ANA MARIA DE FREITAS OLIVEIRA MOREIRA

**Avaliação da aceitabilidade e digestibilidade de dietas para
eqüinos com diferentes fontes de óleo vegetal**

Pirassununga

2008

ANA MARIA DE FREITAS OLIVEIRA MOREIRA

Avaliação da aceitabilidade e digestibilidade de dietas para eqüinos com
diferentes fontes de óleo vegetal

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária.

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Alexandre Augusto de Oliveira Gobesso

Pirassununga

2008

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.2003
FMVZ

Moreira, Ana Maria de Freitas Oliveira

Avaliação da aceitabilidade e digestibilidade de dietas para equinos com diferentes fontes de óleo vegetal / Ana Maria de Freitas Oliveira Moreira. – Pirassununga: A. M. F. O. Moreira, 2008.
70 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, 2008.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.
Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Augusto de Oliveira Gobesso.

1. Aceitabilidade. 2. Colesterol. 3. Digestibilidade. 4. Equinos.
5. Óleos vegetais. I. Título.

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Avaliação da aceitabilidade e digestibilidade de dietas para equinos com diferentes fontes de óleo vegetal", protocolado sob o nº1418/2008, utilizando 04 (quatro) cavalos, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Alexandre Augusto de Oliveira Gobesso, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado "ad referendum".

(We certify that the Research "Equine diets acceptability and digestibility evaluation with different vegetable oil sources", protocol number 1418/2008, under the responsibility Prof. Dr. Alexandre Augusto de Oliveira Gobesso, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Bioethic Commission of the School of Veterinary Medicine and Zootechny of University of São Paulo and was approved "ad referendum" meeting).

São Paulo, 09 de junho de 2008

Prof. Dr. José Luis Bernardino Merusse
Presidente da Comissão de Bioética
FMVZ/USP

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: MOREIRA, Ana Maria de Freitas Oliveira

Título: Efeito da inclusão de diferentes fontes de óleo vegetal sobre a aceitabilidade e digestibilidade da dieta de eqüinos.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária.

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Aos meus filhos, Pedro e João Paulo.
Ao meu marido, Marcelo.
Aos meus pais, Fernando e Maria Aparecida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre iluminar meus caminhos, mesmo nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais, pelo exemplo de vida.

Às minhas irmãs, Ana Lúcia, Ana Cláudia e Ana Elisa, incansáveis no incentivo, apoio e carinho.

Ao Prof. Dr. Alexandre A. O. Gobesso, pela orientação, amizade, paciência, e por compartilhar seu conhecimento comigo.

À FAPESP pelo financiamento do experimento.

Ao Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, por me aceitar no curso de mestrado.

Aos funcionários e amigos do Setor de Eqüideocultura: Valdir, Maico, Beto e Sr. Jorge, pela ajuda e amizade.

Aos amigos da FMVZ: Aline, Aryana, Luis Felipe, Estelinha, Rafael, Lílian, Riquelme, Yves, Francine, Carol, Fernanda, Willian, Pascoal, Vinícius, Zé

A todos os estagiários, e em especial Lígia e Thieska.

Aos meus “irmãos” no mestrado: Waleska, Rodrigo, Ricardo, Alessandra, Iaçanã e Renata, com os quais convivi, aprendi e dividi momentos inesquecíveis.

Aos potros: Veloz, Vivo, Virtual e Vico, em especial; aos outros cavalos com os quais convivi, e a todos os animais que me permitiram partilhar momentos de suas vidas.

RESUMO

MOREIRA, A. M. F. O. **Avaliação da aceitabilidade e digestibilidade de dietas para eqüinos com diferentes fontes de óleo vegetal.** [Equine diets acceptability and digestibility evaluation with different vegetable oil sources]. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

Quatro potros, filhos do mesmo pai, com idade média de 18 meses e peso aproximado de 270 kg, receberam dieta composta de feno de Coast-Cross (*Cynodon dactylon* L. Pers.) e concentrado experimental, ao qual foram adicionados diferentes tipos de óleo vegetal (soja, canola, palma ou linhaça), para analisar o efeito sobre a aceitabilidade, digestibilidade aparente da Matéria Seca (MS), Matéria Orgânica (MO), Proteína Bruta (PB), Extrato Etéreo (EE), Fibra Solúvel em Detergente Neutro (FDN), Fibra Solúvel em Detergente Ácido (FDA), valores plasmáticos de Colesterol, VLDL, LDL, HDL e Triglicérides. Foi utilizada metodologia de coleta total de fezes e coleta de sangue na veia jugular às 7 horas, em jejum. O delineamento experimental foi em Quadrado Latino (4 animais, 4 tratamentos, 4 repetições). A inclusão dos óleos não afetou significativamente ($p < 0,05$) a aceitabilidade e a digestibilidade da MS, MO, PB, EE, FDN e FDA. Também não foram alterados ($p < 0,05$) os valores plasmáticos de colesterol, LDL, VLDL, HDL e triglicérides, indicando que os óleos de soja, canola, palma e linhaça podem ser igualmente utilizados na dieta de eqüinos.

Palavras-chave: Colesterol. Digestibilidade. Eqüinos. Óleos vegetais. Triglicérides.

ABSTRACT

MOREIRA, A. M. F. O. **Equine diets acceptability and digestibility evaluation with different vegetable oil sources.** [Avaliação da aceitabilidade e digestibilidade de dietas para eqüinos com diferentes fontes de óleo vegetal]. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

Four foals, same father sons, aged 18 months and average weight 320 kg, were fed a diet composed of Coast-cross hay (*Cynodon dactylon* L. Pers.) and concentrate, to analyze the effect of adding different types of vegetable oil (soybean, canola, palm and linseed) on acceptability, apparent digestibility of Dry Matter (DM), Crude Original Matter (CM), Crude Protein (CP), Ethereal Extract (EE), Neutral Detergent Soluble Fiber (NDF), Acid Detergent Soluble Fiber (ADF) and on cholesterol, VLDL, LDL, HDL and triglycerides plasma levels. Total fecal output collect methodology was used. Blood samples were collected at 7:00 a.m. during ingestion and cooled until sending to the laboratory. Experimental delineation was Latin Square (4 animals, 4 repetitions, 4 treatments). The inclusion of different vegetable oils in diet did not affect ($p < 0,05$) acceptability nor DM, CM, CP, G, NDF and ADF digestibility. Cholesterol, VLDL, LDL, HDL and triglycerides plasma levels were not affected ($p < 0,05$).

Keywords: Cholesterol. Digestibility. Equine. Lipoprotein. Vegetable oil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 5.1	Valores médios de digestibilidade de MS e MO (%) em eqüinos alimentados com dietas contendo diferentes tipos de óleos vegetais e seus respectivos desvios padrão.....	44
Figura 5.2	Valores médios de digestibilidade de PB (%) em eqüinos alimentados com dietas contendo diferentes tipos de óleos vegetais e seus respectivos desvios padrão.....	46
Figura 5.3	Valores médios de digestibilidade de EE (%) em eqüinos alimentados com dietas contendo diferentes tipos de óleos vegetais e seus respectivos desvios padrão.....	49
Figura 5.4	Valores médios de digestibilidade de FDN e FDA (%) em eqüinos alimentados com dietas contendo diferentes tipos de óleos vegetais e seus respectivos desvios padrão.....	51
Figura 5.5	Valores médios de colesterol e triglicérides plasmáticos (mg/dl) em eqüinos alimentados com dietas contendo diferentes tipos de óleos vegetais e seus respectivos desvios padrão.....	54
Figura 5.6	Valores médios de HDL, LDL e VLDL (mg/dl) em eqüinos alimentados com dietas contendo diferentes tipos de óleos vegetais e seus respectivos desvios padrão.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 Composição em ácidos graxos de algumas fontes lipídicas utilizadas na alimentação de eqüinos.....	24
Tabela 4.1 Composição do concentrado experimental (%)......	35
Tabela 4.2 Composição bromatológica do concentrado e do feno experimental.....	35
Tabela 4.3 Quantidade de ração, feno e óleo vegetal fornecidos aos animais em cada período (g), e peso dos potros (kg) ao início e final de cada tratamento.....	37
Tabela 5.1 Peso inicial, peso final e ganho de peso de cada animal (kg) durante o experimento.....	40
Tabela 5.2 Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), em %; e seus respectivos desvios padrão.....	42
Tabela 5.3 Médias dos níveis plasmáticos de colesterol, triglicérides, lipoproteína de alta densidade (HDL), lipoproteína de baixa densidade (LDL), e lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL), em mg/dl; e seus respectivos desvios padrão.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a.C.	antes de Cristo
AGV	ácidos graxos voláteis
DHA	ácido docosahexaenóico
DPA	ácido docosapentaenóico
EE	extrato etéreo
EPA	ácido eicosapentaenóico
FB	fibra bruta
FDA	fibra em detergente ácido
FDN	fibra em detergente neutro
GLM	General Linear Model
HDL	lipoproteína de alta densidade
LDL	lipoproteína de baixa densidade
LP	lipoproteína
MO	matéria orgânica
MS	matéria seca
NRC	National Research Council
p	probabilidade
PB	proteína bruta
PV	peso vivo
RBD-PO	óleo de palma refinado, descorado e desodorizado
RPO	óleo de palma vermelho
SAS	Statistical Analysis System
SUFRAMA	Superintendência da Zona Franca de Manaus
TC	colesterol plasmático total
TDF	fibra total
TG	concentrações plasmáticas de triglicérides
VLDL	lipoproteína de muito baixa densidade

LISTA DE SÍMBOLOS

β	beta
g	grama
g/d	grama por dia
g/kg	grama por quilograma
g/kg PV/dia	grama por quilograma de peso vivo por dia
°C	graus Celsius
kg	quilograma
kg/dia	quilograma por dia
kg/ha	quilograma por hectare
<	menor
mg/dl	miligrama por decilitro
ml	mililitro
ml/dia	mililitros por dia
%	porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVO.....	16
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	17
3.1	Digestão dos eqüinos.....	18
3.2	Energia na alimentação do cavalo.....	18
3.3	Digestibilidade.....	19
3.4	Lipídeos.....	22
3.5	Óleos vegetais.....	25
3.5.1	Óleo de soja.....	26
3.5.2	Óleo de canola.....	28
3.5.3	Óleo de palma.....	29
3.5.4	Óleo de linhaça.....	30
3.6	Aceitabilidade.....	31
3.7	Concentrações plasmáticas.....	31
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
4.1	Local.....	34
4.2	Clima.....	34
4.3	Animais.....	34
4.4	Dietas.....	34
4.5	Procedimento experimental.....	36
4.6	Metodologia de colheitas.....	37
4.7	Procedimentos laboratoriais.....	38
4.8	Delineamento experimental e análise estatística.....	39
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
5.1	Aceitabilidade das dietas.....	40
5.2	Digestibilidade aparente das dietas.....	42
5.2.1	Digestibilidade aparente da matéria seca e da matéria orgânica.....	43
5.2.2	Digestibilidade aparente da proteína bruta.....	45
5.2.3	Digestibilidade aparente do extrato etéreo.....	48
5.2.4	Digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido.....	50
5.3	Concentrações plasmáticas.....	52
5.3.1	Concentrações plasmáticas de colesterol e triglicérides.....	53
5.3.2	Concentrações plasmáticas de HDL, LDL e VLDL.....	56
6	CONCLUSÃO.....	59
7	REFERÊNCIAS.....	60

“Nenhuma hora passada sobre o lombo de um cavalo é uma hora perdida”.

Sir Winston Churchill

1 INTRODUÇÃO

O cavalo é um herbívoro que evoluiu se alimentando quase exclusivamente de pastagens, adaptando-se a ingerir grandes volumes de alimentos fibrosos, em múltiplas refeições, e selecionando naturalmente as forrageiras de sua preferência quando em seu ambiente natural. Ao ser domesticado, sua dieta foi drasticamente alterada, e alimentos de alta densidade energética e protéica (concentrados) substituíram grande parte da forragem originalmente consumida, o que desrespeitou sua fisiologia digestiva, muitas vezes causando desordens nutricionais e transtornos gastrintestinais (HUFF et al., 1985; HARRIS, 1998; CAIRNS et al., 2002; FALEIROS; ALVES, 2007).

A correta alimentação do cavalo é necessária para sua manutenção, crescimento, reprodução e performance, e um dos principais fatores para o sucesso na criação desses animais. O conhecimento da fisiologia da digestão dos eqüinos é essencial para práticas nutricionais consistentes (WOLTER, 1977; HINTZ, 1979; HUFF et al., 1985). A proteína e a energia são os nutrientes básicos que controlam o crescimento dos potros (NRC, 1989), portanto, a ingestão de níveis adequados dessas frações nutricionais proporciona ao animal uma taxa de crescimento que lhe possibilita exteriorizar todo seu potencial genético. O manejo alimentar adequado dessa categoria é essencial para evitar problemas futuros, ao possibilitar uma menor incidência de transtornos nos membros locomotores, e assim maior longevidade e maximização de seu potencial atlético (POTTER et al., 1992a; JACKSON; PAGAN, 1993; LEWIS, 2000).

Para aumentar a densidade energética da ração, tradicionalmente usam-se grãos, fontes de carboidratos solúveis. O milho é o concentrado energético de maior disponibilidade no Brasil, e comumente representa a principal, quando não a única, fonte energética nas rações de eqüinos (CARVALHO; HADDAD, 1987). O excesso de grãos na dieta pode ocasionar redução na ingestão de forragens, levando à diminuição do consumo de água e eletrólitos, o que aumenta o risco de ocorrência de doenças, principalmente aquelas relacionadas a distúrbios digestivos nos cavalos (PASTORI, 2007). Por outro lado, a adição de 10% de gorduras à dieta de cavalos atletas, praticada nos últimos anos, tem se mostrado eficiente como suplemento energético, proporcionando ótimos resultados no

desempenho dessa atividade, bem como grande auxiliar na nutrição daqueles animais que tendem a consumir pequenas quantidades de alimento (CARVALHO; HADDAD, 1987). A adição de gorduras à dieta de cavalos é prática usada geralmente para melhorar as condições estéticas do animal, principalmente da pelagem, aumentar a aceitabilidade da ração e diminuir o pó resultante de rações fareladas. As gorduras têm reconhecido valor como fonte energética e de ácidos graxos essenciais. Além disso, elevam a densidade energética da dieta de maneira segura, evitando transtornos gastrintestinais, principalmente para animais atletas e de alto valor econômico (LEWIS, 2000).

