi coletada e filtrada com tecido de filtragem de líquido ruminal e acondicionada em tubos falcon de 50 ml. As amostras foram imediatamente centrifugadas por 25 minutos à 15000rpm em centrífuga de alta rotação (Excelsa II). Todo o sobrenadante foi transferido para outro tubo falcon e novamente centrifugado por 40 minutos à 15000 rpm. O sobrenadante então foi pipetado em eppendorfs de 2 ml, obtendo-se três repetições. Em cada eppendorf

foram pipetados 1,6 ml do líquido sobrenadante e 0,4 ml de ácido fórmico 1N (Merck®) e estes foram congelados a -120°C para posterior análise dos AGCC.

As concentrações de AGCC foram determinadas por cromatografia gasosa segundo metodologia descrita por (HUSSEIN et al., 1996) .

As concentrações de ácidos graxos de cadeia curta (AGCCs) nas fezes foram determinadas por cromatografia gasosa com o aparelho da empresa Shimadzu 2014 com detector de ionização de chama, controlado pelo programa Shimadzu GC Solution. O cromatógrafo era equipado com auto-injetor AOC-20i e amostrador AOC 20-s (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão). Foram usadas as seguintes condições de cromatografia: coluna de separação Stabilwax 30m x 0,53mm (Restek, EUA, número do produto 10655-126); hélio como gás carreador (8,01ml/min); split 1:3; para o gás de *make up* foi utilizado o nitrogênio (3 ml/min); oxigênio com regulagem manual de 40 Kpa; injetor e detector de temperatura à 250°C; volume de injeção de 1µl de amostra. A limpeza do *insert* e a troca do septo eram feitas a cada 100 injeções. A temperatura da coluna foi mantida constante a 145°C. O tempo total de análise para cada amostra foi de 8 minutos. Para os procedimentos de calibração foi usada uma solução de padrão externo com ácido acético (60 mmol/l), ácido propiônico (20 mmol/l), ácido butírico (15 mmol/l), ácido isobutírico (2 mmol/l), ácido valérico (3 mmol/l) e ácido isovalérico (3 mmol/l) diluídos em água destilada. Desta solução padrão foi realizada uma nova diluição de 1:10 para realização das leituras de AGCCs no sangue. Para a solução do padrão interno foi utilizado ácido 2-etil-butírico (Chem Service, número do produto: 0-14) diluído em água destilada.

6.2.5 Determinação do pH, capacidade tamponante das fezes

Para a determinação de pH e capacidade tamponante, amostras das fezes foram coletadas durante os três dias de coleta total de fezes, em sacos plásticos, e encaminhadas, imediatamente para o laboratório, onde foram mensurados o pH através de pHmetro de bancada, introduzindo o pHmetro diretamente nas fezes frescas, utilizando a primeira fezes do dia e a capacidade tamponante (CT) conforme metodologia citada por ZEYNER et al. (2004) e adaptada para as condições experimentais. Em alíquota de 50g de cada amostra fecal foi adicionado 80 mL de água destilada, a amostra era 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: $CT \text{ (mmol/L)} = \text{Volume (mL)} \times 3,125$.

A avaliação das características de consistência e cor das fezes foi realizada nos mesmo períodos das demais avaliações e as fezes foram classificadas conforme descrição a seguir. Para a consistência fecal, foram atribuídos escores com valores de 1 a 5, sendo 1 representado por fezes extremamente ressecadas, 3, por fezes normais e 5, por fezes diarreicas (BERG et al., 2005). Quanto à cor, as fezes foram classificadas como esverdeadas (normal), negras, avermelhadas ou amareladas (GODOI et al., 2009). A avaliação das características cor e consistências foram avaliadas com o auxílio do etograma.

6.2.6 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em quadrado latino (QL) 5x5. Cada período do experimento teve duração de 14 dias.

Para análise dos resultados foi utilizado modelo linear misto pelo programa Statistical Analysis System, versão 9.1.3 (SAS, 2004), considerando o efeito fixo de níveis de inclusão (0, 7, 14, 21 e 28%) e período além do efeito aleatório de animais dentro do quadrado latino (QL) e resíduo. Em caso de efeito significativo para nível de inclusão foram realizadas análises de regressão visando analisar o comportamento da digestibilidade dos nutrientes em função dos níveis de inclusão.

6.3 Resultados e discussão

6.3.1 Digestibilidade aparente

Não houve efeito ($p > 0,05$) dos níveis de inclusão sobre os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes das dietas, como apresentado na Tabela 5.

