

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**EFEITO DA INCLUSÃO DE SEMENTE DE LINHAÇA
INTEGRAL (*Linum usitatissimum* L.) NA DIETA DE
ÉGUAS ATRAVÉS DA TAXA DE CRESCIMENTO
FOLICULAR, CONCENTRAÇÃO DE METABÓLITOS
SANGUÍNEOS E DA DIGESTIBILIDADE APARENTE**

Autora: Mara Regina Schimmack Pedro Soncin

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Furtado

Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Paulo Rigolon

MARINGÁ
Estado do Paraná
Outubro – 2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**EFEITO DA INCLUSÃO DE SEMENTE DE LINHAÇA
INTEGRAL (*Linum usitatissimum* L.) NA DIETA DE
ÉGUAS ATRAVÉS DA TAXA DE CRESCIMENTO
FOLICULAR, CONCENTRAÇÃO DE METABÓLITOS
SANGUÍNEOS E DA DIGESTIBILIDADE APARENTE**

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de concentração Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
Outubro – 2006

LISTA DE TABELAS – EXPERIMENTO 1

	Página
TABELA 1. Composição química da semente de linhaça integral (<i>Linum usitatissimum</i> L.) na matéria seca.....	22
TABELA 2. Composição percentual e química dos concentrados experimentais (na matéria seca).....	24
TABELA 3. Parâmetros reprodutivos de éguas submetidas a dietas com e sem inclusão de semente de linhaça	25
TABELA 4. Parâmetros laboratoriais de éguas submetidas a dietas com e sem semente de linhaça	28

LISTA DE TABELAS – EXPERIMENTO 2

	Página
TABELA 1. Composição química do feno de Tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i> L.) e da semente de linhaça integral (<i>Linum usitatissimum</i> L.) na matéria seca.....	48
TABELA 2. Composição percentual e química dos concentrados experimentais (na matéria seca).....	49
TABELA 3. Coeficientes da digestibilidade aparente da matéria seca (CDaMS), matéria mineral (CDaMM), proteína bruta (CDaPB), fibra bruta (CDaFB), fibra em detergente neutro (CDaFDN), fibra em detergente ácido (CDaFDA) e extrato etéreo (CDaEE) das dietas experimentais.....	52

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	x
ABSTRACT	xii
I - INTRODUÇÃO	1
1.1. Introdução Geral	1
1.2. Características Reprodutivas da Égua	3
1.3. Características do Trato Digestório dos Eqüinos	5
1.4. Utilização da Semente de Linhaça	7
1.4.1 Utilização da Semente de Linhaça em Estudos de Reprodução.....	7
1.4.2. Utilização da Semente de Linhaça em Estudos de Alimentação.....	8
Referências bibliográficas	11
II - OBJETIVO GERAL	15
III –EFEITO DA INCLUSÃO DE SEMENTE DE LINHAÇA INTEGRAL (<i>Linum usitatissimum</i> L) NA DIETA DE ÉGUAS ATRAVÉS DA TAXA DE CRESCIMENTO FOLICULAR E DA CONCENTRAÇÃO DE METABÓLITOS SANGUÍNEOS (GLICOSE, TRIGLICERÍDEOS, PROGESTERONA, COLESTEROL TOTAL, HDL, LDL, VLDL)	16
Resumo	16
Abstract	17
Introdução	18
Material e Métodos	20
Resultados e Discussão	25
Conclusões	34
Referências Bibliográfica	35
IV – AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA SEMENTE DE LINHAÇA INTEGRAL (<i>Linum usitatissimum</i> L.) EM DIETAS DE ÉGUAS EM REPRODUÇÃO ATRAVÉS DE ENSAIOS DE DIGESTIBILIDADE APARENTE.....	41
Resumo	41
Abstract	42
Introdução	43
Material e Métodos	46

Resultados e Discussão	51
Conclusões	58
Referências Bibliográfica	59
V - CONCLUSÕES GERAIS	61

RESUMO

Dois experimentos foram conduzidos com objetivo de avaliar o efeito da inclusão de semente de linhaça na dieta de éguas através da taxa de crescimento folicular, concentração de metabólitos sanguíneos (glicose, triglicerídeos, progesterona, colesterol total, lipoproteína de alta densidade – *da sigla em inglês*, HDL, lipoproteína de baixa densidade – *da sigla em inglês*, LDL e lipoproteína de muito baixa densidade – *da sigla em inglês*, VLDL) e da determinação do valor nutritivo através de ensaio de digestibilidade aparente para obter fonte alternativa de alimento para utilização na formulação de programas nutricionais e reprodutivos para eqüinos. O experimento foi realizado no setor de Eqüideocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Foram utilizadas dezesseis éguas da raça Mangalarga com idade média de 8,8 anos e peso médio de 374,60 kg. Os tratamentos consistiram de dois concentrados, sendo um concentrado testemunha (sem semente de linhaça integral – TES) e um concentrado com inclusão de 10% de semente de linhaça integral (LIN). Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado. Para determinação dos parâmetros reprodutivos e avaliação da concentração de metabólitos sanguíneos os animais receberam prostaglandina F₂ alfa na dose de 1ml/animal (100 mcg) via intramuscular, o comportamento de cio foi observado visualmente e confirmado através de rufiação. O crescimento folicular foi acompanhado através de ultra-sonografia diária até a ovulação, no 10º dia após ovulação foi realizada a coleta de sangue da veia jugular e o soro analisado, mensurando os níveis de glicose, colesterol total, colesterol-HDL, colesterol-LDL, colesterol-VLDL, triglicerídeos e progesterona. Os resultados obtidos para duração de estro, intervalo entre PGF₂alfa-estro e tamanho de folículo ovulatório foram 7,75 e 7,42; 3,8 e 3,5; 38,75 e 39,25 respectivamente, para dieta testemunha e com 10% de semente de linhaça, e os resultados obtidos para progesterona, colesterol total, colesterol-LDL, colesterol-HDL, colesterol-VLDL, glicose e triglicerídeos foram 8,3 e 6,63 ng/ml; 86,8 e 85,5 mg/dl; 33,3 e 34 mg/dl; 48 e 45,6 mg/dl; 5,5 e 5,8 mg/dl; 100,167 e 88,83 mg/dl; 27,5 e 28,8 mg/dl respectivamente, para dieta testemunha e com 10% de semente de linhaça. Utilizou-se o método de coleta total de fezes para determinação dos coeficientes de digestibilidade. Após análises laboratoriais foram avaliados os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) para a