Os óleos de milho e de linhaça são tradicionalmente utilizados na dieta de eqüinos, principalmente por razões estéticas; além disso, a aceitabilidade e digestibilidade do óleo de milho são superiores a outros tipos de óleo (BUSH et al., 2001). Porém, o fato de competir com a alimentação humana e, por conseguinte, seu elevado preço, torna interessante a pesquisa por alternativas que, mesmo não apresentando a mesma aceitabilidade, atendam às exigências nutricionais da espécie, diminuindo custos sem perder qualidade nutricional. O óleo de soja tem sido objeto de estudo recente como fonte energética em rações de animais de esporte, porém, pouca informação há sobre a utilização de outros tipos de óleo vegetal, como o óleo de canola e de palma (dendê), bem como sua interação com os outros componentes da dieta, além de possíveis alterações do metabolismo lipídico dos eqüinos.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inclusão de diferentes fontes de óleo vegetal (soja, canola, palma e linhaça), como parte da energia da dieta, sobre a aceitabilidade, digestibilidade aparente da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra solúvel em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA), bem como sobre os níveis plasmáticos de colesterol, lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL), lipoproteína de baixa densidade (LDL), lipoproteína de alta densidade (HDL) e triglicérides.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Dentre os vários fatores que envolvem a nutrição dos eqüinos, a adequação dos níveis de energia nas dietas das diversas categorias é imprescindível para determinar a quantidade de ração a ser fornecida diariamente, de maneira que o animal tenha suas exigências energéticas plenamente atendidas. Assim, os lipídios têm sido classificados como fontes alternativas de energia prontamente disponível para o consumo e, em sua maioria, são alimentos palatáveis para os eqüinos.

O uso de lipídios na dieta de eqüinos é uma alternativa eficiente para as categorias de maior exigência energética, visto que supri-las utilizando apenas carboidratos exigiria grande quantidade dessa fonte, que em excesso pode trazer conseqüências indesejáveis, como cólicas e laminite (HUFF et al., 1985; MORGADO; GALZERANO, 2006). O risco de incidência de cólicas aumenta proporcionalmente ao aumento da quantidade de ração diária. Comparados com animais que não comem ração concentrada, os que comem até 2,5 kg/dia têm duas vezes mais chances de apresentar cólica, e quando a quantidade de ração ultrapassa 5,0 kg/dia, as chances aumentam para seis vezes (FALEIROS; ALVES, 2007).

Dessa maneira, a adição de óleos à dieta dos cavalos fornece uma fonte segura de energia prontamente disponível para o animal, aumenta a densidade energética da dieta, fornece ácidos graxos essenciais, aumenta a absorção de vitaminas lipossolúveis, reduz a poeira das rações e proporciona melhor aparência na pelagem do animal (HUFF et al., 1985; POTTER, 1999; WARREN, 2004; MORGADO; GALZERANO, 2006). Além disso, dietas enriquecidas com gorduras também podem ser utilizadas por cavalos acometidos por rabdomiólise recorrente, para potros de rápido crescimento, como os Puro Sangue Inglês, e para aqueles animais que sofrem com sub-alimentação devido a doenças, problemas dentários ou são idosos. Pode-se também repor a proteína dietética através da gordura da dieta, em animais acometidos por nefrite intersticial crônica (HALLEBEEK, 2002; MCKENZIE et al., 2002; HOUSEHOLDER; POTTER, 2004; RALSTON, 2005).

Há vantagens também na utilização de óleos na alimentação de éguas, principalmente naquelas que estão no final da gestação, porque é possível melhorar seu escore corporal sem aumentar a quantidade de ração diária. Com cerca de 5% de óleo adicionado à ração é possível manter éguas em condições corporais ótimas

para a parição e início de lactação, o que vai beneficiar também uma nova concepção e a manutenção da prenhez (GIBBS; DAVIDSON, 2004; SANTOS; ZANINE, 2006; SPERS et al, 2006). Segundo Harper (2006) níveis de energia na dieta 20% acima do recomendado pelo NRC, através da suplementação com óleos, resultaram na produção de potros que apresentavam maior ganho de peso diário do que os produzidos por éguas alimentadas com dietas normais.

3.1 Digestão dos eqüinos

O cavalo é classificado como um herbívoro não-ruminante, e apresenta um sistema digestivo bem adaptado à utilização de alimentos fibrosos, que na natureza são a base de sua alimentação.

Apesar de não possuir um pré-estômago complexo como o dos ruminantes, o intestino grosso do eqüino é adaptado para utilizar a fibra da dieta. Carboidratos insolúveis, como a celulose e hemicelulose das forragens, bem como o amido e outros carboidratos solúveis que não foram digeridos no intestino delgado, passam para o intestino grosso e chegam ao ceco. Ali os nutrientes que ainda não foram digeridos ou absorvidos sofrem fermentação microbiana, em um processo similar ao que ocorre nos pré-estômagos dos ruminantes.

Após a fermentação, o alimento segue para o cólon para o final da digestão e absorção. A fermentação microbiana resulta na produção de ácidos graxos voláteis (AGV), que são uma importante fonte de energia para o animal. O intestino grosso é também utilizado como reservatório de água e eletrólitos, local de síntese de vitamina B e de aminoácidos (HUFF et al., 1985; WALL III et al., 1998; JANSSENS, 2006).

3.2 Energia na alimentação do cavalo

A grande quantidade de energia requerida pelos eqüinos durante o crescimento, lactação, gestação, reprodução, treinamento e em competições esportivas requer a utilização de alimentos de alto valor energético. O aumento dessa densidade energética é tradicionalmente obtido com o uso de grãos contendo carboidratos. Um excesso de grãos na dieta pode ocasionar redução na ingestão de forragens, levando à diminuição do consumo de água e eletrólitos, aumentando os

riscos de ocorrência de doenças, principalmente aquelas relacionadas a distúrbios digestivos (LEWIS, 2000),

Os óleos e gorduras podem ser fontes de energia mais seguras em dietas de alta densidade energética que os carboidratos, evitando as adversidades decorrentes da alta concentração destes. Além disso, podem também prover ácidos graxos essenciais, ajudar na absorção de vitaminas lipossolúveis, melhorar a condição geral dos pêlos e controlar a poeira da dieta (OLDHAM et al., 1990).

Outro fator a ser analisado é o efeito benéfico do uso de óleos na performance de exercício sub-máximo em esquemas de treinamentos e competições (RICH et al., 1981; HAMBLETON et al. 1990). Dietas ricas em óleo aumentam a armazenagem e mobilização de glicogênio no metabolismo anaeróbico, diminuindo a fadiga, assim como melhoram o comportamento dos cavalos de corrida (KRONFELD et al., 1994; JULEN et al., 1995).

A adição de 5 ou 10% de óleo na ração total aumenta sua densidade de energia metabolizável em 8,5 e 17% respectivamente, com a diminuição da quantidade de mistura de grãos necessários para manter o peso em 21 e 25% respectivamente, o que pode ser benéfico para animais em crescimento, trabalho, esporte e lactação. A administração de até 2,5g/kg/PV/dia de gordura de boa digestibilidade, dividida em várias refeições, não resulta em distúrbios à saúde dos eqüinos (POTTER et al., 1992a; MEYER, 1995; HOLLAND, 1998).

3.3 Digestibilidade

Lipídios, dependendo de sua composição, são primordialmente degradados e absorvidos no intestino delgado. Sua digestibilidade alcança 90% ou mais e é maior em gorduras com ponto de fusão baixo, tais como os óleos vegetais. Para que sejam administradas grandes quantidades de gorduras na ração, como, por exemplo, para animais atletas, é necessário que estas sejam altamente digestíveis, pois sua passagem ao intestino grosso pode levar à inibição da flora microbiana cecal (MEYER, 1995).

Os microorganismos presentes no ceco e no cólon do cavalo fermentam a celulose e hemicelulose produzindo ácidos graxos voláteis que são bem absorvidos e fornecem energia. (HINTZ et al., 1978). Nos cavalos, assim como em todas as espécies onde a fermentação microbiana tem um papel importante na digestão, as

interações entre os ingredientes dos alimentos são muito mais relevantes que nas demais espécies. Em ruminantes, uma adição maior ou igual a 50g/kg de matéria seca de gorduras na dieta inibe a fermentação da celulose pela microflora ruminal (LEWIS, 2000).

Com base na similitude da fermentação da fibra bruta no rúmen e no ceco e cólon eqüino, pode-se concluir que dietas ricas em gorduras reduziram a utilização de fibra nos eqüinos. Julen et al. (1995), em estudo feito com cavalos de trabalho, concluíram que dietas ricas em gorduras não têm efeitos detrimenais na digestão dos componentes da dieta, se todos os coeficientes de digestibilidade estiverem dentro dos limites esperados.

Para Bush et al. (2001), a informação disponível é limitada, considerando-se as interações da gordura com outros componentes dietéticos, particularmente fibra, no sistema digestivo eqüino. Segundo os autores, não houve efeito da gordura dietética sobre a digestibilidade dos nutrientes, in vitro, no líquido cecal de pôneis alimentados apenas com alfafa ou com alfafa mais óleo de milho (100g/d). Aumentar a quantidade de gordura suplementar na dieta diminuiu a ingestão de forragem mas não afetou a digestibilidade total dos nutrientes.

As evidências da interação das gorduras com outros nutrientes são contraditórias e não muito bem entendidas em eqüinos sendo, portanto, necessárias mais pesquisas que incluam rações com alto grau de gorduras. O efeito das gorduras em relação a outros nutrientes é complexo e não está completamente esclarecido (JANSEN et al., 2000; GEELEN et al., 2001b; ZEYNER, 2002).

Hambleton et al. (1990) acrescentaram gorduras na proporção de 20% na ração total e 30% na mistura de grãos, sem encontrar efeitos adversos, porém níveis mais altos diminuíram a aceitabilidade da dieta e causaram fezes mais pastosas. Segundo Jansen et al. (2000), a adição de gorduras na dieta substituindo carboidratos não estruturais em quantidades isoenergéticas reduziu a utilização de fibra nos cavalos testados, devido a uma diminuição no substrato energético das bactérias celulolíticas.

Segundo McCann et al. (1987), a adição de gorduras na dieta não afeta a digestibilidade aparente dos componentes da parede celular, fibra em detergente neutro ou fibra em detergente ácido. Entretanto, Julen et al. (1995) relatam um aumento na digestibilidade aparente tanto da fibra em detergente neutro como da fibra em detergente ácido em regimes alimentares ricos em lipídios.

Para Rich et al. (1981), um consumo extra de gordura coincidiu com um menor consumo de carboidratos, fibra bruta e proteína bruta. Jansen et al. (2002), afirmam que em dietas ricas em gordura os valores de energia digestível dos componentes ricos em fibra podem ser superestimados quando se calcula o conteúdo energético das dietas com base nos valores das tabelas de forragens.

Julen et al. (1995) em estudo realizado com cavalos de trabalho, concluíram que dietas ricas em gorduras não têm efeitos deletérios na digestão dos componentes da dieta, se todos os coeficientes de digestibilidade estiverem dentro dos limites esperados. Já Marchello et al. (2000) afirmaram que cavalos alimentados com dietas suplementadas com gordura são capazes de usar a energia digestível de óleo para manutenção.

Com respeito à digestibilidade da matéria seca em dietas com alto teor de gordura, Rich et al. (1981) e McCann et al. (1987) apontam um aumento na digestibilidade da matéria seca em dietas com 15% de óleo de milho, enquanto os valores de digestibilidade para componentes celulares, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido não diferem significativamente com a adição de gordura, mas esses valores tendem a ser maiores quando da adição de 15% de óleo de milho nas dietas. Entretanto, Kane et al. (1979) apontaram uma tendência contrária para o mesmo evento. Aparentemente, a diferença no método de adicionar a gordura na dieta pode explicar esta inconsistência. Para Lindberg (2000), é possível substituir parte dos carboidratos da ração de eqüinos por óleo de soja sem prejudicar a utilização global dos nutrientes, e níveis de inclusão de gordura na dieta inferiores a 15% não parecem prejudicar a digestão fermentativa no intestino grosso.

Jansen et al. (2000) demonstraram que a adição de gorduras na dieta, substituindo carboidratos não estruturais em quantidades isoenergéticas, aumentou a digestibilidade da proteína bruta, tendo este efeito pouca significância estatística, e reduziu a utilização de fibra nos cavalos testados, devido a uma diminuição no substrato energético das bactérias celulolíticas. O aumento na digestibilidade da proteína teria sua explicação no fato de que uma menor quantidade de carboidratos na dieta pode reduzir a multiplicação bacteriana no intestino grosso, que se traduz na menor presença de proteína de origem bacteriana nas fezes.

Segundo Julen et al. (1995), a maior digestibilidade aparente da proteína bruta de cavalos alimentados com dietas ricas em gorduras é o resultado da diluição dos efeitos do nitrogênio metabólico fecal. Já McCann et al. (1987) concluem que

dietas suplementadas com gorduras não afetam a digestibilidade aparente da proteína bruta nos eqüinos.

Gorduras aumentam a densidade energética da ração, permitindo que o eqüino consuma mais energia dietética, sem um aumento proporcional no consumo alimentar, diminuindo a quantidade de energia usada para a produção de calor.

Potter et al. (1992), utilizando eqüinos em treinamento, forneceu-lhes uma dieta rica em gorduras que, independente da condição corporal do animal ou da temperatura ambiente, diminuiu a produção de calor do eqüino.

Estudos de Scott et al. (1993), com eqüinos a cujas dietas foram adicionadas gorduras, demonstraram que a produção de calor é diminuída em 14%, não havendo nenhum efeito na energia exigida para a manutenção, deixando assim mais energia disponível para a atividade física ou para o armazenamento de glicogênio.