Os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes das dietas experimentais observados neste trabalho assemelharam-se aos encontrados na literatura para dietas de equinos (JENSEN et al.; 2010, COVERDALE et al.; 2004, VARLOUD et al.; 2004, ARRUDA et al.; 2009, MIRAGLIA et al.; 2006, QUADROS et al.; 2004, OTT; KIVIPELTO, 2002, MORETINI et al.; 2004).

A variação entre metodologias utilizadas nos estudos de teste de ingredientes podem influenciar nos resultados. A maior parte das pesquisas com casca de soja foi realizada com a substituição do ingrediente pelo volumoso da dieta experimental (QUADROS et al.; 2004 e COVERDALE et al.; (2004), já a substituição no concentrado apenas um trabalho foi encontrado (ARRUDA et al.; 2009), sendo neste acaso aplicado a substituição de 30% da dieta referencia pelo ingrediente teste. O presente estudo, utilizou a formulação de concentrados com níveis crescentes de inclusão de casca de soja, os quais apresentaram, em sua composição química, valores nutricionais semelhantes (Tabela 5).

Tabela 5 - Coeficiente de digestibilidade aparente de matéria seca (CDaMS), proteína bruta (CDaPB), extrato etéreo (CDaEE), fibra em detergente neutro (CDaFDN), fibra em detergente ácido (CDaFDA), hemicelulose (CDaHEM), matéria orgânica (CDaMO) e energia bruta (CDaEB).

Variável	Níveis de inclusão de Casca de Soja (%)					Média	CV
	0	7	14	21	28		
CDaMS ¹	55,04	53,30	53,97	54,34	51,68	53,67	8,65
CDaPB ¹	59,95	57,60	57,79	57,92	57,95	58,24	9,77
CDaEE ¹	64,90	70,52	67,99	67,14	63,15	66,74	15,61
CDaFDN ¹	48,06	45,53	47,50	47,28	46,82	47,04	11,93
CDaFDA ¹	39,64	37,92	41,14	39,26	39,56	39,50	18,98
CDaHEM ¹	55,35	52,55	53,66	54,85	53,97	54,08	9,20
CDaMO ¹	55,82	54,22	54,50	55,04	53,95	54,71	8,57
CDaEB ¹	83,78	82,69	83,54	84,37	84,30	83,73	3,04

¹médias não diferem significativamente ($p>0,05$).

CV = Coeficiente de Variação

A variação nas proporções dos ingredientes da dieta e a qualidade dos ingredientes teste (casca de soja) podem também ter influenciado na digestibilidade dos nutrientes da dieta. Quando se considera o CDaPB, observa-se que os valores obtidos no presente estudo são superiores ao observado por ARRUDA et al.; (2009), porém inferior aos observados por QUADROS et al.; (2004). A menor inclusão de milho e a presença de fontes de farelo de soja e casca de soja a dieta podem ter

contribuído para a menor digestibilidade das dietas de ARRUDA et al.; (2009), além da possibilidade de desequilíbrio nutricional atribuído a metodologia de substituição utilizada pelos pesquisadores. Já QUADROS et al.; (2004), substituíram o feno de Tifton por um ingrediente de melhor composição nutricional (casca de soja) o que contribuiu na maior digestibilidade das dietas quando maior porcentagem do ingrediente teste foi adicionado a dieta.

O mesmo preceito pode ser aplicado ao CDa EE, o qual também se apresentou superior na presente pesquisa, quando comparado com ARRUDA et al.; (2009).

Foi observado que os CDaMS, CDaFDN, CDaFDA, CDaHEM foram inferiores aos observados por QUADROS et al.; 2004 e COVERDALE et al.; 2004, os quais substituíram o volumoso pela casca de soja. A distribuição entre as frações carboidrato da dieta podem ter influenciado nos menores coeficientes de digestibilidade obtidos na presente pesquisa, quando comparados com os autores supracitados. A dieta do presente estudo foi composta por 60% de volumosos. Já as dietas citadas substituíram em até 100% o volumoso teste (feno de Tifton) por casca de soja (QUADROS et al.; 2004) e até 75% de uma dieta com mistura de dois volumosos (alfafa e Capim Bermuda) (COVERDALE et al.; 2004). A qualidade da fibra pode ter sido o fator determinante para a maior digestibilidade das dietas com substituição da casca de soja como volumoso, uma vez que este ingrediente apresenta cerca de 14% de pectina em sua composição (SEIBEL; BELÉIA, 2008), fibra de rápida fermentabilidade (HOFFMAN et al.; 2001) e elevada produção de energia. Segundo PERALI et al. (2001), a pectina é um carboidrato estrutural não digerido enzimaticamente, porém é bastante degradado pelos microorganismos do ceco, acima de 90%. Isso proporciona mais energia aos microorganismos aumentando sua capacidade de digestão dos componentes da fibra e propicia um efeito associativo positivo, principalmente em alimentos com alto teor da mesma.