MS, MM, PB, FB, FDN, FDA e EE. A inclusão da semente de linhaça integral aumentou significativamente ($P < 0,05$) os CDa da MS, MM, FB, FDN e FDA. Por outro lado, não foi observado diferença ($P > 0,05$) para os CDa da PB e EE, independente da inclusão ou não da semente de linhaça nos concentrados experimentais. Os valores encontrados para o tratamento TES e LIN foram, respectivamente, de: CDaMS (67,44 e 76,11%), CDaMM (38,32 e 56,42%), CDaPB (79,82 e 81,15%), CDaFB (51,91 e 69,53%), CDaFDN (55,09 e 69,30%), CDaFDA (48,60 e 64,56%) e CDaEE (59,47 e 60,21%). Os resultados obtidos no presente experimento indicaram que a inclusão da semente de linhaça integral (nível de 10%) na dieta de eqüinos não apresentou mudanças no perfil reprodutivo e não alterou os parâmetros sanguíneos avaliados nesse trabalho para éguas da raça Mangalarga, no entanto, melhoraram significativamente os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes, em especial da fração fibrosa da dieta, contribuindo eficientemente na formulação de dietas para eqüinos.

Palavras - chave: digestibilidade aparente, éguas, semente de linhaça integral, colesterol, folículo ovulatório, estro.

ABSTRACT

Two experiments were carried out to evaluate the effect of the whole flaxseed inclusion in mares diet through the growth follicle rate, blood metabolites (glucose, triglycerides, progesterone, total cholesterol, high density lipoprotein - HDL, low density lipoprotein - LDL and very low density lipoprotein - VLDL) concentrations and of the nutritional value determination through apparent digestibility test to obtain an alternative food source to use in the equine nutritional and reproductive formulation programs. The experiment was realized at the Equideocultura section in the Experimental Farm of Iguatemi (FEI) belonged to the State University of Maringá (UEM). Sixteen Mangalarga mares with an average of 8.8 years old and 374.60 kg of weight were used. The treatments consisted of two concentrated, being one the control (without whole flaxseed - TES) and the other one with inclusion of 10% of whole flaxseed (LIN). A completely randomized design was used. To determine the reproductive parameters and evaluation of the blood metabolites concentration the animals received 1 ml/animal (100 mcg) of an intramuscular injection of prostaglandin F2 alpha, the rut behavior was observed visually and confirmed through ruffin. The growth follicle was daily observed through ultrasound until the ovulation, in the 10th day after ovulation it was done a blood collection in the jugular vein and then the serum was analyzed, measuring the glucose levels, total cholesterol, cholesterol-HDL, cholesterol-LDL, cholesterol-VLDL, triglycerides and progesterone. The results obtained for estrous duration, time between PGF2alpha-estrous and ovulated follicle size were 7.75 and 7.42; 3.8 and 3.5; 38.75 and 39.25 respectively, to diet test and with 10% of linseed seed, and the results obtained for progesterone, total cholesterol, cholesterol-LDL, cholesterol-HDL, cholesterol-VLDL, glucose and triglycerides were 8.3 and 6.63 ng/ml; 86.8 and 85.5 mg/dl; 33.3 and 34 mg/dl; 48 and 45.6 mg/dl; 5.5 and 5.8 mg/dl; 100.167 and 88.83 mg/dl; 27.5 and 28.8 mg/dl respectively, to control diet and with 10% of linseed seed. The method of total collection of feces was used to determine the digestibility coefficients. After laboratories analyses it was evaluated the coefficients of apparent digestibility (CDa) to MS, MM, PB, FB, FDN, FDA and EE. The inclusion of the whole flaxseed significantly ($P < 0.05$) increased the CDa of MS, MM, FB, FDN and FDA. On the other hand, a difference was not observed ($P > 0.05$) for CDa of PB and EE, independent of the inclusion or not of the linseed seed in the experimental concentrate. The values found to

the TES and LIN treatments were, respectively, of: CDaMS (67.44 and 76.11%), CDaMM (38.32 and 56.42%), CDaPB (79.82 and 81.15%), CDaFB (51.91 and 69.53%), CDaFDN (55.09 and 69.30%), CDaFDA (48.60 and 64.56%) and CDaEE (59.47 and 60.21%). The results observed in the present experiment indicated that the inclusion of the whole flaxseed (level of 10%) in equine diet did not change the reproductive profile and also did not alter the blood parameters in that work for Mangalarga mares, however, they significantly improved the nutrients apparent digestibility coefficient, especially of the diet fibrous fraction, contributing efficiently in the formulations of equine diets equine.

Key words: apparent digestibility, mares, whole flaxseed, cholesterol, follicle ovulate, estrous

DEDICO

Aos meus filhos, Ellora Pedro Soncin e Marcello Antonio Pedro Soncin, pelo simples fato de existirem e me trazerem tanta alegria.

Aos meus pais, Antonio Pedro e Maria Schimmack Pedro, pelo exemplo, educação e amor.

Ao esposo Francisco, pelo incentivo e colaboração.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me permitir alcançar mais este objetivo e estar sempre ao meu lado.

Aos meus professores e orientadores, Dr. Carlos Eduardo Furtado e Dr. Luiz Paulo Rigolon, pela ética profissional demonstrada, paciência, amizade e dedicação.

Ao professor Dr. Fabio Luiz Bim Cavaliere pelo auxílio na realização desse trabalho.

À Universidade Estadual de Maringá e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso de Pós-Graduação.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi, especialmente ao Sr. Nelson Salvallággio, pelo auxílio, dedicação e amizade, colaborando em toda fase do experimento a campo.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, em especial a Dilma F. Botter, pela espontaneidade, colaboração e amizade.

Aos colegas de curso, pelo apoio e colaboração.

Aos animais por terem permitido a realização desse trabalho.

BIOGRAFIA DA AUTORA

MARA REGINA SCHIMMACK PEDRO SONCIN, filha de Antonio Pedro e Maria Schimmack Pedro, nasceu em Maringá, Paraná, no dia 19 de abril de 1973.

Em 1998, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá.

Em 2003, concluiu o curso de Medicina Veterinária pelo CESUMAR.

Em março de 2004, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Nutrição de Animais Não-Ruminantes (eqüinos).

No dia 14 de setembro de 2006, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação.