De acordo com Ferrante e Kronfeld (1992), eqüinos alimentados com ração rica em lipídios, durante um período de 30 dias, apresentaram teores de glicogênio normais, porém esses teores aumentaram com quantidades crescentes de gorduras adicionadas em até 12% da ração total. Por outro lado, segundo Hambleton et al. (1990) e Oldham et al. (1990), os teores de glicogênio não aumentaram adicionalmente e começaram a diminuir com níveis de 15 a 20% de gorduras adicionadas à ração total.

3.4 Lipídeos

Os lipídeos, geralmente chamados de óleos ou gorduras, são substâncias insolúveis em água, mas solúveis em solventes orgânicos, como o éter e clorofórmio. Uma característica fundamental dessas substâncias é de apresentarem uma função ácida de natureza carboxílica e hidrofílica e depois uma cadeia parafínica e hidrofóbica.

Exercem variadas e importantes funções no organismo animal, como depósito de reserva de material energético do metabolismo celular, transporte de material metabolizável, componentes estruturais de membranas e proteção de tecidos como pele e exoesqueletos. Outra função é a produção de hormônios a partir do colesterol, como a progesterona, testosterona, estrógenos (β -estradiol), corticosterona e cortisol (BACILA, 1980; PASTORI, 2007).

O alto conteúdo energético das gorduras e óleos tem estimulado diversas pesquisas destinadas a conhecer melhor o valor alimentício desses ingredientes (MCCANN et al., 1987).

Na composição química dos óleos e gorduras vegetais encontram-se traços de hidrocarbonetos, ceras, esteróides, vitaminas e alguns outros compostos. A fração majoritária, a qual corresponde a uma faixa de 85 a 95% do total dos componentes presentes nos óleos e gorduras, é dada pelos triacilglicerídeos. Isto faz com que as propriedades de um óleo ou gordura sejam diretamente dependentes de sua composição triacilglicerídica.

Segundo Drackley (2000), a digestibilidade dos lipídeos diminui de acordo com o aumento do comprimento da cadeia, e aumenta conforme cresce a insaturação. A absorção dos lipídeos saturados é maior quando a ligação saturada está na posição 2-n do triacilglicerol. Após a ação da lipase pancreática, eles são absorvidos como 2-monoacilgliceróis.

As misturas triacilglicerídicas sólidas à temperatura ambiente são referidas como gorduras, e as líquidas são usualmente denominadas de óleos (ANTONIOSI FILHO, 1995).

As fontes de ácidos graxos mais utilizadas na dieta humana são: gorduras com altos teores de ácidos graxos saturados como a manteiga; gorduras láuricas (coco, babaçu, palmiste e copra), banha de porco e sebo bovino; óleos com altos teores de ácidos graxos saturados, como polpa de palma (dendê), algodão; óleos com altos teores de ácidos graxos monoinsaturados, principalmente oléico, como oliva, canola, amendoim, arroz; óleos com altos teores de ácidos graxos poliinsaturados, principalmente linoléico, como girassol, milho, soja, açafrão, entre outros (MANDARINO, 1995; MORETTO; FETT, 1998; TURATTI et al., 2002).

Na tabela 3.1 está demonstrada a composição em ácidos graxos de algumas fontes lipídicas.

Tabela 3.1 - Composição em ácidos graxos de algumas fontes lipídicas utilizadas na alimentação de eqüinos.

Fontes de óleo	4 a 10:0	12:0	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	outros
Coco	14,9	48,5	17,6	8,4	-	2,5	6,5	1,5	-	0,1
Palma	-	0,3	1,1	45,1	0,1	4,7	38,8	9,4	-	0,5
Sebo bovino	0,1	0,1	3,3	25,5	3,4	21,6	38,7	2,2	0,6	4,6
Canola	-	-	-	3,9	-	1,9	64,1	18,7	9,2	2,2
Arroz	-	-	0,5	16,4	-	2,1	43,8	34,0	1,1	2,1
Miho	-	-		12,2	-	2,2	27,5	57,0	0,9	0,2
Algodão	-	-	0,9	24,7	-	2,3	17,6	53,3	0,3	0,9
Soja	-	-	0,1	11,0	-	4,0	23,4	53,2	7,8	0,5
Girassol	-	-	0,2	6,8	-	4,7	18,6	68,2	0,5	1,0

Fonte: Grundy (1996), modificado por Pastori (2007).

Os lipídeos podem ser classificados de acordo com a quantidade de carbonos em sua cadeia, pela presença ou não de duplas ligações, e em função da localização da primeira dupla ligação da cadeia, a contar do grupamento metil.

Ácidos graxos de cadeia longa apresentam 16 a 20 átomos de carbono em sua molécula; os de cadeia média apresentam de 6 a 10 átomos de carbono; os de cadeia curta, também chamados de ácidos graxos voláteis, apresentam de 2 a 5 átomos de carbono.

Ácidos graxos saturados não possuem duplas ligações em sua molécula; a este grupo pertencem os ácidos esteárico (18:0) e palmítico (16:0). Ácidos graxos insaturados possuem uma ou mais duplas ligações.

Quando possuem apenas uma dupla ligação, como o ácido oléico (18:1), são denominados monoinsaturados; quando possuem duas ou mais duplas ligações, são denominados poliinsaturados, como o ácido linolênico (18:3) e o ácido linolêico (18:3).

Em função da localização da primeira dupla ligação da cadeia, a contar do grupamento metil, os ácidos graxos são classificados em ômega-3, ômega-6 e ômega-9 (n-3, n-6, n-9) e assim por diante.

Os principais representantes da série ômega-6 são os ácidos linoléico (C18:2 n-6), abundante nos óleos vegetais, e o araquidônico (C20:4 n-6), usualmente sintetizado no fígado e em outros órgãos, tendo como precursor o ácido linoléico (BACILA, 1980; GRUNDY, 1996; PASTORI, 2007).

3.5 Óleos Vegetais

Oleaginosas são vegetais que produzem óleos e/ou gorduras que podem ser extraídos através de processos físicos ou químicos. Os óleos extraídos são substâncias insolúveis em água (hidrofóbicas), que na temperatura de 20°C exibem aspecto líquido. As gorduras distinguem-se dos óleos por apresentar um aspecto sólido à temperatura de 20°C. O termo azeite é utilizado exclusivamente para os óleos provenientes de frutos, extraídos através de processos mecânicos ou físicos, particularmente condições térmicas, que não levem à deterioração. São formados predominantemente por triglicérides, compostos resultantes da condensação entre um glicerol e ácidos graxos (ANTONIOSI FILHO, 1995).

Os principais óleos e gorduras vegetais comercializados são de: soja, canola, girassol, milho, arroz, uva, babaçu, coco, palma, palmiste, gergelim, misto ou composto, vegetal saborizado e azeite saborizado, oliva, dendê. Além dos óleos de origem vegetal (oleaginosas), existem os óleos de origem animal e microbiano.

A busca por uma alimentação saudável tem feito crescer um segmento do mercado de óleos vegetais. Aumenta a procura por óleos nobres, valorizados pelo consumidor por suas propriedades nutricionais, principalmente os baixos índices de gordura saturada, responsável pelos males do coração. Graças às suas qualidades nesse aspecto, os óleos de girassol e canola vêm conquistando espaço no mercado ano após ano, mesmo vendidos a preços mais altos. A área que ocupam no campo também se expande continuamente.

O valor alimentício, isto é, energético de todo ácido graxo é praticamente igual. Existem, entretanto, diferenças entre eles quanto ao seu efeito fisiológico. Alguns dos ácidos graxos insaturados, os chamados ácidos graxos essenciais, produzem efeito especial no organismo vivo (TURATTI et al., 2002).

As principais fontes de ácidos graxos na dieta humana são: gordura com altos teores de ácidos graxos saturados como manteiga; gorduras láuricas (coco, babaçu, palmiste e copra), banha de porco e sebo bovino; óleos com altos teores de ácidos graxos saturados, como de palma (dendê), algodão; óleos com altos teores de ácidos graxos monoinsaturados, principalmente oléico, como oliva, canola, amendoim, arroz; óleos com altos teores de ácidos graxos poliinsaturados, principalmente linoléico, como girassol, milho, soja, açafrão, entre outros (MANDARINO, 1995; MORETTO; FETT, 1998; TURATTI et al., 2002) .

3.5.1 Óleo de soja

A soja que hoje cultivamos (*Glycyne max* sp) é muito diferente dos seus ancestrais, plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente ao longo do rio Yang - tse, na China. Sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China. As primeiras citações do grão aparecem no período entre 2883 e 2838 a.C., quando a soja era considerada um grão sagrado, ao lado do arroz, do trigo, da cevada e do milheto.

Um dos primeiros registros do grão está no livro "Pen Ts'ao Kong Mu", que descrevia as plantas da China ao imperador Sheng-Nung. Para alguns autores, as referências à soja são ainda mais antigas, remetendo ao "Livro de Odes", publicado em chinês arcaico e, também, a inscrições em bronze. Até aproximadamente 1894, término da guerra entre a China e o Japão, a produção de soja ficou restrita à China.

Apesar de ser conhecida e consumida pela civilização oriental por milhares de anos, só foi introduzida na Europa no final do século XV, como curiosidade, nos jardins botânicos da Inglaterra, França e Alemanha. Na segunda década do século XX, o teor de óleo e proteína do grão começam a despertar o interesse das indústrias mundiais. No entanto, as tentativas de introdução comercial do cultivo do grão na Rússia, Inglaterra e Alemanha fracassaram, provavelmente devido às condições climáticas desfavoráveis.

A maior parte do óleo de soja é composto por gordura insaturada. Ácidos graxos poliinsaturados (ácido linolênico e linoléico), monoinsaturados (ácido oléico) e saturados (ácido palmítico e esteárico) correspondem, em média, a 61%, 25% e

15%, respectivamente. O ácido linolênico (componente da fração poliinsaturada do óleo), que corresponde, em média, a 7% da composição do óleo, é um ácido graxo ômega-3.

A soja é uma das poucas fontes vegetais de ácidos graxos ômega-3, que são nutrientes essenciais para crianças e podem ajudar a reduzir os riscos tanto de doenças do coração quanto de câncer. Os ácidos graxos insaturados, que correspondem à fração do óleo que é benéfica para a saúde, sofrem oxidação em suas ligações duplas, levando à rancificação ou queda no sabor do óleo. Quanto maior o grau de saturação, maior a instabilidade do óleo. O ácido olêico não é tão estável quanto os ácidos graxos saturados, mas é 10 vezes mais estável do que o ácido linoléico e 20 vezes mais estável do que o ácido linolênico (MACHADO; FONTES, 2002).

Os ácidos graxos presentes na soja estão descritos a seguir:

Ácido Palmítico (16:0): É um ácido graxo com 16 moléculas de carbono na cadeia, e nenhuma ligação dupla (saturado). Corresponde a cerca de 11% da composição de ácidos graxos do óleo de soja. É um ácido graxo saturado muito estável para frituras. Por ser o ácido graxo saturado mais abundante no óleo de soja, os programas de melhoramento de soja que objetivam produzir variedades com óleo de melhor qualidade procuram obter variedades com menor conteúdo de ácido palmítico.

Ácido Esteárico (18:0): É um ácido graxo com 18 moléculas de carbono na cadeia, e nenhuma ligação dupla (saturado). Corresponde a cerca de 4% da composição de ácidos graxos do óleo de soja. É importante para a fabricação de margarinas (reduz o ponto de fusão).

Ácido Olêico (18:1): É um ácido graxo com 18 moléculas de carbono na cadeia, e uma ligação dupla (monoinsaturado). Corresponde a cerca de 25% da composição de ácidos graxos da soja. Confere maior estabilidade ao óleo, do que os ácidos graxos poliinsaturados. Por resistir à rancificação, um óleo rico em ácido linolênico confere maior "vida de prateleira" ao óleo.

Ácido Linoléico (18:2): É um ácido graxo com 18 moléculas de carbono na cadeia, e duas ligações duplas (poliinsaturado). É um dos ácidos graxos essenciais, também conhecido com ácido ômega-6. Corresponde a cerca de 54% da composição de ácidos graxos da soja. O consumo de ácidos graxos poliinsaturados pode diminuir os níveis de lipídios no sangue, e então diminuir o colesterol.

Ácido Linolênico (18:3): É um ácido graxo com 18 moléculas de carbono na cadeia, e três ligações duplas (poliinsaturado). É um dos ácidos graxos essenciais, também conhecido com ácido ômega-3. Corresponde a cerca de 7% da composição de ácidos graxos da soja. A soja é um dos poucos vegetais com quantidades nutricionais significativas de ômega-3 (VIEIRA et al., 1999).

3.5.2 Óleo de canola

A canola (*Brassica napus* L. var. *oleifera*), planta da família das crucíferas (como o repolho e as couves), pertence ao gênero *Brassica*. Canola é um termo genérico internacional, que designa um óleo que deve conter menos de 2% de ácido erúico e cada grama de componente sólido da semente seco ao ar deve apresentar o máximo de 30 micromoles de glucosinolatos (TOMM,2000).

No Brasil, as pesquisas e o cultivo de canola iniciaram, em 1974, no Rio Grande do Sul, e nos anos 80, no Paraná. O cultivo comercial de canola em Goiás teve início no ano de 2004, em razão dos rendimentos de grãos de 2.100 e 2.400 kg/ha obtidos nos testes realizados, em 2003, em cinco municípios. No sudoeste de Goiás, a cultura constitui alternativa para diversificação e geração de renda no período de segunda safra, também chamada "safrinha". Os grãos de canola produzidos no Brasil possuem em torno de 24 a 27% de proteína e de 34 a 40% de óleo (TOMM, 2005).

Segundo Àguila et al. (1998), o óleo de canola possui elevada quantidade de ômega-3 e o menor teor de gordura saturada de todos os óleos vegetais (reduz triglicerídios e controla arteriosclerose em humanos), vitamina E (antioxidante que reduz radicais livres), gorduras mono-insaturadas (reduzem LDL).