Já ARRUDA et al. (2009), substituíram a casca de soja na dieta referência e mantiveram o fornecimento de 50% de volumoso (feno de Tifton), dieta com maior semelhança a dieta do presente estudo. Atribui-se os maiores coeficientes observados por estes autores quando comparados com o presente estudo a qualidade dos ingredientes utilizados na dieta e a relação volumoso:concentrado. O feno de *Coast Cross* utilizado no presente estudo apresentou maiores proporções de FDN (79,9%), FDA (41,61%) e menor proporção de proteína (10,79%), quando

comparado ao feno de Tifton utilizado pelo citados pesquisadores, o qual apresentou proporções de FDN (71,55%), FDA (36,29%) e menor proporção de proteína (12,40%). Além da composição nutricional, a relação volumoso:concentrado foi maior, levando a inclusão de ingrediente de inferior qualidade nutricional na presente pesquisa quando comparado com ARRUDA et al (2009).

Outros fatores que podem ter contribuído na disparidade de resultados observados entre os dois estudos é qualidade da casca de soja, nível de inclusão do ingrediente a dieta e a relação entre os ingredientes do formulado. A casca de soja utilizado no presente estudo apresentou 89,97% de MS, 3,34% de MM, 10,86% de PB, 1,09% de EE, 54,00% de FDA e 74,28% de FDN, enquanto que a casca de soja utilizada por ARRUDA et al (2009) apresentou 91,57% de MS, 0,78% de EE, 10,50% de PB, 64,28% de FDN e 47,57% de FDA. As menores proporções de FDN e FDA podem ter contribuído na maior digestibilidade de MS, FDA e FDN observada por estes autores. A dieta do presente estudo forneceu em média 56,47% de milho, enquanto o citado estudo forneceu apenas 12,50%. A maior inclusão do milho, pode ter deprimido a digestibilidade da fração fibrosa do presente estudo. O milho apresenta cerca de 62,66% de amido em sua composição (ROSTAGNO et al.; 2011). Hoje, sugere-se que o aporte de amido por refeição não ultrapasse 2g/kg de peso vivo do equino (POTTER et al.; 1992), o que representa cerca de 984g de amido por refeição para um animal de 492Kg (peso médio dos animais do presente estudo). O consumo médio de concentrado por animal por tratamento foi de 2kg/arraçoamento, o que levou ao oferecimento de aproximadamente 724,16g de amido, valor inferior ao preconizado por POTTER et al.; (2002). Aliado a este resultado, sugere-se que não houve sobrecarga de amido, uma vez que não foram observadas alterações ($P>0,05$) na composição físico-química das fezes.

6.3.2 Qualidade de fezes: capacidade tamponante e ph

Para as variáveis cor e consistência, observou-se que 100% dos animais apresentaram fezes esverdeadas (GODOY et al.; 2009) e 90% normais (BERG et al.; 2005), sugerindo que não houve alteração prejudicial no perfil fermentativo do intestino grosso dos equinos. Segundo BERG et al.; (2005) a manutenção da saúde do intestino grosso de equinos é essencial para prevenir problemas como cólicas ou laminites. A avaliação da consistência e cor das fezes são características subjetivas

que podem ser influenciadas pela dieta, em especial pelo volumoso, ou ingredientes fermentescíveis. A mensuração do pH fecal é um método satisfatório e não invasivo de quantificação indireta da acidose do intestino grosso (RICHARDS et al.; 2006), que pode ser avaliada em conjunto com outras características físico-químicas das fezes de equinos, possibilitando diagnóstico de distúrbios gastrointestinais nos animais.

Para a variável pH e CT, não foram observados efeito da dieta ($p>0,05$), o que corrobora com a sugestão de não ter ocorrido sobrecarga de amido a dieta dos equinos (Tabela 6).

Tabela 6 - Valores médios de pH, CT5 e CT6 (mmol/L) das fezes de equinos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de casca de soja

Tratamento	pH	CT5	CT6
0	6,4320 $\pm$ 0,0993	13,8153 $\pm$ 1,0180	5,0433 $\pm$ 0,5624
7	6,3697 $\pm$ 0,0993	14,0513 $\pm$ 1,0180	4,5453 $\pm$ 0,5624
14	6,3793 $\pm$ 0,0993	14,2552 $\pm$ 1,0331	4,2029 $\pm$ 0,5735
21	6,3167 $\pm$ 0,0993	13,5440 $\pm$ 1,0180	3,6183 $\pm$ 0,5735
28	6,4700 $\pm$ 0,0993	14,7953 $\pm$ 1,0180	4,6293 $\pm$ 0,5624