I - INTRODUÇÃO

1.1 Introdução Geral

A semente de linhaça foi utilizada por diferentes autores (PETIT et al., 1998 e CAVALIERI et al., 2003) em estudos de reprodução com ruminantes avaliando a taxa de gestação, dinâmica folicular, concentração sanguínea de hormônios ligados à reprodução, bem como a produção de embriões. Em eqüinos a literatura apresenta-se deficiente quanto ao tema acima referido.

Estudos de alimentação, utilizando a semente de linhaça, indicam que este alimento pode afetar a digestibilidade dos nutrientes para monogástricos (suínos e aves) e por outro lado favorecer o aproveitamento dos nutrientes e a qualidade da carcaça em ruminantes (WACHIRA et al., 2000; WADA, 2004; MÜLLER et al., 2004 e YAMAMOTO et al., 2005).

Estudos com eqüinos utilizando a semente de linhaça são escassos (HINTZ et al., 1971; LEWIS, 1995; FRAPE, 1998 e MORETINI et al., 2004).

O aumento da utilização da soja e do milho na alimentação humana contribuiu para que novos alimentos alternativos tenham sido estudados com o objetivo de substituição do farelo de soja e o milho na alimentação animal. Dentre estes alimentos a linhaça (*Linum usitatissimum* L.) tem se apresentado como opção na formulação de rações.

O teor de proteína da semente de linhaça se destaca não só pela quantidade, mas, principalmente pela qualidade, pois é riquíssima e extremamente equilibrada em três aminoácidos (aminoácidos de cadeia ramificada: valina, leucina e isoleucina). Seu alto teor de gordura confere um rendimento de energia diferenciado, pois a oxidação

das gorduras é mais ágil, eficiente e econômico quanto mais carboidratos estiverem disponíveis. A linhaça é um palatável e adequado suplemento protéico para equinos, entretanto mostra-se com baixos teores de lisina (LEWIS, 1995). A linhaça em grão apresenta 32% de gordura com 60% dos ácidos graxos considerados poliinsaturados, a qual 50% é composta pelo ácido linoléico, o conhecido Ômega 3, que apresenta inúmeras qualidades nutricionais (53% do total de ácidos graxos) (NRC, 2001).

A semente de linhaça pode ser considerada um alimento energético, protéico, rico em fibra ou sais minerais e vitaminas, devido a sua versatilidade. Como alimento rico em fibras (10 a 12%) confere juntamente com a aveia, os grãos de maior teor em fibra de um alimento concentrado, item de importância fundamental para um animal que em condições naturais se alimenta com uma dieta composta de mais de 90% de celulose. Como alimento rico em proteínas (21%), supera os demais grãos energéticos fornecidos aos cavalos (milho: 8,5% e aveia: 12%). Como alimento energético a semente de linhaça incorpora um valor calórico superior em quase duas vezes aos grãos como milho ou aveia¹.

No Brasil, o rebanho de equinos é de aproximadamente 6.000.000 de cabeças, (FAO, 2002), sendo que deste total, aproximadamente 1.000.000 de animais são registrados (PO) nas diversas associações de criadores, demonstrando um potencial muito grande de consumo de rações. Portanto, são necessários estudos que proporcionem às indústrias e nutricionistas opções de novos alimentos para compor as rações desta espécie que melhorem o desempenho produtivo e reprodutivo dos equinos, bem como baratear o custo da alimentação.

¹ <http://www.cisbra.com.br/pagina7.htm>

1.2 Características Reprodutivas da Égua

A reprodução é um dos parâmetros determinantes no sucesso da Equídeocultura, pois a produção eficiente de potros mostra-se como um item fundamental na lucratividade desta exploração. A taxa de concepção média dos rebanhos é baixa, permanecendo ao redor de 60% (HAFEZ, 1988). Vários fatores afetam a performance reprodutiva dos animais domésticos, dentre eles, a nutrição adequada representa um dos mais importantes.

As éguas são consideradas animais poliéstricos estacionais. Apresentam atividade sexual durante o final da primavera, o verão e princípios do outono, entrando em um período anovulatório no inverno denominado anestro estacional (PALMER & GUILLAUME, 1992).

O ciclo estral da égua é definido como o período que vai desde uma ovulação até a seguinte, quando esta é acompanhada de sinais de cio e/ou concentrações plasmáticas de progesterona inferiores a 1 ng/mL (HUGHES et al., 1975). Quando o intervalo entre duas ovulações não supera 5 dias (inclusive), considera-se uma ovulação múltipla do mesmo ciclo.

Na égua, o ciclo estral dura em média 22 dias, está dividida em uma fase luteal relativamente constante de cerca de 14 a 15 dias e uma fase estral bastante variável de 4 a 7 dias (GINTHER, 1979., PALMER & JOUSSET, 1975).

O crescimento folicular na égua é caracterizado pela ocorrência de ondas foliculares maiores e menores, quando, respectivamente, dão ou não origem a um folículo dominante (BERGFELT & GINTHER, 1993). As ondas maiores são denominadas primárias quando emergem na metade do ciclo estral e resultam em ovulação acompanhada de cio. As ondas menores são secundárias quando emergem no

final do cio ou início do diestro, cujo folículo dominante pode ovular, regredir ou tornar-se hemorrágico. Embora a égua possa apresentar ambas ondas maiores primárias e secundárias no mesmo ciclo estral, o padrão predominante é a presença de uma só onda primária (BERGFELT & GINTHER, 1993).

O conhecimento e a manipulação da duração do ciclo estral equino e suas fases tem-se tornado muito importante com a crescente utilização de técnicas de inseminação artificial e transferência de embriões (ROMAMO, 1998).

O estro na égua é marcado por um período de receptividade sexual bem característico, mas em algumas éguas só é perceptível através do acompanhamento folicular, através da palpação retal ou ultra-sonografia, uma vez que as manifestações psíquicas não são demonstradas (cio silencioso) (ADAMS & BOSU, 1988; NELSON et al, 1985).

Na égua, o padrão de desenvolvimento folicular é menos definido que na vaca, e este pode determinar não só uma longa duração do período diestro, como também uma elevada incidência de ovulações múltiplas (HAFEZ, 1988).

A maioria das ovulações ocorre 24 a 48 hs antes do final do estro. Esta relação do momento de ovulação com o final do estro dificulta sua determinação exata, prejudicando muitas vezes a utilização de programas que envolvam sincronização de cio, como no caso da utilização de inseminação artificial (ROMANO, 1998).