Foi avaliado o efeito do óleo de canola sobre os níveis de colesterol do sangue e pressão arterial de ratos alimentados com rações contendo óleo de canola, óleo de soja, banha de porco + gema de ovo ou banha de porco + gema de ovo + óleo de canola. Os animais foram abatidos com 6, 12 e 18 meses para avaliar o envelhecimento precoce do coração. O grupo alimentado com banha de porco + gema de ovo apresentou alta pressão arterial e altos níveis de colesterol plasmático, enquanto o grupo alimentado com óleo de canola apresentou pressão arterial normal

e níveis de colesterol plasmático normais. Os outros grupos apresentaram resultados intermediários (Águila et al., 2005).

3.5.3 Óleo de palma

Desde a época dos faraós egípcios, há quase 5000 anos, a palma oleaginosa (*Elaeis guineensis*) tem sido uma importante fonte alimentícia para o gênero humano. O óleo chegou ao Egito vindo da África Ocidental. No começo do século XX, a palma oleaginosa foi introduzida na Malásia como uma planta ornamental e somente plantada comercialmente pela primeira vez em 1917, o que deu origem à indústria de óleo de palma da Malásia. Plantada em larga escala, surgiu como o óleo mais produtivo no mundo inteiro. No Brasil, chamada de “palmeira do dendê”, foi introduzida pelos escravos no século XVI.

A palma é um cultivo perene. Começa a produzir frutos a partir de 3 anos, depois de semeada, tem uma vida econômica entre 20 a 30 anos. Anualmente, cada hectare de palma pode render até 5 toneladas de óleo, o que representa de 5 a 10 vezes mais que qualquer outro cultivo comercial de óleo vegetal, em comparação com os rendimentos do óleo de soja (389 kg/ha) e do óleo de amendoim (857 kg/ha), as principais oleaginosas cultivadas hoje no Brasil. As áreas produtoras no Brasil são encontradas no Pará, Amazonas, Amapá e Bahia, sendo o Pará o maior produtor e onde se concentra mais de 80% da área plantada. No contexto atual o azeite de dendê é o óleo mais produzido e consumido no mundo, representando 27% das 140 milhões de toneladas de óleos e gorduras produzidas em 2005 e 27% do consumo mundial das 138,4 milhões de toneladas de óleos e gorduras em 2005 (SUFRAMA, 2003).

O óleo de palma (*Elaeis guineensis* Jaquim var. Tenera) contém proporções iguais de ácidos graxos saturados (palmítico 44% e esteárico 5%) e não saturados (oléico 40% e linoléico 10%). É uma fonte natural de vitamina E, tocoferóis e tocotrienóis, que atuam como antioxidantes. É rico também em betacaroteno, fonte importante de vitamina A (WASHID et al, 2005).

É o óleo mais apropriado para fabricação de margarina pela sua consistência e por não rancificar, excelente como óleo de cozinha e frituras, sendo também

utilizado na produção de manteiga vegetal (shortening), apropriada para fabricação de pães, bolos, tortas, biscoitos finos, cremes etc.

O maior uso não comestível do óleo de dendê é como matéria prima na fabricação de sabões, sabonetes, sabão em pó, detergentes e amaciantes de roupas biodegradáveis, podendo ainda ser utilizado como biocombustível em motores diesel (SOUZA, 2002).

3.5.4 Óleo de linhaça

O cultivo do linho ou linhaça (*Linum usitatissimum*) teve início na Europa com as tribos neolíticas ao redor do ano 5.000 a.C. A planta do linho é utilizada quase na sua totalidade. Do caule retiram-se as fibras para fazer o linho, tecido nobre usado para confeccionar roupas. Das sementes, por sua vez, extrai-se o óleo, por compressão a frio, fato que preserva suas propriedades nutritivas. Este produto é utilizado nas indústrias de tintas e vernizes, resinas, sabões e cremes, combustível e lubrificante de motores. As tortas obtidas após a extração do óleo podem ser utilizadas como ingrediente para ração animal.

O óleo de linhaça é considerado um nutracêutico na saúde humana, ou seja, um alimento que oferece benefícios medicinais, incluindo a prevenção e/ou tratamento de doenças. Seu consumo auxilia na redução da pressão sangüínea em hipertensos e dos níveis de triglicérides e colesterol, atenua os sintomas da menopausa, previne o câncer e atua como coadjuvante no tratamento de doenças hiperimunes como artrite reumatóide, psoríase e esclerose múltipla.

Estudos em humanos demonstram que o óleo de linhaça reduz o colesterol total e o mau colesterol, conferindo uma proteção cardiovascular, melhorando a elasticidade das artérias, e desta forma a irrigação sangüínea. Age ainda como antiinflamatório no lupus-eritematoso, como antialérgico e apresenta ação antioxidante contra os radicais livres.

Possui substâncias parecidas com os estrogênios (hormônios femininos) somente que de ação mais atenuada, melhorando a absorção de cálcio, prevenindo, por exemplo, a osteoporose. Paradoxalmente, estes fitoestrógenos parecem ter também uma ação antiestrogênica, fato este que deve conferir uma ação contra os tumores dependentes do estrogênio, prevenindo sobretudo o câncer de mama,

através de uma ação direta nos receptores dos órgãos alvos (KRAUSE; MAHAN, 1991).

Na alimentação humana, as sementes da linhaça são utilizadas como complemento alimentar sendo adicionadas a massas, pães, bolos e cereais (DE FELICE, 1996; KRAUSE; MAHAN, 1991).

A semente de linhaça é o tecido vegetal mais rico em ômega-3, com cerca de 35% de lípidos totais, dos quais 50% são representados pelo ácido linolênico (C18:3 n-3), que é biologicamente precursor dos ácidos eicosapentaenóico (EPA), docosapentaenóico (DPA) e docosahexaenóico (DHA), através de processos de dessaturação e alongamento. (MAZALLI, 2000; MORI, 2001; TURATTI et al., 2002).

3.6 Aceitabilidade

Bowman et al. (1977), estudando 10 tipos de óleos e misturas diferentes de gorduras adicionadas a dietas de eqüinos, concluíram que estes têm predileção por óleo de milho, sendo bem aceito em níveis que variam de 10 a 30% da matéria seca, mas a aceitabilidade de outras gorduras não está bem estabelecida e tem sido questionada. Gorduras de origem animal não são tão puras quando comparadas a óleos vegetais, sendo talvez esta a razão de sua aceitabilidade e ser menor. Cairns et al. (2002) demonstraram que os cavalos conseguem fazer associações entre alimentos e sua composição nutricional, e demonstram preferência por aqueles de maior valor energético, o que inclui as rações adicionadas com óleo.

Dietas com teores de 15% de óleo de milho são muito bem aceitas por eqüinos; portanto esse tipo de óleo pode ser usado como fonte de energia para essa espécie animal, pois possui uma boa palatabilidade. Porém, quando adicionadas lecitinas nas dietas de eqüinos, ocorre diminuição na aceitabilidade dos óleos de soja e de milho. A administração de até 2,5g/kgPV/dia de gordura de boa digestibilidade, dividida em várias refeições, não resulta em distúrbios à saúde dos eqüinos (MEYER, 1995; HOLLAND et al., 1996; HOLLAND et al., 1998).

3.7 Concentrações Plasmáticas

Depois de ingeridas, as gorduras devem ser digeridas, absorvidas e transportadas no organismo. Como são substâncias insolúveis em água, precisam ser transportadas no sangue através de substâncias hidrossolúveis, as lipoproteínas (LP). Estas moléculas são classificadas de acordo com sua densidade e incluem: lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e lipoproteínas de alta densidade (HDL). As albuminas, embora não pertençam ao grupo das lipoproteínas, são incluídas como transportadoras de ácidos graxos no sangue.

No isolamento e caracterização das proteínas plasmáticas eqüinas, foi reportado que a HDL responde por 61% do perfil de lipoproteínas, a VLDL por 24% e a LDL por 15% (MARCHELLO et al., 2000). Em humanos, o sistema de lipoproteínas é utilizado para detectar algumas doenças e desordens nutricionais.

Estudos que isolaram e calcularam LP em cavalos só avaliaram animais alimentados com dietas tradicionais. Poucos autores realizaram trabalhos para avaliar LP em cavalos alimentados com dietas com alto teor de gordura. Geelen (2001) demonstrou que dietas ricas em gorduras elevaram a atividade da lipoproteína lipase, assim como provocaram uma diminuição na concentração de triglicérides plasmáticos. Segundo Hambleton et al.(1990); Rich et al.(1981) e McCann et al. (1987), a adição de lipídios na dieta de eqüinos não teve efeito sobre os níveis de colesterol plasmático. Pastori (2007) cita que a inclusão de óleo de soja, até 20% no concentrado, diminuiu a concentração plasmática de colesterol total e de LDL. Ribeiro (2007) cita que a inclusão de óleo mineral, comparado a outros óleos vegetais e animais, diminuiu os valores plasmáticos de HDL.

Marchello et al.(2000) relatou que o fígado do eqüino aparentemente adapta-se a quantidades maiores de lipídios na dieta produzindo maiores quantidades de bÍlis, que é composta principalmente de sais biliares, derivados do colesterol. Para poder aumentar a produção de bÍlis, uma maior quantidade de colesterol endógeno deveria ser absorvida no processo digestivo, o que ficaria evidenciado pelo aumento dos níveis de colesterol nas frações de LDL e HDL dos cavalos alimentados com dietas ricas em gorduras. Como as gorduras dessas dietas foram principalmente à base de óleo de milho, pode-se descartar a presença de colesterol exógeno, razão pela qual a elevação do colesterol plasmático pode ser atribuída a um aumento na ingestão de gordura. No caso, as concentrações de triglicérides e colesterol sérico

foram mais elevadas nas amostras de sangue daqueles cavalos submetidos a uma dieta rica em gorduras, mas foram muito variáveis.

De acordo com Kurcz et al. (1991) a suplementação com gordura aumenta a fração de triglicerídios VLDL em eqüinos durante períodos de 3 a 7 horas pós prandiais, porém não tem efeito aparente nos vários parâmetros sangüíneos, incluindo os hematócritos, as concentrações de hemoglobina, proteína total, cálcio, fósforo, magnésio, sódio e lactato, porém aumentou a concentração plasmática de colesterol, principalmente a fração protéica de alta densidade (HDL). Para Bowman et al. (1976), a concentração plasmática de colesterol aumentou de 122 para 155mg/dl à medida em que se aumentou a adição de gordura na ração de 0 (zero) para 20%.

Silva et al. (2005), compararam, em ratos jovens, os efeitos metabólicos de dietas distintas. Ratas receberam dietas à base de óleo de palma e de gordura hidrogenada durante a lactação; seus filhotes machos continuaram a ser alimentados com a mesma dieta até o 45º dia de vida, quando foram decapitados. A substituição, na dieta, da gordura hidrogenada pelo óleo de palma aumentou, no plasma, a proporção do ácido graxo araquidônico e diminuiu a proporção do ácido essencial linolênico e a concentração dos triacilgliceróis e colesterol. Elevou também o conteúdo lipídico e a taxa lipogênica do epidídimo e do tecido perirrenal, repercutindo em maior peso corporal, bem como na adiposidade nesses animais. Assim, o tipo de ácido graxo oferecido na dieta desde o período de lactação pode influenciar o metabolismo lipídico do tecido adiposo na idade jovem, bem como o comportamento alimentar e ganho de peso corporal, com possíveis repercussões para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis.

Wilson et al. (2005), utilizando hamsters, estudaram a influência do óleo de palma vermelho (RPO), óleo de palma refinado, descorado e desodorizado (RBD-PO) e óleo de coco incorporados na dieta sobre as concentrações de colesterol plasmático e sobre o desenvolvimento de arteriosclerose em artéria aorta. Concluíram que os animais que receberam as preparações de óleo de palma apresentaram concentrações mais baixas de colesterol total plasmático, LDL e VLDL e mais elevadas concentrações de HDL, enquanto acumularam menores concentrações de colesterol aórtico comparados aos que receberam óleo de coco.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais e as metodologias utilizados neste trabalho estão descritos nos itens que se seguem.

4.1 Local

O experimento foi desenvolvido nas instalações do Setor de Eqüideocultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Campus Administrativo de Pirassununga/SP.

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Pirassununga/SP.

As análises bioquímicas plasmáticas foram realizadas no laboratório particular São Judas, na cidade de Pirassununga – SP.

4.2 Clima

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, descrito por Oliveira e Prado (1984) é do tipo Cwa-temperado chuvoso, com inverno seco e verão quente e úmido.

4.3 Animais

Foram utilizados quatro potros, meio irmãos, filhos do mesmo reprodutor, que apresentavam, no início do experimento, entre 18 e 21 meses de idade e aproximadamente 322 kg de peso, previamente imunizados contra tétano, vermifugados e pulverizados contra ectoparasitos, pertencentes ao rebanho da Universidade de São Paulo.

4.4 Dietas

Os potros foram alimentados com feno de gramínea [*Cynodon dactylon* (L.) Pers. Var. Coast cross-(1)], e concentrado experimental, cuja formulação e

composição bromatológica estão demonstradas nas tabelas 4.1 e 4.2, respectivamente, além de sal mineralizado e água *ad libitum*, seguindo as recomendações estabelecidas no Equine Nutrient Requirements, NRC (1989), para equínos desta categoria nutricional.

Tabela 4.1 – Composição do concentrado experimental (%).

F.Soja	F. Trigo	Milho	Feno	Calcita	Núcleo	Sal
8,0	27,8	48,5	10	2,8	1,9	1,0

Tabela 4.2 – Composição bromatológica do concentrado e do feno experimental.

Nutrientes (%)	Concentrado	Feno
MSO	90,37	92,64
MM	7,24	5,48
EE	4,66	1,43
PB	14,02	13,85
Ca	1,90	0,29
P	0,61	0,20
FDA	12,37	38,98
FDN	19,9	80,38

As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, com intervalos constantes às 7:00 e 19:00 horas, sendo a ração total (feno mais concentrado) dividida em partes iguais entre os dois horários, adotando-se o consumo diário individual de 2% do peso vivo, sendo 50% concentrado e 50% volumoso, em matéria seca.