O valor médio de pH observado no presente estudo foi de 6,4, inferior ao preconizado por PAGAN (2001) o qual cita que as bactérias fermentadoras de fibras apresentam melhor desempenho em pH variando entre 6,5 e 7, porém dentro do preconizado VAN SOEST (1994), que cita pH ideal entre 6,4 e 6,7. Sugere-se o valor médio de pH observado no presente estudo seja atribuído ao tipo de fermentação das fibras (fibras de fácil fermentação) e a geração de ácidos graxos de cadeia curta proveniente dela. MULLER et al. (2008) e MUHONEN et al. (2009) observaram pH fecal de 6,3 – 6,4 para equinos alimentados com pré-secado e ZEYNER et al. (2004) observaram valores de pH de 6,4 – 6,7 para equinos alimentados com feno e concentrado, valores próximos aos observados na presente pesquisa.

SANTOS et al. (2009) estudando a sobrecarga de amido observaram valores inferiores de pH e CTs. Conforme o tempo após o fornecimento do alimento rico em amido foi passando, o pH decresceu e com ele a CT a 5 e a 6. No presente estudo os valores de CT6 foram superiores o que sugere indica maior volume de ácido gasto para o pH atingir 6. Segundo ZEYNER et al. (2004), a CT e o pH observado e

qualquer valor de pH definido representa o potencial real do meio em reagir contra modificações influenciadas pela produção de ácidos. Considerando informação citada por estes autores, pode-se sugerir que no presente estudo as dietas favoreceram a manutenção favoráveis das condições do trato digestório.

O tipo de fibra da dieta pode influenciar o pH a CT pois, segundo NRC (2007), os carboidratos estruturais das forragens são fontes importantes de energia para equinos. Além disso, a pectina pode ter aumentado a retenção de água (EASTWOOD, 1992; VAN SOEST, 1994) e com isso a viscosidade, aumentando o tempo de trânsito e a possibilidade de digestão da fração fibrosa das mesmas, bem como ter auxiliado na manutenção do pH da intestino grosso (ação tamponante) por meio de sua capacidade de troca de cátions e ligações com íons metálicos (VAN SOEST et al., 1991). Esse fato colabora para que a população de microrganismos não seja reduzida, sendo os celulolíticos os mais drasticamente afetados em condições de baixo pH. Como a fermentação deste substrato gera ácido acético (BARRÊTO JÚNIOR et al., 2008) e não ácido lático, a manutenção do pH pode ser favorecida.

MOORE-COLYER et al. (2000), citam que a porção de energia da fibra presente na dieta será fermentada no intestino grosso e produzirá ácidos graxos de cadeia curta (AGCCs) e lactato, sendo estes absorvidos e metabolizados para gerar adenosina trifosfato (ATP). A composição da dieta e a relação volumoso:concentrado, particularmente a composição de carboidratos, afetam a população microbiana e conseqüentemente, a produção de AGCC. Em dietas a base de forragens, o principal AGCC produzido é o acetato (MOORE-COLYER et al.; 2000 e NRC, 2007), embora também ocorra a produção de propionato e butirato. À medida que se introduz milho (rico em amido) na dieta ocorre aumento na produção de propionato (MEDINA et al.; 2003) e na concentração de ácido lático observando-se queda de pH no ceco e cólon do equino.

Não foi observado efeito ($p>0,05$) das dietas sobre as concentrações e relação entre os ácidos graxos de cadeia curta das fezes de equinos (

Tabela 7).

Tabela 7 - Concentração e relação entre ácidos graxos de cadeia curta nas fezes de equinos alimentados com níveis crescentes de inclusão de casca de soja.

	Nível de Inclusão de Casca de Soja (%)						
	0	7	14	21	28	CV	p
[] de AGCC (mmol/l)							
AGCC total	46,582	40,098	37,984	47,616	47,93	29,87493	> 0,05
Acetato	38,206	32,146	31,062	38,302	37,366	28,76381	> 0,05
Propionato	6,102	5,63	5,048	6,396	7,042	37,2521	> 0,05
Butírico	1,146	1,006	0,932	1,338	1,582	45,23592	> 0,05
Isobutírico	0,7	0,83	0,63	0,85	0,988	46,82945	> 0,05
Valérico	0	0	0	0,198	0,268	167,86	0,0324
Isovalérico	0,428	0,486	0,312	0,536	0,686	48,51984	>0,05
% de AGCC							
Acetato	83,182	80,306	81,958	80,968	79,168	4,1675	> 0,05
Propionato	12,65	13,926	13,138	13,264	13,858	18,71268	> 0,05
						22,	
Butírico	2,236	2,49	2,408	2,604	3,07	18933	> 0,05
Isobutírico	1,122	2,046	1,598	1,704	1,992	27,02327	0,0382
Valérico	0	0	0	0,32	0,476	167,6865	0,0296
Isovalérico	0,812	1,226	0,9	1,136	1,432	35,27107	> 0,05
Proporção de AGCC							
Acetato:Propionato	6,802	5,832	6,282	6,374	6,344	28,4064	> 0,05