A sincronização de estros em fêmeas equinas tem sido muito pouco difundida enquanto biotécnica, em face das características fisiológicas da espécie e mesmo pela pequena quantidade de estudos aprofundados na área que forneçam informações técnicas específicas para tal (ALMEIDA, 2001).

A ultra-sonografia tem sido útil para a melhor caracterização dos padrões de crescimento e regressão dos folículos ovarianos eqüinos (GINTHER & BERGFELT, 1992).

SIROIS et al. (1989) e GINTHER (1990) descreveram dois padrões distintos de dinâmica folicular durante o ciclo estral não manipulado artificialmente, monitorando individualmente os folículos pelo ultra-som, identificaram ciclos contendo uma onda folicular e ciclos contendo duas ondas. GINTHER (1990) propôs uma classificação de ondas foliculares em que a onda folicular maior refere-se a folículos que inicialmente exibem crescimentos sincrônicos, seguidos(s) pelo crescimento preferencial de um (ou dois) dos folículos que alcançará (ão) diâmetro máximo antes de sua regressão ou ovulação.

1.3 Características do Trato Digestório dos Eqüinos

O aparelho digestivo do cavalo com uma anatomia peculiar está bem adaptado aos vários tipos de alimentos encontrados em seu habitat natural, ou seja, as pastagens. Com a domesticação, o homem consideravelmente alterou e adaptou o modo de “viver” do cavalo, em particular sua alimentação. Em função disto, encontramos muitos problemas relacionados com a dieta alimentar, ou seja, principalmente distúrbios no trato digestório. Desta forma, deve-se ter muita precaução na avaliação de novos alimentos para eqüinos, os quais devem ser introduzidos gradativamente na dieta (MEYER 1995).

Embora sendo um animal herbívoro, o tamanho do estômago do cavalo é limitado em relação à capacidade do intestino delgado, que por sua vez é de moderado tamanho. O intestino delgado é principal local para digestão e absorção da gordura da dieta e ácidos graxos de cadeia longa, com a atuação das secreções pancreáticas e

biliares. A lipase pancreática atuando como uma partícula em emulsão libera um b-monoglicerídio e dois ácidos graxos livres a partir do triglicerídio da dieta. Estes produtos são então solubilizados pelos sais biliares, os quais atuam como um veículo de transporte da partícula em emulsão para o enterócito. Após adentrar a célula, o triglicerídio é “reformado” e é transportado para a corrente linfática. Os sais biliares não são reabsorvidos com a gordura no jejuno, mas são ativamente absorvidos no íleo por um processo específico de transporte ativo. Após, são então levados ao fígado e resecretados pela bile. O fígado pode sintetizar somente pequena fração dos sais biliares necessários para a digestão, portanto, a circulação enterohepática dos sais biliares é de grande importância para a absorção de gordura bem como das vitaminas lipossolúveis. (CUNNINGHAM, 1993).

Apresenta um intestino grosso bem desenvolvido (60%/capacidade total), composto por ceco bem desenvolvido e grande cólon (ascendente), terminando em um pequeno cólon (descendente) e reto. O intestino grosso é anatomicamente o local especializado nas funções de digestão e absorção, especificamente, do material fibroso da dieta (HINTZ et al., 1973; WOLTER, 1977 e MARTIN-ROSSET, 1990). Os eqüinos têm capacidade de aproveitamento da fração volumosa da dieta por apresentarem uma flora microbiana no ceco e cólon, capaz de digerir a fibra de maneira semelhante ao que ocorre nos ruminantes.

MEYER (1995) divide a digestão nos eqüinos, sob o ponto de vista fisiológico, em: região pré-cecal, incluindo o estômago e intestino delgado, com predomínio de digestão enzimática, e região pós-ileal, incluindo o intestino grosso, com digestão microbiana.

Ainda segundo MEYER (1995), o intestino grosso (IG) ocupa aproximadamente 65% do trato gastrointestinal. O tempo de retenção da digesta é mais prolongado, de 50

a 60 horas, tempo suficiente para ação da digestão microbiana. Os constituintes da dieta que escapam à digestão pré-cecal são oportunamente fermentados por microorganismos do intestino grosso. A intensidade dos processos de fermentação depende da quantidade dos constituintes que chegam ao IG e do tempo de permanência neste compartimento.

Segundo LEWIS (1995), os microorganismos presentes no ceco e cólon, utilizando a fibra dos alimentos para suas próprias funções, convertem a fibra em ácidos graxos de cadeia curta ou ácidos graxos voláteis (AGV): acético; propiônico; láctico; isobutírico; butírico; isovalérico e valérico. Estes AGVs são absorvidos e provém de 30 a 70% das necessidades de energia digestível total nos eqüinos, dependendo da dieta conter maior teor de fibra ou maior teor de carboidratos solúveis ou amido.

1.4 Utilização da Semente de Linhaça em Estudos de Reprodução e de Alimentação de Animais Domésticos

1.4.1 Utilização da Semente de Linhaça em Estudos de Reprodução

Vários são os fatores nutricionais que afetam o crescimento folicular e a taxa de gestação em vacas leiteiras, entre eles destacando-se o teor de gordura (STAPLES et al., 1998), condição corporal e a concentração de energia na dieta (NOLAN et al., 1998; O'CALLAGHAN e BOLAND, 1999 e YAAKUB et al., 1999).

Dentre os fatores nutricionais relacionados com reprodução de vacas leiteiras, a inclusão de gorduras na dieta tem sido extensivamente estudada (STAPLES et al., 1998). A qual afeta a taxa de gestação, crescimento folicular, concentrações sanguíneas de estrógeno, progesterona, prostaglandinas e produção de embriões (WILLIAMS, 1989; LAMMOGLIA et al., 1997; e GARCIA-BOJALIL et al., 1998).

Segundo STAPLES et al. (1996) o aumento da concentração de gordura na dieta (acima de 3% da matéria seca) tem influência positiva no status reprodutivo das vacas leiteiras. As respostas positivas incluem aumento da concentração plasmática de progesterona, aumento no tamanho do folículo ovulatório, aumento no número de folículos ovarianos, aumento ou diminuição na concentração de PGF2alfa e concomitantemente um aumento na taxa de gestação.