O concentrado foi fornecido ao mesmo tempo em que o volumoso, de acordo com Manzano e Carvalho (1978) e Carvalho (1992), em cochos separados. Foi adotado um tempo de consumo máximo para o concentrado de uma hora e meia.

Os tratamentos diferiram entre si pelas fontes de gordura (óleo de soja, óleo de canola, óleo de palma e óleo de linhaça) que foram adicionadas à dieta, na

quantidade de 300 ml/dia, dividido em duas porções de 150 ml em cada refeição, diretamente sobre o concentrado (“top dressed”), no seguinte esquema:

Tratamento 1 : feno + concentrado + óleo de soja;

Tratamento 2 : feno + concentrado + óleo de canola;

Tratamento 3 : feno + concentrado + óleo de palma;

Tratamento 4 : feno + concentrado + óleo de linhaça.

Os potros foram pesados ao início e ao final de cada tratamento para acompanhamento e correta formulação das dietas para a categoria animal utilizada.

4.5 Procedimento experimental

Os animais permaneceram em baias de alvenaria, individuais, devidamente identificadas, com área de 12 metros quadrados, piso de concreto e forradas com serragem de madeira. A duração de cada período foi de 14 dias, sendo 8 dias de adaptação à dieta, 3 dias para colheita das amostras e 3 dias de descanso para os animais entre um período e outro. Nos três dias destinados para a colheita total de fezes foi retirada toda a serragem utilizada como cama nas baias.

Os potros não realizaram atividades físicas durante os períodos de tratamento. Para diminuir o stress do confinamento, os animais ficaram soltos em piquetes durante o dia e foram recolhidos às baias à noite nos períodos de três dias entre os tratamentos.

O croqui de campo com os períodos, tratamentos, pesos inicial e final de cada animal e quantidade de alimento diário está demonstrado na tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Quantidade de ração, feno e óleo vegetal fornecidos aos animais em cada período (g), e peso dos potros ao início e final de cada tratamento (kg).

PERÍODO	POTROS				
		VELOZ	VIVO	VIRTUAL	VICO
1	Peso dos potros (kg) (inicial)	321	301	335	332
	Óleo (300 g)	Soja	Linhaça	Canola	Palma
	Ração (g)	3000	3000	3000	3000
	Feno (g)	3500	3500	3500	3500
	Peso dos potros (kg)	327	308	335	328
2	Óleo (300 g)	Linhaça	Palma	Soja	Canola
	Ração (g)	3000	3000	3000	3000
	Feno (g)	3500	3500	3500	3500
	Peso dos potros (kg)	330	313	339	332
	Óleo (300 g)	Canola	Soja	Palma	Linhaça
3	Ração (g)	3000	3000	3000	3000
	Feno (g)	3500	3500	3500	3500
	Peso dos potros (kg)	338	318	347	336
	Óleo (300 g)	Palma	Canola	Linhaça	Soja
	Ração (g)	3000	3000	3000	3000
4	Feno (g)	3500	3500	3500	3500
	Peso dos potros (kg) (final)	348	326	355	346

4.6 Metodologia de colheitas

Amostras dos alimentos fornecidos e das sobras foram retiradas diariamente, durante os três dias destinados para colheita das amostras, sendo pesadas,

acondicionadas em sacolas de coleta identificadas individualmente, e congeladas para posterior análise.

As fezes totais foram recolhidas em sacolas de colheita e a cada 24 horas acondicionadas em sacos plásticos, pesadas e identificadas por animal. Ao final das 72 horas de colheita de fezes, do total excretado, após homogeneização, foi retirada uma alíquota de 5% e congelada para posterior análise bromatológica de MS, MO, PB, EE, FDA e FDN.

Para Triglicérides, Colesterol, HDL, LDL e VLDL foi colhida uma amostra de sangue de cada tratamento, após jejum prévio de 12 horas, no último dia de colheita total de fezes, através de punção da veia jugular, com agulhas 40x12 em tubo seco tipo “vacuumtainer” com anticoagulante EDTA e armazenadas à temperatura de 3 a 5°C, para então serem encaminhadas ao laboratório.

4.7 Procedimentos laboratoriais

As análises bromatológica das dietas e das fezes foram feitas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Universidade de São Paulo (VNP/USP) segundo a metodologia de Silva e Queiroz (2002). A digestibilidade aparente dos nutrientes foi calculada como:

$$\text{Digestibilidade aparente} = \frac{\text{quantidade de nutriente (ingerido - excretado nas fezes)}}{\text{ingerido}} \times 100$$

Ao final do período de colheita, as amostras de fezes totais e das sobras foram descongeladas à temperatura ambiente, homogeneizadas manualmente, pesadas e secas em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas.

Destas amostras foram retiradas alíquotas de 2g, pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001g e acondicionadas em cadinho de porcelana, sendo levadas à estufa a 105°C por 4 horas.

Para avaliação das diferentes frações de lipoproteínas e albumina foi aplicado o método de Lowry (1977).

As diferentes frações foram concentradas através de sistema de filtração pressurizada e analisadas com kits analíticos de colesterol (ANALISA¹) e triglicérides (ANALISA¹).

4.8 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o Quadrado Latino 4x4 (quatro tratamentos, quatro animais e quatro repetições).

Adotou-se para análise estatística o procedimento General Linear Model (GLM), do programa SAS (Statistical Analysis System, 1995), sendo anteriormente verificada a normalidade dos resíduos pelo teste de SHAPIRO-WILK (Proc Univariate) e as médias comparadas pelo teste T, considerando 5% ($p > 0,05$) como nível de significância.

¹ Analisa Comércio e Indústria S/A.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os potros ganharam peso durante o período experimental, conforme descrito na tabela 5.1, demonstrando que as dietas atenderam às exigências nutricionais para esta categoria, segundo o NRC (1989).

Tabela 5.1 Peso inicial, peso final e ganho de peso de cada animal (kg) durante o experimento.

Potro	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Ganho de peso (kg)
Veloz	321,00	348,00	27,00
Vivo	301,00	326,00	25,00
Virtual	335,00	355,00	20,00
Vico	332,00	346,00	14,00

5.1 Aceitabilidade das dietas

O crescente interesse na suplementação com gorduras na alimentação do equino teve início em meados dos anos 70; porém, em sua grande maioria, os trabalhos com adição de óleos à dieta de equinos não levam em conta a aceitabilidade, apenas a influência do tipo de lipídio adicionado à dieta sobre sua digestibilidade ou sobre os valores plasmáticos de colesterol, triglicérides, HDL, LDL ou VLDL (HUGHES et al., 1995; HARRIS, 1998).

É sabido que diversas fontes de gorduras podem ser oferecidas aos equinos, porém a qualidade da gordura e conseqüentemente sua palatabilidade é que vão influenciar diretamente a aceitabilidade. Gorduras que sofreram algum tipo de alteração física ou química, como solidificação ou rancificação, são geralmente pouco aceitas ou rejeitadas. Geralmente os óleos vegetais de boa qualidade são aceitos com maior rapidez do que óleos vegetais de baixa qualidade ou gorduras de origem animal (JANSSENS, 2006).

A palatabilidade pode ser um problema quando a gordura é oferecida em uma quantidade grande em um curto espaço de tempo; para melhorar a aceitabilidade o correto é oferecer pequenas quantidades, aumentando de forma gradativa e

dividindo em várias porções diárias (HOUSEHOLDER, 1996; POTTER, 1999; LEWIS, 2000; GEELEN, 2001a; WARREN, 2004).

Alguns autores citam que gorduras animais são preteridas quando são oferecidas gorduras vegetais (óleos), sendo o óleo de milho o preferido pelos cavalos quando comparado a outras fontes (HOLLAND et al., 1998; POTTER, 1999; LEWIS, 2000; BUSH et al., 2001; WARREN, 2004). Por outro lado, O'Connor et al., (2007) utilizaram óleo de peixe e óleo de milho em dietas para cavalos de corrida e não relataram diferenças quanto à aceitabilidade.

Vários autores citam que os cavalos geralmente aceitam dietas com inclusão de gorduras com rapidez, e passam a consumi-las normalmente após três ou cinco refeições (HUGHES et al., 1995; BOWMAN et al., 1977; HOLLAND et al., 1996; POTTER, 1999).

Holland et al., (1998), utilizaram dez tipos de óleos e misturas variadas de óleos com gordura animal, com ou sem lecitina, em um experimento do tipo “lanchonete” e concluíram que as dietas que apresentavam óleo de milho puro, ou mistura com grande quantidade deste, foram prontamente aceitas pelos animais.

Neste experimento foi possível observar que apenas no primeiro dia em que foi oferecida a dieta com inclusão de diferentes óleos vegetais todos os potros, sem exceção, ingeriram primeiro o feno e depois o concentrado adicionado com óleo vegetal. A partir do segundo dia todos eles, independente do tratamento a que estavam sendo submetidos, passaram a ingerir toda a ração antes do feno, que passou a ter pequenas sobras eventuais.

Todo o concentrado fornecido foi consumido dentro de aproximadamente uma hora, não havendo sobras. Não foi observada modificação na consistência das fezes ou distúrbios gastrintestinais durante o período experimental.

Em dias mais frios, o óleo de palma, possivelmente devido à grande quantidade de ácidos graxos de cadeia longa em sua composição, solidificava e comprometia a aceitabilidade, o que condiz com Potter (1999). Foi possível observar que os potros deixavam de comer o concentrado e se alimentavam primordialmente do volumoso. Nesses dias, o óleo foi levemente aquecido em fogão a gás, até se liquefazer, para ser possível espalhar sobre o concentrado.

Em relação aos óleos vegetais utilizados neste estudo, o óleo de soja não apresentou problemas de aceitabilidade, conforme citado em outros trabalhos (GEELEN et al., 2001; LORENZO, 2005; PASTORI, 2007). O óleo de canola, apesar

de ser considerado “amargo” por conter glicosídeos sulfurados em sua composição (FALLON; ENIG, 2002), também não apresentou diferenças na aceitabilidade.

Ribeiro (2007) utilizou óleo mineral, gordura animal e óleo vegetal adicionados à dieta e não relatou problemas de aceitabilidade. Hallebeek e Beynen (2002) utilizaram óleo de soja e óleo de palma; Julen et al., (1995) utilizaram sebo bovino; O'Connor et al., (2007) utilizaram óleo de peixe; Spers et al., (2006; 2006a) utilizaram óleo de babaçu; Frank et al., (2005) utilizaram óleo de arroz, porém nenhum dos autores faz referência à aceitabilidade das dietas.

5.2 Digestibilidade aparente das dietas

Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente dos componentes da dieta estão apresentados na tabela 5.2 (médias e desvios padrão).

Tabela 5.2 – Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente da

matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), em %; e seus respectivos desvios padrão.

	Soja	Linhaça	Palma	Canola	Desvio Padrão
MS	66.40^a	67.15^a	67.78^a	63.26^a	2.006
MO	67.52^b	68.67^b	69.02^b	64.99^b	1.823
PB	69.85^c	71.25^c	71.11^c	68.27^c	1.385
EE	89.16^d	92.41^d	92.8^d	91.16^d	1.639
FDN	54.98^e	56.94^e	56.84^e	51.37^e	2.603
FDA	49.38^f	51.85^f	51.65^f	51.87^f	1.209

a,b,c,d,e,f Médias na mesma linha com mesmas letras sobrescritas não diferem significativamente ($p > 0.05$).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,05$) com diferentes fontes de óleo vegetal sobre a digestibilidade dos componentes da dieta.

Na literatura não foram encontradas referências com que se pudesse comparar simultaneamente o efeito de todos os óleos utilizados neste experimento, apenas relatos comparando o efeito de um e/ou mais óleos sobre a digestibilidade da dieta basal, ou comparados entre si. Também não foram encontrados relatos sobre o efeito dos óleos sobre todas as frações dietéticas. Foram encontradas referências a vários tipos de gorduras e óleos, de origem animal, vegetal, mineral e misturas destes, e sua influência sobre a digestibilidade total da dieta e/ou de alguns componentes da dieta.

Assim, em relação à digestibilidade da dieta como um todo, Bush et al. (2001) citam que a informação disponível é limitada, considerando-se as interações da gordura com outros componentes dietéticos, particularmente fibra, no sistema digestivo eqüino. Os mesmos autores relatam que não houve diferença na digestibilidade dos nutrientes da dieta acrescentada com níveis crescentes de óleo de milho.

Para Julen et al. (1995), utilizando sebo bovino, a gordura dietética não apresentou efeito negativo na digestão dos constituintes da dieta, e todos os coeficientes de digestibilidade ficaram dentro das expectativas.

Potter et al., (1999) afirmam que a adição de gorduras à dieta de eqüinos sempre melhora a digestibilidade dos componentes da ração quando comparada a dietas sem óleos.

5.2.1 Digestibilidade aparente da matéria seca e matéria orgânica

Dentre os tratamentos com as diferentes fontes de óleos vegetais foram obtidos os valores médios de digestibilidade aparente da MS (66,40; 67,15; 67,68; 63,26) e da MO (67,52; 68,67; 69,02; 64,99) para os óleos de soja, linhaça, palma e canola, respectivamente, e que estão representados na figura 5.1. Não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,05$).

Figura 5.1 – Valores médios de digestibilidade de MS e MO (%) em eqüinos alimentados com dietas contendo diferentes tipos de óleos vegetais e seus respectivos desvios padrão.

Corroborando os resultados deste experimento, Kronfeld et al. (2004) demonstraram que, quando óleos vegetais são adicionados à dieta, não alteram a digestibilidade dos demais nutrientes. No mesmo sentido, Bush et al. (2001) não encontraram diferenças na digestibilidade in vitro da MS e da MO utilizando líquido cecal de pôneis que foram alimentados com alfafa ou com alfafa adicionada de 100g/dia de óleo de milho. Dentre os substratos utilizados, o desaparecimento da MS e da MO foram maiores para aveia achatada, seguida por casca de soja, alfafa, trevo vermelho e festuca. Os mesmos autores, em dietas com níveis crescentes de óleo de milho, relatam que houve aumento na ingestão da MS e MO da dieta.