Observou-se maiores concentrações de acetato nas dietas experimentais, sugerindo que o principal substrato de fermentação fossem as fibras de rápida e lentamente fermentáveis e não o amido, dados que concordam com (MOORE-COLYER et al.; 2000 e NRC, 2007), que citam que a composição da dieta e a relação volumoso:concentrado, particularmente a composição de carboidratos, afetam a população microbiana e conseqüentemente, a produção de AGCC. Em dietas a base de forragens, o principal AGCC produzido é o acetato. Em contrapartida COVERDALE et al.; (2004) avaliando a casca de soja como alternativa de fonte de fibras para equinos, forneceram níveis crescentes (0, 25, 50, 75%) deste ingrediente em dietas a base de alfafa e capim Bermuda, observaram aumento linear na produção de ácidos graxos de cadeia curta totais de 70 a 90 mM e as concentrações de propionato também aumentaram linearmente 15,7; 18,0; 16,6, e 21,9 mol/100 mol total AGCC. As concentrações de butirato e relação acetato:

propionato decresceram linearmente com a inclusão de casca de soja na dieta, o que pode ser atribuída a composição da dieta experimental do citado experimento.

6.4 Conclusões

A casca de soja pode ser incluída na dieta de equinos em níveis de até 28% do concentrado, sem causar prejuízos a digestibilidade e características físico-químicas de dietas para equinos, podendo ser considerado uma fonte alternativa de energia segura para o equino.

7 CONCLUSÕES GERAIS

A casca de soja pode ser incluída na dieta de equinos em níveis de até 28% do concentrado, sem causar prejuízos a palatabilidade, digestibilidade e características físico-químicas de dietas para equinos, podendo ser considerado uma fonte alternativa de energia segura para o equino.

Enquanto a casca de soja pode se tornar parte de uma gama de ingredientes, o setor de alimentação de equinos poderá apresentar uma maior flexibilidade para escolha de ingredientes para a produção de concentrados melhores. Preços e disponibilidade de coprodutos ainda não são exatamente determinados, entretanto, se os produtores disporem de uma ampla gama de produtos à sua escolha, os ajudará a ajustar seus custos de acordo com sua necessidade.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIGUETTO, J.M. ; PERLY, L. ; MINARDI, I. Nutrição animal. 6 ed. São Paulo: Nobel, 1999.

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

ARAÚJO, K. V., AUGUSTO, J., LIMA, D. F., & FIALHO, E. T. 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. **Rev. bras. zootec.**, 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, 1996. Cap.19, p.330-342.

ARRUDA, A. M. V. de; RIBEIRO, L. B.; PEREIRA, E. S. Avaliação de alimentos alternativos para cavalos adultos da raça Crioulo. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 38, n. 1, Jan. 2009.

BARRÊTO JÚNIOR, R.A.; MINERVINO, A.H.H.; MAZZOCCA, F.A. et al. Avaliação do potencial da polpa cítrica em provocar acidose láctica ruminal aguda em bovinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 45, n. 6, p. 421-428, 2008.

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.

BERGAMASCHINE, A.F.; FILHO, W.V.V.; DUARTE, E.F. et al. Degradabilidade "in situ" e digestibilidade "in vivo" do resíduo do pré-processamento da soja (*Glycine max* L. Merrill). **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, n.3, p.724-732, 1999.

BRAGA, A. C **Níveis de Fibras na Dieta Total de Eqüinos**. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2006, **46 p**. Dissertação de Mestrado.

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

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

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**, 2002, 75: 257-265.

CARCIOFI, A.C. Curso Teórico-Prático sobre Nutrição de Cães e Gatos “Uma Visão Industrial”, FCAV- UNESP Jaboticabal, 2008, 80p.

CHALUPA, W.; VECCHIARELLI, B.; ELSER, A.E. et al. Ruminal fermentation in vivo as influenced by long-chain fatty acids. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.5, p.1293-1301, 1986.

COVERDALE, J.A.; MOORE, J.A.; TYLER, H.D. et al. Soybean hulls as an alternative feed for horses. **Journal of Animal Science**, v.82, p.1663-1668, 2004.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2008.