Os principais mecanismos pelos quais a inclusão de gordura na dieta influencia as variáveis reprodutivas podem estar relacionado com o aumento das concentrações sanguíneas de progesterona, hormônio essencial para a manutenção da gestação nos animais domésticos. ASWHORT (1995) afirmou que a concentração circulante de progesterona modifica a quantidade e a composição dos polipeptídicos secretados pelo endométrio, muitos dos quais são responsáveis pelo desenvolvimento do embrião e também se relaciona diretamente com a qualidade do ovócito.

THOMAS et al. (1997) e STANKO et al. (1997) observaram um aumento no número de folículos médios nos animais que receberam gordura na dieta (óleo de peixe, soja e gordura animal). Este aumento no número de folículos poderia ser benéfico nos programas de superovulação, elevando o número de embriões produzido pelos animais.

PETIT et al. (1998) verificaram recentemente que a fonte de ácidos graxos ômega 6 (ácido linoléico) ou ômega 3 (ácido linolênico) afeta a taxa de prenhez. Os autores observaram que vacas leiteiras de alta produção apresentaram 50% de gestação quando foram alimentados com fontes de ácidos graxos ômega 9 e 6 (megalac[®]) e 89% de gestação para as vacas alimentadas com ômega 3 (grãos de linhaça).

A literatura consultada não apresenta, até o presente momento, trabalhos avaliando o uso de linhaça na alimentação de éguas e seus respectivos efeitos sobre a reprodução.

1.4.2 Utilização da Semente de Linhaça em Estudos de Alimentação

Para monogástricos (suínos e aves), a literatura consultada indica que há poucas informações sobre o uso de semente de linhaça ou de seus subprodutos. Entretanto as pesquisas indicam que o uso da semente de linhaça afeta negativamente o aproveitamento dos nutrientes da dieta, o ganho de peso e a conversão alimentar, em especial quando os níveis de inclusão deste alimento são aumentados (ORTIZ et al., 2001 e SANTOS et al., 2005).

Em ruminantes o uso da semente de linhaça mostra-se interessante no sentido de melhorar a digestibilidade dos nutrientes, bem como para aumentar os níveis de ácidos graxos poliinsaturados na carcaça (WACHIRA et al., 2000; WADA, 2004; MÜLLER et al., 2004 e YAMAMOTO et al., 2005).

HINTZ et al., (1971) relataram que o farelo de linhaça é um suplemento palatável e adequado para eqüinos adultos. Utilizando em potros, encontraram valores de digestibilidade aparente da proteína bruta, cálcio e do fósforo de 66, 59 e 54%, respectivamente. Estes autores relataram ainda que o farelo de linhaça apresenta baixo teor de lisina, o que pode reduzir o crescimento de eqüinos jovens, devendo ser acompanhado de outro ingrediente protéico como o farelo de soja, rico em lisina. Dieta para potros contendo até 15% de farelo de linhaça, com adequado nível de lisina, promoveu taxa de crescimento satisfatória.

Para eqüinos, o uso da semente de linhaça pode trazer alguma preocupação, pois neste alimento existe a presença da enzima linase e glicosídeos cianogênicos, os quais podem após umedecimento liberar ácido cianídrico e causar severas intoxicações nos cavalos. Entretanto esta enzima pode ser rapidamente inativada pelas secreções do estômago e do intestino delgado dos eqüinos. Estes problemas são mais freqüentes nos subprodutos da linhaça, como por exemplo, o farelo. Por outro lado, a semente de

linhaça contém relativas concentrações de mucilagem indigestível, a qual tem grande capacidade de absorver água podendo favorecer ou regular a excreção fecal, sem causar, no entanto, diarreias. Em algumas situações, a semente de linhaça pode prevenir constipações e impactações do trato digestório dos eqüinos. É freqüente o uso de semente de linhaça como componente de “sopas” (*do termo em inglês, mash*) para melhorar a qualidade do pelamen dos cavalos (LEWIS, 1995 e FRAPE, 1998).

No Brasil, recentemente, MORETINI et al., (2004) trabalhando com cavalos adultos recebendo semente de linhaça relataram que este alimento, comparativamente ao milho floculado e a soja integral tostada, apresentou menores coeficientes de digestibilidade. Entretanto, concluem os autores que a semente de linhaça pode contribuir nutricionalmente para a formulação de rações para eqüinos.

A literatura consultada, até o presente momento, apresenta poucos trabalhos nos quais avaliou-se o potencial nutricional do uso de linhaça em rações para eqüinos.

Referencias Bibliográficas

ADAMS, G.P.; BOSU, T.K. Reproductive physiology of the nonpregnant mare. **Veterinary Clinics of North América: Equine Practice**, v. 4, n. 2, p. 61-75, 1988.

ALMEIDA, H.B.; VIANA, W.G.; ARRUDA, R.P.; OLIVEIRA, C.A. Sincronização de estro e dinâmica folicular de éguas Crioulas submetidas a tratamentos com norgestomet, acetato de melengestrol e altrenogest. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, São Paulo, v. 38, n. 6, p. 267-272, 2001.

ASWORTH, C.J. Maternal and conceptus factors affecting historophic nutrition and survival of embryos. **Liv. Prod. Sci.**, v. 44, p. 99-105, 1995.

BERGFELT, D.R., GINTHER, O.J. Relationships between FSH surges and follicular waves during the estrous cycle in mares. **Theriogenology**, v.39, p.781-96, 1993.

CAVALIERI, F.L.B. **Lipídeos Dietéticos na Produção de Embriões, na Composição do leite e no Perfil Metabólico de Vacas da Raça Holandesa**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá. 2003. 104p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2003.

FRAPE, D. **Equine nutrition and feeding**. Estados Unidos: Blackwell Science, 1998. 404p.

GARCIA-BAJALIL, C.M., STAPLES, C.R., RISCO, A.A. et al, Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of lactating dairy cows: productive responses. **Journal Dairy Science**, v.8, p.1374-1384, 1998.

GINTHER, O.J. Reproductive biology of the mare: basic and applied aspects. 5. ed. **Ann Arbor: McNaughton and Gunn**, 1979. p. 315-23.

GINTHER, O.J. Folliculogenesis during the transitional period and early ovulatory season in mares. **Journal of Reproduction and Fertility**, n. 90, p. 311-320, 1990.

GINTHER, O. J. ; BERGFELT, D.R. Ultrasonic characterization of follicular waves in mares without maintaining identity of individual follicles. **Journal of Equine Veterinary Science**, n.12, p. 349-354, 1992.