Também Resende Jr. et al. (2004) não encontraram alterações na digestibilidade da MS de rações adicionadas com até 750 ml/dia de óleo de milho, assim como Julen et al. (1995) e Hughes et al. (1995) que relatam não haver diferença entre os coeficientes de digestibilidade da dieta controle e da dieta adicionada de sebo bovino como fonte de gordura. Da mesma forma, McCann et al. (1987) utilizando óleo de milho, mistura de gorduras vegetais e animais e cera não digestível, relatam que não houve diferença entre os coeficientes de digestibilidade da MS e MO.

Para Manzano et al. (1995) a adição de gordura animal ou de óleo de soja afetou negativamente a digestibilidade aparente da MS, quando comparada à digestibilidade da ração sem adição de óleos, porém afirmam que níveis de óleo de soja até 5% não interferem na digestibilidade. Segundo Ribeiro (2007) que utilizou óleo mineral, óleo vegetal e gordura animal, apenas o óleo mineral diminuiu a digestibilidade da MS e MO.

5.2.2 Digestibilidade aparente da proteína bruta

Os tratamentos com as diferentes fontes de óleo vegetal apresentaram os valores de digestibilidade aparente da PB que estão representados na figura 5.2. Não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,05$).

Não foram encontrados trabalhos na literatura que citassem a diferença na digestibilidade da PB, comparando diferentes fontes de óleos vegetais.

Figura 5.2 - Valores médios de digestibilidade de PB (%) em eqüinos alimentados com dietas contendo diferentes tipos de óleos vegetais e seus respectivos desvios padrão.

Concordando com os resultados deste experimento, McCann et al. (1987) concluem que dietas suplementadas com gorduras não afetam a digestibilidade aparente da proteína bruta (PB) nos eqüinos. Bush et al. (2001) relatam que não houve diferença na digestibilidade da PB da dieta acrescentada com níveis crescentes de óleo de milho (até 15%). Também Resende Jr. et al (2004) relatam não haver alteração na digestibilidade da PB em dietas com até 750ml/dia de óleo de milho.

No mesmo sentido, Edem (2002) cita que a absorção de proteína, gordura, carboidrato e minerais em ratos alimentados com dieta suplementada com 10% de óleo de palma foi compatível com ratos que receberam dietas normais. Hughes et al. (1995), utilizando gordura animal, também relata não haver influência sobre a digestibilidade da PB.

Por outro lado, Pastori (2007) demonstrou que a inclusão de níveis crescentes de óleo de soja provocou uma resposta decrescente na digestibilidade da PB, com diminuição de 0,28% de digestibilidade para cada 1% de inclusão de óleo de soja no concentrado.

Também Jansen et al. (2000a) demonstraram que a adição de gorduras na dieta, substituindo carboidratos não estruturais, em quantidades isoenergéticas, diminuiu a digestibilidade da proteína bruta. Essa diminuição seria explicada pelo fato que uma menor quantidade de carboidratos na dieta pode reduzir a multiplicação bacteriana no intestino grosso, o que se traduz na menor presença de proteína de origem bacteriana nas fezes.

Manzano et al.(1995) relatam que a adição de óleo de soja aumentou a digestibilidade aparente da PB, quando comparada à digestibilidade da dieta sem óleo, o que também é citado por Lorenzo (2005).

Nesse sentido, Julen et al. (1995) afirmam que a maior digestibilidade aparente da proteína bruta em cavalos alimentados com dietas ricas em gorduras é o resultado da adição dos efeitos do nitrogênio metabólico fecal.

5.2.3 Digestibilidade aparente do extrato etéreo

Os tratamentos com as diferentes fontes de óleo vegetal resultaram nos valores de digestibilidade aparente do EE que estão apresentados na figura 5.3. Não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,05$).

A digestibilidade do EE dos grãos e forragens é menor quando comparada à dos óleos e gorduras e varia de acordo com os componentes da dieta, sendo incrementada quando da adição de gorduras. Essa variação é atribuída à digestibilidade de cada gordura ou à eficiência de sua absorção, que é função da velocidade da lipólise, especialmente quando o tempo de permanência do alimento no intestino delgado é limitado.

Consequentemente, sugere-se que a cinética da lipase, que é difícil de mensurar, pode contribuir para a diminuição da digestibilidade quando a permanência do substrato no intestino delgado é diminuída devido à pouca quantidade de gordura da dieta (BOWMAN et al., 1977; MCCANN et al., 1987; KRONFELD et al., 2004).

Os resultados do presente trabalho são corroborados por Pastori (2007), que cita não haver influência da adição de óleo de soja à dieta sobre os valores de digestibilidade do EE, o que também é relatado por Manzano et al. (1995) e Hughes et al. (1995), utilizando óleo de soja e gordura animal..

Por outro lado, Resende Jr. et al. (2004) relatam aumento da digestibilidade da energia bruta e do EE em dietas com até 750 ml/dia de óleo de milho, como também cita Lorenzo (2005), utilizando óleo de soja.

Segundo Bush et al. (2001), a adição de 15% de óleo de milho à dieta aumentou a digestibilidade do EE quando comparado à dieta sem óleo.

Outros autores também relatam aumento da digestibilidade do EE da dieta quando adicionado óleo : Jansen et al. (2000a); Jansen et al. (2002); Lorenzo (2005).

Não foram encontrados trabalhos na literatura que citassem a diferença na digestibilidade do EE, comparando diferentes fontes de óleos vegetais.

Figura 5.3 - Valores médios de digestibilidade de EE (%) em eqüinos alimentados com dietas contendo diferentes tipos de óleos vegetais e seus respectivos desvios padrão

5.2.4 Digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido

Os tratamentos com as diferentes fontes de óleo vegetal apresentaram os valores de digestibilidade aparente de FDA e FDN que estão representados na figura 5.4. Não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,05$), o que também é apontado por Manzano et al. (1995), utilizando óleo de soja ou gordura bovina.

Nesse sentido, também Bush et al. (2001) não encontraram diferenças na digestibilidade in vitro da fibra bruta e da FDN utilizando líquido cecal de pôneis que foram alimentados com alfafa ou com alfafa adicionada de 100g/dia de óleo de milho. Os mesmos autores relatam que não houve diferença na digestibilidade da fibra bruta e FDN da dieta acrescentada com níveis crescentes de óleo de milho.

Diversos pesquisadores reportam que a adição de gorduras na dieta não afeta a digestibilidade aparente dos componentes da parede celular, fibra em detergente neutro ou fibra em detergente ácido, como os resultados do presente trabalho (MCCANN et al., 1987; HUGHES et al., 1995; RESENDE Jr. et al., 2004; RIBEIRO, 2007).

Segundo Geelen (2001), a adição de gorduras à ração não afeta e pode até aumentar a digestibilidade da fibra. Entretanto, Julen et al. (1995) e Lorenzo (2005) relatam um aumento na digestibilidade aparente tanto da fibra em detergente neutro como da fibra em detergente ácido com regimes alimentares ricos em lipídios.

Por outro lado, Jansen et al. (2000a; 2002) e Pastori (2007) citam que a utilização de óleo de soja diminuiu a digestibilidade aparente da fibra, FDA, FDN e celulose, acima de 10,7% de inclusão, e concluem que houve um efeito inibitório sobre a utilização da fibra, além de diminuir a quantidade de energia (AGV) que seria provida pela fibra da dieta, como também ocorre em ruminantes (PALMQUIST; JENKINS, 1980).

Não foram encontrados trabalhos na literatura que citassem a diferença na digestibilidade de FDA e FDN, comparando diferentes fontes de óleos vegetais.

Figura 5.4 - Valores médios de digestibilidade de FDN e FDA (%) em eqüinos alimentados com dietas contendo diferentes tipos de óleos vegetais e seus respectivos desvios padrão.

5.3 Concentrações plasmáticas

Os coeficientes médios dos níveis plasmáticos de colesterol, triglicérides lipoproteína de alta densidade (HDL), lipoproteína de baixa densidade (LDL), lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL), e seus respectivos desvios padrão, estão apresentados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 - Médias dos níveis plasmáticos de colesterol, triglicérides, lipoproteína de alta densidade (HDL), lipoproteína de baixa densidade (LDL) e lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL), em mg/dl; e seus respectivos desvios padrão.

	Soja	Linhaça	Palma	Canola	Desvio Padrão
Colesterol	115.50^a	112.50^a	123.50^a	120.50^a	4.93
Triglicérides	19.925^b	24.43^b	25.90^b	27.23^b	3.18
HDL	90.00^c	88.50^c	85.50^c	84.50^c	2.56
LDL	21.53^d	19.13^d	32.83^d	30.55^d	6.70
VLDL	3.98^e	7.10^e	7.50^e	7.90^e	1.79

^{a,b,c,d,e,f} Médias na mesma linha com mesmas letras sobrescritas não diferem significativamente ($p>0.05$).

Dentre as lipoproteínas plasmáticas dos eqüinos, o HDL aparece em maior quantidade (80-90%), seguido pelo LDL (10-20%) enquanto o VLDL representa apenas 5%-7% (ROBIE et al., 1975; LE GOFF et al., 1987, 1989; VAN DUK; WENSING, 1989; WATSON et al., 1991, 1993). Esse perfil é bastante similar ao humano, o que valida a utilização dos mesmos métodos laboratoriais para sua quantificação neste trabalho

A ingestão por longo tempo de gorduras adicionadas à ração não parece ter efeitos negativos em eqüinos (PAGAN et al., 1995), ao contrário do que ocorre com humanos (ÁGUILA et al., 2005).

De maneira geral, é relatado que a diminuição da concentração de triglicérides e o aumento do colesterol total plasmáticos estão associados, no cavalo, ao consumo de

dietas com altos níveis de gorduras. O desenvolvimento deste perfil lipídico sanguíneo característico reflete uma adaptação do metabolismo lipoprotéico do animal (ORME et al., 1997; FRANK et al., 2004).

Marchello et al. (2000) citam que a utilização de animais adultos versus animais jovens em experimentos de adição de óleos pode produzir resultados diferentes, devido ao metabolismo acelerado dos potros em crescimento.

Na literatura não foram encontradas referências com que se pudesse comparar simultaneamente o efeito de todos os óleos utilizados neste experimento, apenas relatos comparando o efeito de um ou dois óleos sobre as concentrações plasmáticas de colesterol, triglicérides, HDL, LDL e VLDL. Foram encontradas referências a vários tipos de gorduras e óleos, de origem animal, vegetal, mineral e misturas destes.

5.3.1 Concentrações plasmáticas de colesterol e triglicérides

Os resultados de concentrações plasmáticas de cada uma das dietas apresentaram os valores médios de colesterol representados na figura 5.5. Não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,05$), o que também é relatado por McCann et al. (1987) e Ribeiro (2007).

Andreazzi et al. (2004) utilizaram rações para coelhas (sem óleo, 3% de óleo de canola, 3% de óleo de milho, 3% de óleo de soja) e também não relataram diferenças nos valores séricos de triglicerídeos e de colesterol, o que condiz com os resultados deste trabalho.

Spers et al. (2006; 2006a) relatam que a adição de óleo de babaçu à dieta de éguas em lactação aumentou os níveis plasmáticos de colesterol e triglicérides com efeito linear. Marchello et al. (2000) e Geelen et al (2001a) citam que houve aumento da concentração plasmática de colesterol e triglicérides em cavalos alimentados com óleo de milho adicionado à dieta, porém houve muita variação individual.

Manzano et al. (1995) e Siciliano e Wood (1993) citam que adição de óleo de soja ou de gordura bovina à dieta de eqüinos aumentou a concentração de colesterol plasmático quando comparado à dieta basal.

Figura 5.5 – Valores médios de colesterol e triglicérides plasmáticos (mg/dl) e seus respectivos desvios padrão de amostras de sangue colhidas dos eqüinos alimentados com dietas contendo diferentes tipos de óleos vegetais.

Frank et al. (2005) relatam que houve aumento da concentração plasmática de colesterol total em éguas alimentadas com óleo de milho, óleo de arroz refinado ou óleo de arroz bruto.

O'Connor et al. (2007), comparando a adição de óleo de peixe ou de milho à ração de cavalos de corrida, cita que a concentração de colesterol sérico aumentou nos animais que receberam óleo de milho, mas não sofreu alteração nos que receberam óleo de peixe.

Por outro lado, Pastori (2007) cita que a adição de óleo de soja em até 30% na dieta diminuiu os valores de colesterol plasmáticos. Kienzle et al. (2003) citam que a adição de óleo vegetal à dieta de cavalos resultou em diminuição do colesterol sérico, quando comparada à dieta basal.

Em relação ao óleo de palma, os resultados do presente trabalho condizem com o relatado por Hallebeek e Beynen (2002). Já para Wilson et al. (2005), o colesterol plasmático total (TC) foi significativamente menor em hamsters alimentados com óleo de palma vermelho, refinado ou reconstituído comparado com os que receberam o óleo de coco. Para Silva et al. (2005), a substituição, na dieta de ratos, da gordura hidrogenada pelo óleo de palma diminuiu, no plasma, a concentração do colesterol.

Os valores plasmáticos médios de triglicérides (19.925, 24.425, 25.9 e 27.225 mg/dl), referentes a cada uma das dietas (soja, linhaça, palma e canola), respectivamente, também estão apresentados na figura 5.5. Não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$), o que também é relatado por Geelen et al. (2001a; 2001b) e Ribeiro (2007).

Pastori (2007) cita que não houve diferença nos valores de triglicérides em dietas com até 30% de óleo de soja, o que também é relatado por Siciliano e Wood (1993).

Frank et al. (2004) relatam que a adição de óleo de soja à dieta de éguas normais e de éguas que tiveram sua tireóide removida aumentou a concentração de triglicérides plasmáticos nos dois grupos. Schmidt et al. (2001) utilizando óleo de soja, reporta que os valores de triglicérides no sangue diminuiriam quando comparados aos valores do sangue de animais que não receberam óleo, e explica que aparentemente a adição do óleo à dieta contribui para o rápido metabolismo dos triglicérides.