DOMINGUES, J.L. Uso de volumosos conservados na alimentação de equinos. **R. Bras. Zootec.**, v.38, p.259-269, 2009 (supl. especial).

DUREN, S. Feeding the endurance horse. **Kentucky Equine Research**, 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.

EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; MENDES, A.R. et al. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore em confinamento alimentados com bagaço de cana-de-açúcar e diferentes fontes energéticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2050-2057, 2006.

FURTADO, C. E.; BRANDI, R. A.; RIBEIRO, L, B. Utilização de coprodutos e demais alimentos alternativos para dietas de equinos no Brasil. **R. Bras. Zootec.**, v.40, p.214-223, 2011 (supl. especial).

FORBES, J.M. Dietary awareness. **Applied Animal Behavior Science**. 57. 1998. 287-297p.

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

FRAPE, D. **Equine Nutrition and Feeding**. Longman Group United Kingdom, limited, Scientific and Technical; Churchill Livingstone, New York, p. 123-125, 1986.

FREITAS, M. DE C. M. Cultura da soja no brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia biosfera**, centro científico conhecer - goiânia, vol.7, n.12; 2011 pág.1.

GEOR, R.J. Equine carbohydrate nutrition: implications for feeding management and disease avoidance. In: MID-ATLANTIC NUTRITION CONFERENCE, 5, Maryland, 2007. **Proceedings...** Maryland: 2007. p. 154-161.

GODOI, F. N.; ALMEIDA, F. Q.; GUARIENTI, G. A.; SANTIAGO, J. M.; JÚNIOR, D. G.; NOGUEIRA; Y. C.; BRASILEIRO, L. S.; Perfil hematológico e características das fezes de equinos consumindo dietas hiperlipidêmicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, 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 Méd. Vét.**, 2006, 157, 1, 3-10.

HALL M.B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal Animal Science**, v.81, p. 3226-3232, 2003.

HILL, J. Impacts of nutritional technology on feeds offered to horses: A review of effects of processing on voluntary intake, digesta characteristics and feed utilization. **Animal Feed Science and Technology**. 138. 2007. 92-117p.

HOFFMAN, R.M.; WILSON, J.A.; KRONFELD, D.S. et al. Hydrolyzable carbohydrates in pasture, hay, and horse feeds: Direct assay and seasonal variation. **Journal 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, 2009 (supl. especial).

HOUPT, K.A. Maintenance behaviours. In: The domestic horse In: **The evolution, development and management of it's behaviour**. 1 ed. Cambridge: Cambridge University Press; Cap.6, p. 94-109, 2005.

HUSSEIN, H. S., VOGEDDES, 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.** 2004. 82:1986–1996.

JENSEN, R. B., BRØKNER, C., & BACH, K. E. Archives of Animal Nutrition A comparative study of the apparent total tract digestibility of carbohydrates in Icelandic and Danish Warmblood horses fed two different haylages and a concentrate consisting of sugar beet pulp and black oats. **Archives of Animal Nutrition** Vol. 64, No. 5, October 2010, 343–356.

JULLIAND, V.; de FOMBELLE, A.; DROGOUL, C.; JACOTOT, E. Feeding and microbial disorders in horses: 3-Effects of three hay:grain ratios on microbial profile and activities. **Journal of Equine Veterinary Science** 21, 543-546, 2001.

KIENZLE, E.; RADICKE, S.; LANDES, E. et al. Activity of amylases in the gastrointestinal tract of the horse. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.72, p.234-241, 1994.

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

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 vet. J.** (2001) 33 (6) 585 – 590.

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

MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring behaviour: an introductory guide**. Cambridge: Cambridge University Press. 1986. 200 pp.

MAURICIO, R.M.; GONÇALVES, L.C.; RESENDE, AC. et al. Determinação da digestibilidade aparente em equídeos através do óxido crômico, da lignina e da coleta total das fezes. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.48, n.6, p.703-711, 1996.

MEDINA, B.; GIRARD, I. D.; JACOTOT, E.; JULLIAND, V. 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. **J anim sci** 2002, 80:2600-2609.

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

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Cultura de soja.** BRASIL. 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>. Acessado em: 20/09/12.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Brasil projeções do agronegócio 2011/2012 a 2021/2022. Resumo executivo.** Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-20012%20a%202021-2022%20-%20Sintese\(2\).pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-20012%20a%202021-2022%20-%20Sintese(2).pdf). Acessado em: 20/09/12.

MIRAGLIA, N.; BERGERO, D.; POLIDORI, M. et al. The effects of a new fibre-rich concentrate on the digestibility of horse rations. **Livestock Science**, v.100, p.10-13, 2006.