HINTZ, H.F.; SCHRYVER H.F.; LOWE J.E. Comparison of a blend of mild products and linseed meal as protein supplements for young growing horses. **Journal of Animal Science.**, v.33, n.6, p.1274-1277, 1971.

HINTZ, H.F. et al. Digestión in the horse. **Feedstuffs**, 45 (27): 25-26. 1973.

HAFEZ, E.S.E. (Ed.) **Reprodução Animal**. 4. ed. São Paulo: Manole, 1988.

HUGHES, J.P. et al. 1975. The estrous cycle of the mare. **Journal of Reproduction and Fertility. Suppl.** 23: 161-166.

LAMMOGLIA, M.A.; WILLARD, S.T.; HALLFORD, D.M. et al. Effects of dietary fat follicular development and circulating concentration of lipids, insulin, progesterone, estradiol 17 β , 13,14-dihydro-15-keto-prostaglandin $f_2\alpha$ and growth hormone in estrus cyclic Brahman cows. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1591-1600, 1997.

LEWIS, L. D. **Equine clinical Nutrition: feeding and care**. Kansas: A Lea & Febiger Book, 1995. 585p.

MARTIN-ROSSET, W. 1990. **L'alimentation des chevaux**. Paris, Institut National de la Recherche Agronomique, 232p.

MEYER, H. 1995. **Alimentação de cavalos**. São Paulo: Varela, 302p.

MORETINI, C. A.; LIMA, J. A. F.; FIALHO, E. T. et al. Avaliação nutricional de alguns alimentos para eqüinos por meio de ensaios metabólicos. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.28, n.3, p.621-626, maio/jun., 2004

MÜLLER, M.; PRADO, I. N.; LOBO-JUNIOR, A. R. et al. Fontes de gordura ômega-3 e ômega-6 sobre a digestibilidade aparente de novilhas de corte confinadas. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.26, n.3, p.393-398, 2004

NELSON, E.M.; KIEFER, B.L.; ROSER, J.F. Serum estradiol 17 β concentrations during spontaneous silent estrus and after prostaglandins treatment in the mare. **Theriogenology**, v.23, p.241-62, 1985.

NOLAN, R.; DUFFY, P.; WADE, M.; et al. Effect of quantity and type of diet and frequency of trans-vaginal ovum aspiration on in-vitro embryo development in heifers. **Theriogenology**, v.49, p.402, 1998.

NUTRIENT requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington: **National Academy of Science**, 2001. 254 p.

O'CALLAGHAN, D., BOLAND, M.P. Nutritional effects on ovulation, embryo development and the establishment of pregnancy in ruminants. **Animal Science**, v.68, p.299-314, 1999.

ORTIZ, L. T.; REBOLE, A.; ALZUETA, C. et al. Metabolisable energy value and digestibility of fat and fatty acids in linseed determined with growing broiler chickens. **British Poultry Science**, v.42, p.57–63, 2001.

PALMER, E.; JOUSSET, B. Synchronization of oestrus in mares with a prostaglandin analogue and hCG. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.23, p.269-274, 1975. Supplement.

PALMER, E. e GUILLAUME, D. 1992. Photoperiodism in the equine species – what is a long night? **Animal of Reproduction Science**. 28: 21-30.

PETIT, H.V.; DEWHURST, J.G.; PROULX, J.G., et al. Milk yield and reproduction of dairy cows fed saturated or unsaturated fat. **Journal Dairy Science**, v. 81, p.302, 1998.

ROMANO, M.A.; MUCCIOLO, R.G.; FELICIANO e SILVA, A.E.D. Biologia reprodutiva de éguas: estudo do ciclo estral e momento de ovulação. **Braz. J. vet. Res. Anim.Sci.**, São Paulo, v. 35, n.1, p. 25-28, 1998.

SANTOS, Z. A. S.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T. et al. Valor nutricional de alimentos para suínos determinado na universidade federal de lavras. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.29, n.1, p.232-237, jan./fev. 2005.

SIROIS, J. et al. Patterns of growth and regression of ovarian follicles during the estrous cycle and after hemiovariectomy in mares. **Equine Veterinary Journal**, p.43-48, 1989. Supplement 8.

STANKO, R.L., FAJERSSON, P., CARVER, L.A. et al. Follicular growth and metabolic changes in beef heifers fed incremental amounts of polyunsaturated fat. **Journal of Animal Science**, v.75, p.223, 1997.

STAPLES, C.R.; THETCHER, W.W.; BURKE, J.M. Influence of supplemental fat on reproductive tissues of the dairy cow. **Journal Dairy Science**, v. 79, 1996.

STAPLES, C.R.; BURKE, J.M.; THATCHER, W.W. Symposium: optimizing energy nutrition for reproduction dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.81, p.856-871, 1998.

THOMAS, M.G., BAO, B., WILLIAMS, G.L. Dietary fats varying in their fatty acid composition differentially influence growth in cows fed isoenergetic diets. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2512-2519, 1997.

WACHIRA, A. M., SINCLAIR, L. A., WILKINSON, R. G., et al. Rumen biohydrogenation of *n*-3 polyunsaturated fatty acids and their effects on microbial efficiency and nutrient digestibility in sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.135, p.419-428, 2000.

WADA, F. Y. **Grãos de linhaça e canola sobre o desempenho, digestibilidade e qualidade da carcaça e da carne de novilhas nelore em confinamento.** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2004. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2004.

WILLIAMS, G.L. Modulation of luteal activity in postpartum beef cows through changes in dietary lipid. **Journal of Animal Science**, v., 67, p.785-793, 1989.

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

YAAKUB, H., O'CALLAGHAN, D., BOLAND, M.P. Effect of type and quality of concentrates on superovulation and embryo yield in beef heifers. **Theriogenology**, v.51, p.1259-1266, 1999.

YAMAMOTO, S. M.; MACEDO, F. A. F.; ZUNDT, M. et al. Fontes de óleo vegetal na dieta de cordeiros em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.34, n.2, p.703-710, mar./abr. 2005.

II – OBJETIVOS GERAIS

Os objetivos do presente experimento foram avaliar o efeito da inclusão de semente de linhaça integral na dieta de éguas através da taxa de crescimento folicular, concentração de metabólitos sanguíneos (glicose, triglicerídeos, progesterona, colesterol total, lipoproteína de alta densidade – da sigla em inglês, HDL, lipoproteína de baixa densidade – da sigla em inglês, LDL e lipoproteína de muito baixa densidade – da sigla em inglês, VLDL) e da determinação do valor nutritivo através de ensaio de digestibilidade aparente.