Porém, difere do observado por Silva et al. (2005), com ratos, onde a substituição da gordura hidrogenada pelo óleo de palma diminuiu, no plasma, a concentração de triglicérides. Também contrário de Wilson et al. (2005), onde os valores plasmáticos de triglicérides foram significativamente menores em hamsters que receberam óleo de palma refinado e óleo de palma reconstituído comparados com os que foram alimentados com óleo de coco.

Nesse sentido, O'Connor et al. (2007) relatam que os níveis de triglicérides no sangue de cavalos que receberam adição de óleo de peixe diminuíram comparados aos que receberam óleo de milho.

Hallebeek e Beynen (2003) citam que os valores de triglicérides foram maiores em pôneis alimentados com óleo de cadeia média quando comparados aos alimentados com óleo de soja.

Não foram encontrados trabalhos na literatura que citassem a diferença nos valores de colesterol e triglicérides ao comparar a adição de diferentes fontes de óleos vegetais.

5.3.1 Concentrações plasmáticas de HDL, LDL e VLDL

Os resultados de concentrações plasmáticas de cada uma das dietas (soja, linhaça, palma e canola) apresentaram os respectivos valores médios de HDL (90, 88.5, 85.5 e 84.5 mg/dl), LDL (21.525, 19.125, 32.825 e 30.55 mg/dl) e VLDL (3.975, 7.1, 7.5 e 7.9 mg/dl), estando estes valores representados na figura 5.6. Não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,05$).

Andreazzi et al. (2004) utilizaram rações para coelhas (sem óleo, 3% de óleo de canola, 3% de óleo de milho, 3% de óleo de soja) e também não relataram diferenças nos valores séricos de HDL, LDL e VLDL, o que condiz com os resultados deste trabalho.

Marchello et al. (2000), citam que houve aumento da concentração plasmática de VLDL, mas não do LDL em cavalos alimentados com óleo de milho adicionado à dieta. Por outro lado, Geelen et al. (2001b) reportam que o aumento do óleo na dieta aumentou os valores plasmáticos de HDL e diminuiu os valores de HDL.

Figura 4.6 – Valores médios de HDL, LDL e VLDL, plasmáticos (mg/dl) em eqüinos alimentados com dietas contendo diferentes tipos de óleos vegetais e seus respectivos desvios padrão

Os resultados obtidos neste experimento diferem daquele observado por Wilson et al. (2005), onde hamsters que receberam óleo de palma apresentaram concentrações mais baixas de LDL e VLDL e mais elevadas concentrações de HDL, comparados com os que receberam óleo de coco.

Já Pastori (2007) cita que houve aumento do valores plasmáticos de VLDL, diminuição dos valores de LDL , e não alteração dos valores de HDL, ao aumentar os níveis de inclusão de óleo de soja na dieta.

Ribeiro (2007) observou que a adição de óleo mineral alterou os valores de HDL em relação à dieta controle, o que também é citado por Geelen et al. (2001a).

Frank et al. (2004) relatam aumento no nível de VLDL de éguas alimentadas com óleo de soja.

Frank et al. (2005) citam que houve diminuição da concentração plasmática do VLDL e aumento do HDL de éguas alimentadas com óleo de milho, óleo de arroz refinado ou óleo de arroz bruto.

Não foram encontrados trabalhos na literatura que citassem a diferença nos valores de HDL, LDL e VLDL ao comparar a adição de diferentes fontes de óleos vegetais.

6 CONCLUSÃO

Mediante os parâmetros e condições em que foi desenvolvido este experimento, pode-se concluir que a inclusão de óleo de soja, palma, canola ou linhaça, em dietas para eqüinos, não interferiu na aceitabilidade da dieta, desde que respeitado o período de dois dias para adaptação.

Também não foi observada qualquer interferência significativa da adição de óleo de soja, palma, canola ou linhaça, em dietas para eqüinos, sobre a digestibilidade aparente total da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido da dieta.

Além disso, a adição de óleo de soja, palma, canola e linhaça, não afetou, significativamente, os valores plasmáticos pós-pandriais de colesterol, lipoproteína de densidade muito baixa (VLDL), lipoproteína de densidade baixa (LDL), lipoproteína de densidade alta (HDL) e triglicérides.

REFERÊNCIAS

ÁGUILA, M. B.; PINHEIRO, A. R.; MANDARIM-DE-LACERDA, C. Spontaneously hypertensive rats left ventricular cardiomyocyte loss attenuation through different edible oils long-term intake. **International Journal of Cardiology**, v. 100, p. 461-466, 2005.

ÁGUILA, M. B.; RODRIGUES-APFEL, M. I.; MANDARIM-DE-LACERDA, C. A. Stereology of the myocardium and blood biochemistry in aged rats fed with a cholesterol-rich and canola oil diet (n-3 fatty acid rich). **Basic Research in Cardiology**, v. 93, n. 3, p.182-191, 1998.

ANDREAZZI, M. A.; SCAPINELLO, C.; MORAES, G. V.; FARIA, H. G.; AOKI, E. E.; MICHELAN, A. C. Avaliação de metabólitos lipídicos e hormônios esteróides em soro de coelhas alimentadas com ração contendo diferentes fontes de óleo vegetal. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 3, p. 359-365, 2004.

ANTONIOSI FILHO, N. R. **Análise de óleos e gorduras vegetais utilizando métodos cromatográficos de alta resolução e métodos computacionais**. São Carlos, 1995. 344 p. Tese (Doutorado em Química) - Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.

BACILA, M. **Bioquímica veterinária**. 1. ed. São Paulo: J. M. Varella, 1980. 535 p.

BOWMAN, V. A.; FONTENOT, J. P.; WEBB JR., K. E. Digestion of fat by equine. In: EQUINE NUTRITION PHYSIOLOGY SYMPOSIUM, 5., 1977, Missouri. **Proceedings...**, 1977. p. 40.

BUSH, J. A.; FREEMAN, D. E.; KLINE, K. H.; MERCHEN, N. R.; FAHEY JR, G. C. Dietary fat supplementation effects on in vitro nutrient disappearance and in vivo nutrient intake and total tract digestibility by horses. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 1, p. 232-239, 2001.

CAIRNS, M. C.; COOPER, J. J.; DAVIDSON, H. B.; MILLS, D. S. Association in horses of orosensory characteristics of foods with their post-ingestive consequences. **Animal Science**, v. 75, p. 257-265. 2002.

CARVALHO, M. A. G. de. **Digestibilidade aparente em eqüinos submetidos a três condutas de arraçoamento**. 1992. 34 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1992.

CARVALHO, R. T. L. de; HADDAD, C. M. **Pastagens e alimentação de eqüinos**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 85 p.

DE FELICE, S. L. The need for a research-intensive nutraceutical industry: what can congress do. In: SHAW, S. (Ed.) **Functional food, nutraceutical or pharmaceutical**. London: IBC, p. 15-26, 1996.

DRACKLEY, J. K. Lipid metabolism. In: D'MELLO, J. P. F. (Ed.). **Farm animal metabolism and nutrition**. 1. ed. New York: CABI Publishing, 2000. cap. 5, p. 97-119.

EDEM, D. O. Palm oil: biochemical, physiological, nutritional, hematological, and toxicological aspects: a review. Uyo, Akwa Ibom State Plant. **Foods for Human Nutrition**, v. 57, p. 319-341, 2002.

FALEIROS, R. R.; ALVES, G. E. S. Relevância econômica e fatores de risco associados à cólica em eqüinos. **Noticiário Tortuga**, v. 53, p. 28-29, 2007. Edição especial eqüídeos.

FALLON, S.; ENIG, M. G. The great con-ola : canola oil has a number of undesirable health effects when used as the main source of dietary fats, although these side effects can be offset by the intake of saturated fats. **Nexus Magazine**, v. 9, n. 5, p. 12-24, 2002.

FERRANTE, P. L.; KRONFELD D. S. **Current therapy equine med 3**. Philadelphia:Robinson & Sanders, p. 809-813,1992.

FRANK, N.; ANDREWS, F. M.; ELLIOTT, S. B.; LEW, J.; BOSTON, R. C. Effects of rice bran oil on plasma lipid concentrations, lipoprotein composition, and glucose dynamics in mares. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 2509-2518, 2005.

FRANK, N.; SOJKA, J. E.; LATOUR, M. A. Effect of hypothyroidism on the blood lipid response to higher dietary fat intake in mares. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 2640-2646, 2004.

GEELEN, S. N. J. **High fat intake and equine lipid metabolism**. 2001. 120 p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Faculty of Veterinary Medicine. Utrecht: Utrecht University, The Netherlands, 2001.

GEELEN, S. N. J.; BLÁZQUEZ, C.; GEELEN, M. J. H.; VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M. M. S.; BEYNEN, A. C. High fat intake lowers hepatic fatty acid

synthesis and raises fatty acid oxidation in aerobic muscle in Shetland ponies. **British Journal of Nutrition**, v. 86, p. 31-36, 2001.

GEELEN, S. N. J.; JANSEN, W.L.; VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M. M. S.; BREUKINK, H. J.; BEYNEN, A. C. Fat feeding increases equine heparin-released lipoprotein lipase activity. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 15, p. 478-481, 2001a.

GEELEN, S. N. J.; LEMMENS, A. G. ; TERPSTRA, A. H. M. ; WENSING, Th. ; BEYNEN, A. C. High density lipoprotein cholesteryl ester metabolism in the pony, an animal species without plasma cholesteryl ester transfer protein activity: transfer of high density lipoproteins and the effect of the amount of fat in the diet. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Pt B. v.130, p.145-154, 2001b.

GIBBS, P. G.; DAVISON, K. E. **Nutritional management of pregnant and lactating mares**. Texas A&M University: Equine Sciences Program Publications, 2004. HRG-013, 8 p. Disponível em: < www.animalscience.tamu.edu/main/academics/nutrition/hrg013-nutrmgmt.pdf > . Acesso em 12 fev 2008.

GRUNDY, S. M. Dietary fat. In: ZIEGLER, E. E.; FILER JR., L. J. (Ed.). **Present knowledge in nutrition**. 7. ed. Washington: ILSI, 1996. p. 44-57.

HALLEBEEK, J. M. **Dietary control of equine plasma triacylglycerols**. 2002. 144p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculty of Veterinary Medicine. Utrecht: Utrecht University, The Netherlands, 2002.

HALLEBEEK, J. M.; BEYNEN, A. C. The plasma level of triacylglycerols in horses fed high-fat diets containing either soybean oil or palm oil. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 86, p. 111-116, 2002.

HAMBLETON, P. L.; SLADER, L. D.; HAMAR, D. W., KIENHOLZ, E. W.; LEWIS, L. D. Dietary fat and exercise conditioning effect on metabolic parameters in the horse. **Journal of Animal Science**, v. 51, n. 6, p. 1330-1339, 1990.

HARPER, F. Growth in horses. **Horse Express**, v. 25, n. 3, p. 1-4, 2006. HARRIS, P. Developments in equine nutrition: Comparing the beginning and end of this century. **Journal of Nutrition**, v. 128, p. 2698s-2703s, 1998. Supplement.

HINTZ, H. F. Nutrición del caballo. In: EVANS, J. W. **El caballo**. Zaragoza: Acribia, 1979. Pt. 3, p. 233-247.

HINTZ, H. F.; ROSS, M. W.; LESSER, F. R.; LEIDS, P. F.; WHITE, K. K.; LOWE, J. E.; SHORT, C. E.; SCHRYVER, H. F. The value of dietary fat for working horses. Biochemical and hematological evaluations. **Journal of Equine Medical Surgery**, v. 2, p. 483, 1978.

HOLLAND, J. L. Calculation of fecal kinetics in horses fed hay or hay and concentrate. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 1937-1944, 1998.

HOLLAND, J. L.; KRONFELD, D. S.; MEACHAN, T. N. Behavior of horses is affected by soy lecithin and corn oil in the diet. **Journal of Animal Science**, v. 74, p.1252-1255, 1996.

HOLLAND, J. L.; KRONFELD, D. S.; RICH, G. A.; KLINE, K. A.; FONTENOT, J. P.; MEACHAN, T. N.; HARRIS, P. A. Acceptance of fat and lecithin containing diets by horses. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 56, p. 91-96, 1998.

HOUSEHOLDER, D. How to incorporate oil into performance horse rations. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 16, n. 1, p. 42, 1996.

HOUSEHOLDER, D.; POTTER, G. D. **Feeding the mature idle horse at maintenance**. Texas A&M University: Equine Sciences Program Publications, 2004. HRG-018, 4 p. Disponível em: < www.animalscience.tamu.edu/main/academics/equine/hrg018-feedingidle.pdf > . Acesso em 12 fev 2008.

HUFF, A.N.; MEACHAN, T.N.; WAHLBERG, M.L. Feeds and feeding: a review. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.5, n.2, p.96-108, 1985.

HUGHES, S. J.; POTTER, G.D.; GREENE, L.W.; ODOM, T.W.; MURRAY-GERZIK, M. Adaptation of Thoroughbred horses in training to a fat-supplemented diet. **Equine Veterinary Journal**, v. 18, p. 349-352, 1995. **Supplement**.

JACKSON, S. G.; PAGAN, J. D. Growth management of young horses. A key to future success. **Journal Equine Veterinary Science**, v. 13, p. 10-11, 1993.

JANSEN, W. L.; GEELEN, S. N. J.; KUILEN, J. V. ; BEYNEN, A. C. Dietary soyabean depresses the apparent digestibility of fibre in trotters when substituted for an iso-energetic amount of corn starch or glucose. **Equine Veterinary Journal**, v. 34, n. 3, p. 302-305, 2000.

JANSEN, W. L.; KUILEN, J. V.; GEELEN, S. N. J.; BEYNEN, A. C. The Effect of replacing nonstructural carbohydrates with soybean oil on the digestibility of fibre in trotting horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 32, n. 1, p. 27-30, 2000a.

JANSSENS, G.P.J. Equine digestion. **Livestock Science**, v.99, n.1, p.3-12, 2006.

JULEN, T. R.; POTTER, G. D.; GREENE, L. W. ; STOTT, G. G. Adaptation to a fat-supplemented diet by cutting horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 15, n.10, p. 436-440, 1995. Trabalho apresentado ao 14 th Symposium of the Equine Nutrition and Physiology Society.