MIRON, J., YOSEF, E., & BEN-GHEDALIA, D. Composition and in vitro digestibility of monosaccharide constituents of selected byproduct feeds. *Journal of agricultural and food chemistry*. **J. Agric. Food Chem.** 2001, 49, 2322–2326.

MORETINI, C. A. et al. Avaliação nutricional de alguns alimentos para equinos por meio de ensaios metabólicos 1, 1–6. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 621-626, maio/jun., 2004.

MORGADO, E. Fibra na nutrição de animais com fermentação no intestino grosso. REDVET. **Revista electrónica de Veterinaria**. ISSN: 1695-7504. 2009 Vol. 10, Nº 7.

MORGADO, E. S.; ALMEIDA, F. Q.; SILVA, V. P. et al. Digestão dos carboidratos de alimentos volumosos em equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 75-81, 2009.

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 (2000) 183-197.

MOREIRA, I.; RIBEIRO, C.R.; FURLAN, A.C. et al. Utilização do Farelo de germe de milho desengordurado na alimentação de suínos em crescimento e terminação digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2238-2246, 2002.

MUHONEN, S. **Metabolism and hindgut ecosystem in forage fed sedentary and athletic horses**. 2008. 76f. Tese de doutorado. Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science Department of Animal Nutrition and Management Uppsala, Uppsala, 2008.

MÜLLER, C. E., UDÉN, P. Preference of horses for grass conserved as hay, haylage or silage. **Animal Feed Science and Technology**, v.132, p.66-78, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Whashington, D.C. National Academic Press, 2001. 381 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC.: **Nutrient Requirements of Horses**. 6th edition. Washington, D.C.: National Academy Press 2007, 341p.

OLIVEIRA, G. J. C.; LIMA, J. A. F.; ARAÚJO, K.V. et al. 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.

OTT, E. A.; Citrus pulp for horses. **Journal of Animal Science**, v.49, p.983-987, 1979.

OTT, E. A.; KIVIPELTO, J. Soybean Hulls as an energy source for weanling horses. **The Professional Animal Scientist** (2002) 18: 169 – 175.

PERALI, C.; FREITAS L.J.A.; FIALHO, E.T. et al. Valores nutricionais de alimentos para equinos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.5, p.1216-1224, 2001.

PAGAN, J.D. Carbohydrates in equine nutrition. In: **I ADVANCES IN EQUINE NUTRITION**, 1., 1998. Nottingham: Nottingham University Press, United Kingdom. p. 29-41, 1998.

PAGAN, J.D. Carbohydrates in equine nutrition. In: **II ADVANCE ON EQUINE NUTRITION**, 2., 2001, Versailles. **Proceedings...** Versailles: Kentucky, USA, 2001, p.13-28.

POLLITT, C.C. AND DAVIES, C.T. Equine laminitis: its development coincides with increased sublamellar blood flow. **Equine Veterinary Journal Supplement**, **26**, 125-132. 1998.

PAIVA, E. P., & LIMA, M. S. Pectina : propriedades químicas e importância sobre a estrutura da parede celular de frutos durante o processo de maturação. **Revista iberoamericana**, Volume 10(4), Julho de 2009.

PEREIRA, E.S.; PAIVA, P.C.A.; Von TIESENHAUSEN, I.M.E. et al. Degradação da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro de silagens de capim-elefante adicionadas de resíduos do beneficiamento do milho e da soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2354-2358, 2000 (supl. 2).

PETHICK DW, ROSE RJ, BRYDEN WL & GOODEN JM. Nutrient utilization by the hindlimb of Thoroughbred horses at rest. *Equine Vet J* **25**, 41-44, 1993.

POLLITT, C.C.; DAVIES, C.T. Equine laminitis: its development coincides with increased sublamellar blood flow. **Equine Veterinary Journal**, v.28, n.26, p.125-132, 1998.

POTTER, G. D., F. F. ARNOLD, D. D. HOUSEHOLDER, D. H. HANSEN AND K. M. BROWN. Digestion of starch in the small or large intestine of the equine. 1. Europ. Conf. Horse Nutr., Pferdeheilkunde, 107. 1992.

QUADROS, J.B.S.; FURTADO, C.E.; BARBOSA, E.D. et al. Digestibilidade aparente e desenvolvimento de equinos em crescimento submetidos a dietas compostas por diferentes níveis de substituição do feno de Tifton 85 pela casca de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.564-574, 2004.

RAMOS, S. C. **Comparação de diferentes indicadores com método de coleta total para determinação da digestibilidade aparente de diferentes dietas para eqüinos**. [Different markers comparison with total collection method to determine the apparent digestibility in different equine diets]. 69 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

RESENDE JÚNIOR, T.; REZENDE, A.S.C.; LACERDA JÚNIOR, O.V. et al. Efeito do nível de óleo de milho adicionado à dieta de equinos sobre a digestibilidade dos nutrientes. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.56, p.69-73, 2004.