III - Avaliação da Inclusão da Semente de Linhaça Integral (*Linum usitatissimum* L) na Dieta de Éguas da Raça Mangalarga através dos Parâmetros de Taxa de Crescimento Folicular e de Concentração de Metabólitos Sanguíneos.

RESUMO

O objetivo do experimento foi avaliar o efeito da inclusão de semente de linhaça na dieta de éguas e seu efeito na taxa de crescimento folicular, e concentração de alguns metabólitos sanguíneos (glicose, triglicerídeos, progesterona, colesterol total, HDL, LDL e VLDL). Foram utilizadas dezesseis éguas da raça Mangalarga com idade média de 8,8 anos e peso médio de 374,60 kg. Os tratamentos consistiram de dois concentrados, sendo um testemunha (sem semente de linhaça integral – TES) e um com inclusão de 10% de semente de linhaça integral (LIN). Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado. Para determinação dos parâmetros reprodutivos e avaliação da concentração de metabólitos sanguíneos os animais receberam prostaglandina F₂ alfa na dose de 1ml/animal (100 mcg) via intramuscular, o comportamento de cio foi observado visualmente e através de rufiação. O crescimento folicular foi acompanhado através de ultra-sonografia diária até a ovulação, no 10º dia após ovulação foi realizada a coleta de sangue da veia jugular e o soro analisado. Os resultados obtidos para duração de estro, intervalo entre PGF₂alfa-estro e tamanho de folículo ovulatório foram 7,75 e 7,42; 3,8 e 3,5; 38,75 e 39,25 respectivamente, para dieta testemunha e com 10% de semente de linhaça, e os resultados obtidos para os parâmetros laboratoriais para progesterona, colesterol total, colesterol-LDL, colesterol-HDL, colesterol-VLDL, glicose e triglicerídeos foram 8,3 e 6,63 ng/ml; 86,8 e 85,5 mg/dl; 33,3 e 34 mg/dl; 48 e 45,6 mg/dl; 5,5 e 5,8 mg/dl; 100,167 e 88,83 mg/dl; 27,5 e 28,8 mg/dl respectivamente, para dieta testemunha e com 10% de semente de linhaça. Os resultados obtidos no presente experimento indicam que a inclusão da semente de linhaça integral (nível de 10%) na dieta de eqüinos não apresentou mudanças no perfil reprodutivo e não alterou os parâmetros sanguíneos de éguas da raça Mangalarga.

Palavras - chave: colesterol, éguas, estro, folículo ovulatório, semente de linhaça integral, ovulação.

ABSTRACT

III - Evaluation of the Whole Flaxseed (*Linum usitatissimum* L) Inclusion in Mares Diet of Mangalarga Breed through the Parameters of Follicle Growth Rate and Blood Metabolites Concentration.

The objective of the experiment was to evaluate the effect of the whole flaxseed inclusion in the mare's diet and its effect in the follicle growth rate and some blood metabolites (glucose, triglycerides, progesterone, total cholesterol, HDL, LDL and VLDL) concentration. Sixteen Mangalarga mares with an average of 8.8 years old and weight of 374.60 kg were used. The treatments consisted of two concentrated, one control (without whole flaxseed seed - TES) and the other one with inclusion of 10% of whole flaxseed seed (LIN). A completely randomized design was used. To determine the reproductive parameters and evaluation of the blood metabolites concentration the animals received an intramuscular injection of 1ml/animal (100 mcg) of prostaglandin F2 alpha, the rut behavior was observed visually and through ruffian. The growth follicle was observed through daily ultrasound until the ovulation, in the 10th day after ovulation it was done a blood collection in the jugular vein and then the serum was analyzed. The results obtained to estrous duration, time between PGF2alfa-estrous and follicle ovulate size was 7.75 and 7.42; 3.8 and 3.5; 38.75 and 39.25 respectively, for diet test and with 10% of whole flaxseed seed, and the results obtained to the laboratories parameters for progesterone, total cholesterol, LDL, HDL, VLDL, glucose and triglicerídeos were 8.3 and 6.63 ng/ml; 86.8 and 85.5 mg/dl; 33.3 and 34 mg/dl; 48 and 45.6 mg/dl; 5.5 and 5.8 mg/dl; 100.167 and 88.83 mg/dl; 27.5 and 28.8 mg/dl respectively, for diet test and with 10% of whole flaxseed seed. The results observed in the present experiment indicate that the inclusion of whole flaxseed (level of 10%) in the equine diet did not change the reproductive profile and also did not alter the blood parameters of Mangalarga mares.

Key-Words: cholesterol, mares, estrous, follicle ovulate, whole flaxseed, ovulation

Introdução

No Brasil, o rebanho de eqüinos é de aproximadamente 6.000.000 de cabeças, (FAO, 2002), sendo que deste total, aproximadamente 1.000.000 de animais são registrados (PO) nas diversas associações de criadores, demonstrando um potencial muito grande de consumo de rações. Portanto, são necessários estudos que proporcionem às indústrias e nutricionistas opções de novos alimentos para compor as rações desta espécie que melhorem o desempenho produtivo e reprodutivo dos eqüinos.

A semente de linhaça pode ser considerada um alimento energético, protéico, rico em fibra ou sais minerais e vitaminas, e em especial apresenta altos teores de ácidos graxos. A semente de linhaça foi utilizada por diferentes autores (Petit et al., 1998 e Cavalieri et al., 2002) em estudos de reprodução com ruminantes avaliando a taxa de gestação, dinâmica folicular, concentração sanguínea de hormônios ligados à reprodução, bem como a produção de embriões. Em eqüinos a literatura apresenta-se deficiente quanto ao tema acima referido.

A reprodução é um dos parâmetros determinantes no sucesso da Eqüídeocultura, pois a produção eficiente de potros mostra-se como um item fundamental na lucratividade desta exploração.

Na égua, o ciclo estral dura em média 22 dias, está dividida em uma fase luteal relativamente constante de cerca de 14 a 15 dias e uma fase estral bastante variável de 4 a 7 dias (Ginther, 1979., Palmer & Jousset, 1975).