KANE, E.; BAKER, J. P.; BULL, L. S. Utilization of a corn oil supplemented diet by pony. **Journal of Animal Science**, v. 48, p.1379-1384, 1979.

KIENZLE, E.; KADEN, C.; HOPPE, P.P.; OPITZ, B. Serum β -carotene and α -tocopherol in horses fed β -carotene via grass-meal or a synthetic beadlet preparation with and without added dietary fat. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 87, p. 174-180, 2003.

KRAUSE, M. V.; MAHAN, L. K. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 7. ed. São Paulo: Roca. 1991. 1100p.

KRONFELD, D. S.; FERRANTE, P. L.; GRANDJEAN, D. Optimal nutrition for athletic performance, with emphasis on fat adaptation in dog and horses. **Journal of Nutrition** . v. 124, p. 2745s–2753s, 1994. Supplement, 12.

KRONFELD, D. S.; HOLLAND, J. L.; RICH, G. A.; MEACHAM, T. N.; FONTENOT, J. P.; SKLAN, D. J.; HARRIS, P. A. Fat digestibility in *Eqqus caballus* follows increasing first-order kinetics. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 6, p. 1773-1780, 2004.

KURCZ, E.V.; SCHURG, W.A.; MARCHELLO, J.A. Dietary fat supplementation changes in lipoprotein composition in horses. In: EQUINE NUTRITION AND PHYSIOLOGY SOCIETY SYMPOSIUM, 1991, New Hampshire. **Proceedings...** p.253-256.

LANSEN, W. L.; GEELEN, S. N. J.; VAN DER KUILEN, J.; BEYNEN, A. C. Dietary soyabean oil depresses the apparent digestibility of fibre in trotters when substituted for an iso-energetic amount of corn starch or glucose. **Equine Veterinary Journal**, v. 34, n. 3, p. 302-305, 2002.

LE GOFF, D.; NOUVELOT, A.; FRESNEL, J. ; SILBERZAHN, P. Characterization of equine plasma lipoproteins after separation by density gradient. **Compendium of Biochemistry and Physiology**, v. 78b, p. 501-506, 1987.

LE GOFF, D.; PASTIER, D.; HANNAN, Y. ; PETIT, E. ; AYKRAULT-JARRIER, M. ; NOUVELOT, A. Lipid and apolipoprotein distribution as a function of density in equine plasma lipoprotein. **Compendium of Biochemistry and Physiology**, v. 93b, n. 2, p. 371-377, 1989.

LEWIS, L. D. **Nutrição clínica eqüina: alimentação e cuidados**. São Paulo: Roca, 2000. 710p.

LINDBERG, J. E. Effect of partial replacement of oats with sugar beet pulp and maize oil nutrient utilization in horses. **Equine Veterinary Journal** , v. 33, n. 6, p. 585-590, 2000.

LORENZO, C.L.F. **Efeitos do processamento no feno de alfafa (*Medicago sativa* L.) e da adição de óleo de soja sobre a digestibilidade aparente total em dietas para potros**. 2005. 64p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

LOWRY, G. F. Special unit and medical school laboratory technicians in New Zealand. A follow-up review and survey of training and qualifications:1970-1975. **New Zealand Medicine Journal**, v. 2, n. 5, p. 579, 1977.

MACHADO, G.S.;FONTES, D.O. Interações entre nutrição e reprodução de varrões: aspectos fisiológicos e zootécnicos. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, Foz do Iguaçu, 2002. **Anais...** p. 250-261.

MANDARINO, J. M. G. Aspectos importantes do óleo e derivados protéicos de girassol. In : REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL. 11., 1995, Goiânia. **Resumos ...** Brasília: EMBRAPA, 1995. p. 11.

MANZANO, A.; CARVALHO, R. T. L. Digestibilidade aparente de uma ração peletizada e do arraçoamento tradicional em eqüinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 13, p. 92-99, 1978.

MANZANO, A.; WANDERLEY, R. C.; ESTEVES, S. N. Óleo de soja e gordura animal na alimentação de eqüinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v. 24, n. 5, 1995.

MARCHELLO, E. V.; SCHURG, W. A.; MARCHELLO, J. A. ; CUNEO, S. P. Changes in lipoprotein composition in horses fed a fat-supplemented diet. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.20, n. 7, p. 453-458, 2000.

MAZALLI, M. R. **Modificação do perfil lipídico de ovos de poedeiras com a utilização de diferentes fontes de ácidos graxos**. 2000. 82 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2000.

MCCANN, J. S.; MEACHAM, T. N.; FONTENOT, J. P. Energy utilization and blood traits of ponies fed fat-supplemented diets. **Journal of Animal Science**, v. 65, n. 4, p. 1019-1026, 1987.

MCCKENZIE, E. C.; VALBERG, S. J.; PAGAN, J. D. A review of dietary fat supplementation in horses with exertional rhabdomyolysis. **American Association of Equine Practitioners**, v. 48, p. 381-386, 2002. **Proceedings...**

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

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 1998. 152 p.

MORGADO, E.; GALZERANO, L. Utilização de óleos em dietas para eqüinos. **Revista Electrónica de Veterinária REDVET**, v. 7, n. 10, p. 14, 2006. Disponível em: < www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101006.html > . Acesso em 15 ago 2007.

MORI, A. V. **Utilização de óleo de peixe e linhaça na ração como fontes de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 em ovos de galinha**. 2001. 162 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of horses**. 5. ed. rev. Washington, D.C.: National Academic Press, 1989. 100 p.

O'CONNOR, C. I.; LAWRENCE, L. M.; HAYES, S. H. Dietary fish oil supplementation affects serum fatty acid concentrations in horses. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 2183-2189, 2007.

OLDHAM, S.; POTTER, G. D.; EVANS, J. W.; SMITH, S. B.; TAYLOR, T. S.; BARNES, W. S. Storage and mobilization of muscle glycogen in exercising horses fed a fat-supplemented diet. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 10, p. 353-359, 1990.

OLIVEIRA, J. B.; PRADO, W. **Levantamento pedológico do estado de São Paulo**. São Carlos: Boletim Técnico IAC, 1984.

ORME, C. E.; HARRIS, R. C.; MARLIN, D. J.; HURLEY, J. Metabolic adaptation to a fat-supplemented diet by the thoroughbred horse. **British Journal of Nutrition**, v.78, n. 3, p. 443-458, 1997.

PAGAN, J. D.; BURGER, I.; JACKSON, S. G. The long term effects of feeding fat to 2-year-old Thoroughbreds in training. **Equine Veterinary Journal**, v. 18, p. 343-348, 1995. Supplement.

PALMQUIST, D. L.; JENKINS, T. C. Fat in lactation rations: A review. **Journal of Dairy Science**. v. 63, n. 1, p. 1-14, 1980.

PASTORI, W. T. **Suplementação com óleo de soja para eqüinos**. 2007. 71 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2007.

POTTER, G. D. Fat-supplemented diets to horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 19, n. 10, p. 614-617, 1999.

POTTER, G. D.; HUGHES S. L.; JULEN T. R.; SWINNEY D. L. A review of research on digestion and utilization of fat by the equine. In: EUROPEAN EQUINE NUTRITION CONFERENCE, 1., 1992, Hannover. **Proceedings...** p. 119-123.

POTTER, G. D.; OLD, F. F.; HOUSEHOLDER, D. D.; HANSEN, D. H. Digestion of starch in the small or large intestine of the equine. In: EUROPEAN EQUINE NUTRITION CONFERENCE, 1., 1992a, Hannover. **Proceedings...** p. 107-111.

RALSTON, S.L. Feeding dentally challenged horses. **Clinical Techniques in Equine Practice**, v.4, n.2, p.117-119, 2005.

RESENDE JR., T.; REZENDE, A. S. C.; LACERDA JR., O. V.; BRETAS, M.; LANA, A.; MOURA, R. S.; RESENDE, H. C. Efeito do nível de óleo de milho adicionado à dieta de eqüinos sobre a digestibilidade dos nutrientes. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 1, p. 69-73, 2004.

RIBEIRO, R. M. **Inclusão de gordura na alimentação de eqüinos**. 2007. 65 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2007.

RICH, V. A. B.; FONTENOT, J. P.; MEACHAM, T. M. Digestibility of animal, vegetable, and blended fats of equine. In: EQUINE NUTRITION PHYSIOLOGY SYMPOSIUM, 7., 1981, Warrenton. **Proceedings...**, p. 30.

ROBIE, S. M.; JANSON, C. H.; SMITH, S. C.; O'CONNOR JR., J. T. Equine serum lipids: lipid composition and electrophoretic mobility of equine serum lipoprotein fractions. **American Journal of Veterinary Research**, v. 36, n. 12, p. 1715-1717, 1975.

SANTOS, E. M.; ZANINE, A. M. Lactação em éguas (Artigo de revisão). **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 101, n. 557-558, p.17-23, 2006.

SAS. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS user's guide: statistics**. Versão 5. Cary: SAS, 1995. 530 p.

SCHMIDT, O.; DEEGEN, E.; FUHRMANN, H.; DÜLMEIER, R.; SALLMANN, H. P. Effects of fat feeding and energy level on plasma metabolites and hormones in Shetland ponies. **Journal of the Veterinary Medical Association**, v. 48, p. 39-49, 2001.

SCOTT, B. D.; POTTER, G. D.; GREENE, L. W.; VOGELSANG, M. M.; ANDERSON, J. G. Efficacy of a fat-supplemented diet to reduce thermal stress in exercising thoroughbred horses. In: EQUINE NUTRITION PHYSIOLOGY SYMPOSIUM, 13., 1993, Gainesville. **Proceedings...**, p. 66.

SICILIANO, P. D.; WOOD, C. H. The effect of added dietary soybean oil on vitamin E status of the horse. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 3399-3402, 1993.

SILVA, A. P.; NASCIMENTO, L.; OSSO, F.; MIZURINI, D.; CAMPOS, D.; MARTINEZ, A. M. B.; CARMO, M. G. T. Ácidos graxos plasmáticos, metabolismo lipídico e lipoproteínas de ratos alimentados com óleo de palma e óleo de soja parcialmente hidrogenado. **Revista de Nutrição**, v. 18, n. 2, p. 229-237, 2005.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: Imprensa Universitária UFV, 2002, 235p.

SOUZA, J. Dendê. **Jornal CEPLAC Notícias**, n. 10, 2002. Disponível em : <www.ceplac.gov.br/culturas/dende.htm> . Acesso em 18 set 2007.

SPERS, R. C.; SPERS, A.; FERNANDES, W. R. ; VISINTIN, J. A. ; ARRUDA, R.P. ; GARCIA, C. A. Efeito da suplementação dietética com óleo de babaçu sobre o desempenho de éguas em lactação. **Brasilian Journal of Veterinarian Research, Animal Science**, v. 43, p.120-128, 2006. Suplemento.

SPERS, R. C.; SPERS, A.; FERNANDES, W. R. ; VISINTIN, J. A. ; GARCIA, C. A. Efeito da suplementação da dieta com óleo de babaçu sobre a composição do sangue e leite de éguas em lactação. **Brasilian Journal of Veterinarian Research, Animal Science**, v. 43, p.109-119, 2006a. Suplemento.

SUFRAMA. Dendê: sumário executivo. Potencialidades regionais. **Estudo de viabilidade econômica**. SUFRAMA: Manaus, 2003, 18 p.

TOMM, G. O. Situação atual e perspectivas da canola no Brasil. **Comunicado Técnico online nº 58**. EMBRAPA. 2000. Disponível em: <www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co58.htm>. Acesso em 18 set 2007.

TOMM, G. O. Situação em 2005 e perspectivas da cultura de canola no Brasil e nos países vizinhos. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento online nº 26**. EMBRAPA. 2005. Disponível em: <www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_bp26.htm>. Acesso em 18 set 2007.

TURATTI, J.; GOMES, R. A. R.; ATHIE, I. **Lipídeos: Aspectos funcionais e novas tendências**. Campinas: ITAL, 78p. 2002.

VAN DUK, S.; WENSING, T. Comparison of the lipoprotein pattern of the horse, the pony and the lactating and non-lactating cow obtained by a combination of an ultracentrifugation and a precipitation technique. **Compendium in Biochemistry and Physiology**, v. 94b, n. 4, p. 735-738, 1989.

VIEIRA, C. R.; CABRAL, L. C.; DE PAULA, A. C. Composição centesimal e conteúdo de aminoácidos, ácidos graxos e minerais de seis cultivares de soja destinadas à alimentação humana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n. 7, p. 1277-1283, 1999.

WARREN L. K. The skinny on feeding fat to horses. Colorado State University, 2004. p. 127-136. **Proceedings...** Disponível em:

<www.albertahorseindustry.ca/hboc/2004/proceedings/skinny_on_fat.pdf>. Acesso em 23 jan 2008.

WAHID, M. B.; ABDULLAH, S. N. A.; HENSON, I. E. Oil palm – Achievements and potential. **Plant Production Science**, v.8,n.3, p.288-297, 2005.

WATSON, T. D. G.; BURNS, L.; LOVE, S.; PACKARD, C. J.; SHEPHERD, J. The isolation, characterization and quantification of the equine plasma lipoproteins. **Equine Veterinary Journal**, v. 23, n. 5, p. 353-359, 1991.

WATSON, T. D. G.; PACKARD, C. J.; SHEPHERD, J. Plasma lipid transport in the horse (*Equus caballus*). **Comparative Biochemistry and Physiology. B, Comparative biochemistry**. v. 106, n. 1, p. 27-34, 1993.

WILSON, T. A.; NICOLOSI, R. J.; KOTYLA, T.; SUNDRAM, K.; KRITCHEVSKY, D. Different palm oil preparations reduce plasma cholesterol concentrations and aortic cholesterol accumulation compared to coconut oil in hypercholesterolemic hamsters. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 16, p. 633-640, 2005.

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

ZEYNER, A. A method to estimate digestible energy in horses feed. **Journal of Nutrition**, v. 132, p. 1771-1773, 2002.