RESTLE, J., FATURI, C., CELESTINO, D., FILHO, A., BRONDANI, I. L., & HENRIQUE, J. (2004). Substituição do Grão de Sorgo por Casca de Soja na Dieta de Novilhos Terminados em Confinamento. **R. Bras. Zootec.**, v.33, n.4, p.1009-1015, 2004.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L., et al. 2011. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos**. Composição de alimentos e exigências nutricionais. 3ª ed. Viçosa:UFV, p. 252. 2011.

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**, 2006, 84, 402-407.

RICHARDSON, L.F.; RAUN, A.P.; POTTER, E.L. et al. Effect of monensin on ruminal fermentation in vitro and in vivo. **Journal of Animal Science**, v.58, p.194-202, 1984.

SANTOS, S.A.; RODRIGUES, C. A. G.; AFONSO, E.; SERENO, J.R.B.; SOARES, A.C.da C. Preferência alimentar e uso do habitat do cavalo Pantaneiro na Nhecolândia, Pantanal. Corumbá, MS: EMBRAPACAP 16p. (EMBRAPA-CPAP, **Comunicado Técnico**, 19). 1997.

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.

SEIBEL, N. F.; BELÉIA, A. D. P; Hidrólise enzimática de fibras de cotilédones de soja e caracterização das frações sólidas e solúveis. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.44, n.10, p.1336-1345, out. 2009.

SILVA, C. R.; SIMONI, J. A. Avaliação da capacidade tamponante – um experimento participativo. **Química Nova**, Sao Paulo, v. 23, n. 3, p. 405-409, maio/jun. 2000.

SOUZA, A. H. de. **Tamponamento cecal: aspectos clínico, fisiopatológico e terapêutico na laminite experimental, em eqüinos.** / Adriana Helena de Souza. – Tese doutorado – Jaboticabal, 2007 xxi, 75 f.

SOUZA, K. A. F. D. de; NEVES, V. A.. **Experimento de bioquímica.** Disponível em: <http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/introducao_carboidratos/polissacarideos.htm>. Acessado em: 24/09/2012.

SWENSON, M. J. REECE, W. O.; DUKES. **Fisiologia dos animais domésticos.** Ed. Guanabara koogan, Cornell University, 1993.

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

TRIBUCCI, A. M. de O. **Palatabilidade e digestibilidade aparente de equinos submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de polpa cítrica** / Adriana Moraes de Oliveira Tribucci. — Pirassununga, 2011. 67 f. Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo.

VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R.R. et al. **Tabelas Brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2 ed. Viçosa: Suprema Gráfica Ltda – Universidade Federal de Viçosa, 2006. 329p.

VALIM, Y. M. L; PANDOCHI, A. I. A; SPADARO, A. C. C.; RECHIA, C. G. V.; CURTI, C.; KABEYA, L. M. BERTAZZI, D. T. **Práticas de Bioquímica: Conceitos Gerais**. Faculdade de ciências farmacêuticas de ribeirão preto – USP. Departamento de física e química. Apostila para a disciplina de bioquímica. 2008.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. Analysis of forages and fibrous foods. AS 613 Manual, Dep. Animal Science, Cornell University, Ithaca, NY, 1985. 202p.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

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, n.10, p.3583-3597, 1991.

VARLOUD, M., FOMBELLE, A. DE, GOACHET, A. G., DROGOUL, C., & JULLIAND, V. Partial and total apparent digestibility of dietary carbohydrates in, 61–72. **Animal Science**. 2004, 79: 61-72.

VIEIRA, S. L. **Consumo e Preferência Alimentar dos Animais Domésticos**. 1 ed. Londrina: Phytobiotics Brasil. 2010. 315p.

WEYENBERG, S.V.; SALES, J.; JANSSENS, G.P.J. Passage rate of digesta through the equine gastrointestinal tract: a review. **Livest. Sci**. 2006;99:3-13.

WILLIAMSON, A. et al. A survey of feeding, management and faecal pH of Thoroughbred racehorses in the North Island of New Zealand. **New Zealand Veterinary Journal**, v.55, n.6, p.337-341, 2007.

ZAMBOM, M. A., TADEU, G., MODESTO, E. C., ALCALDE, C. R., GONÇALVES, G. D., & CRISTINA, D. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 937-943, 2001.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; CECOM, P.R. Hábito de pastejo de eqüinos em pastagens tropicais de diferentes estruturas. **Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR, Umuarama**, v. 9, n. 1, p.83-89, 2006

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.