O estro na égua é marcado por um período de receptividade sexual bem característico, mas em algumas éguas só é perceptível através do acompanhamento folicular, através da palpação retal ou ultra-sonografia, uma vez que as manifestações psíquicas não são demonstradas (cio silencioso) (Adams & Bosu, 1988; Nelson et al, 1985).

O conhecimento e a manipulação da duração do ciclo estral equino e suas fases tem-se tornado muito importante com a crescente utilização de técnicas de inseminação artificial e transferência de embriões (Romamo, 1998).

A sincronização de estros em fêmeas eqüinas tem sido muito pouco difundida enquanto biotécnica, em face das características fisiológicas da espécie e mesmo pela pequena quantidade de estudos aprofundados na área que forneçam informações técnicas específicas para tal (Almeida, 2001).

Dentre os fatores nutricionais relacionados com reprodução de vacas leiteiras, a inclusão de gorduras na dieta tem sido extensivamente estudada (Staples et al., 1998). A qual afeta a taxa de gestação, crescimento folicular, concentrações sangüíneas de estrógeno, progesterona, prostaglandinas e produção de embriões (Willians, 1989; Lammoglia et al., 1997; e Garcia-Bojalil et al., 1998).

Segundo Staples et al. (1996) o aumento da concentração de gordura na dieta (acima de 3% da matéria seca) tem influência positiva no status reprodutivo das vacas leiteiras. As respostas positivas incluem aumento da concentração plasmática de progesterona, aumento no tamanho do folículo ovulatório, aumento no número de folículos ovarianos, aumento ou diminuição na concentração de PGF2alfa e concomitantemente um aumento na taxa de gestação.

Thomas et al. (1997) e Stanko et al. (1997) observaram um aumento no número de folículos médios nos animais que receberam gordura na dieta (óleo de peixe, soja e gordura animal). Este aumento no número de folículos poderia ser benéfico nos programas de superovulação, elevando o número de embriões produzido pelos animais.

Petit et al. (1998) verificaram recentemente que a fonte de ácidos graxos ômega 6 (ácido linoléico) ou ômega 3 (ácido linolênico) afeta a taxa de prenhez. Os autores observaram que vacas leiteiras de alta produção apresentaram 50% de gestação quando

foram alimentados com fontes de ácidos graxos ômega 9 e 6 (megalac[®]) e 89% de gestação para as vacas alimentadas com ômega 3 (grãos de linhaça).

Andreazzi et al. (2004) avaliaram os efeitos da utilização de 3% de óleo de canola, óleo de milho ou óleo de soja em rações para coelhos Nova Zelândia Branco, sobre as concentrações séricas de metabólitos lipídicos, concluíram que a adição de diferentes fontes de óleo não influenciou os níveis séricos de triglicerídeos, colesterol total e suas frações e progesterona.

A literatura consultada não apresenta, até o presente momento, trabalhos avaliando o uso de linhaça na alimentação de éguas e seus respectivos efeitos sobre a reprodução.

Sendo assim, o objetivo do experimento foi avaliar o efeito da inclusão de semente de linhaça integral na dieta de éguas da raça Mangalarga e seu efeito na taxa de crescimento folicular, e concentração de alguns metabólitos sanguíneos (glicose, triglicerídeos, progesterona, colesterol total, HDL, LDL e VLDL).

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Eqüideocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá, localizada no distrito de Iguatemi, de dezembro de 2004 a fevereiro de 2005, durante 60 dias.

Foram utilizadas dezesseis éguas da raça Mangalarga com idade média de 8,8 anos e peso médio de 374,60 kg, divididas em dois tratamentos com oito repetições cada. Os animais foram vermifugados com vermífugo de amplo espectro (Equalan[®]) no início do período experimental (período de adaptação - que teve duração de 30 dias). O

delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo a unidade experimental constituída por um animal.

Foram retiradas amostras das dietas experimentais, das quais foram moídas em peneira de 1mm para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), segundo metodologia escrita por Silva (1990).

A composição química da semente de linhaça integral, após análise bromatológica realizada no Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal (LANA) do DZO/UEM, encontra-se na Tabela 1.

Os tratamentos consistiram de dois concentrados, sendo um concentrado testemunha (sem semente de linhaça integral – TES) e um concentrado com inclusão de 10% de semente de linhaça integral (LIN). Os concentrados experimentais diferenciaram entre si pela inclusão ou não da semente de linhaça integral, sendo os demais ingredientes comuns aos dois tratamentos, somente havendo pequenas variações quantitativas para o milho em grãos moídos, farelo de soja e para o farelo de trigo.

As composições percentual e química dos concentrados experimentais encontram-se na Tabela 2.

A quantidade de alimento fornecido aos animais foi estabelecida segundo as recomendações do NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC, 1989) visando atender as exigências nutricionais para a categoria, correspondendo a 2% do peso vivo (PV) em kg de alimento/dia, (50% de volumoso e 50% de concentrado), oferecidos em três refeições diárias (8:00, 12:00 e 17:00 horas), em baias (“lanchonete”) individuais,

sendo que após o oferecimento do concentrado os animais ficavam soltos em pastagem de capim Tifton 85 (*Cynodon spp.* L).

As análises químicas dos alimentos foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), segundo metodologia descrita por Silva (1990).

Após o período de adaptação (30 dias) iniciou-se o período experimental (30 dias) no qual os animais receberam PGF2Alfa (Croniben[®] - Biogenesis S/A) na dose de

Tabela 1. Composição química da semente de linhaça integral (*Linum usitatissimum* L.) na matéria seca.

Table 1. Chemical composition flaxseed (Linum usitatissimum L.) in dry matter basis

Nutrientes (%) <i>Nutrients</i>	Semente de linhaça integral <i>Whole Flaxseed</i>
Matéria Seca <i>Dry matter</i>	94,88
Proteína Bruta <i>Crude protein</i>	22,53
Fibra Bruta <i>Crude fiber</i>	11,13
FDN ¹ <i>NDF²</i>	31,74
FDA ¹ <i>ADF²</i>	23,99
Extrato Etéreo <i>Ether extract</i>	40,70
Matéria Mineral <i>Ash</i>	3,20

¹FDN - Fibra em Detergente Neutro

²FDA - Fibra em Detergente Ácido

¹NDF - Neutral Detergent Fiber

²ADF - Acid Detergent Fiber

1ml/animal(100 mcg) intramuscular e o crescimento folicular foi acompanhada diariamente com a utilização de um aparelho de ultra-som ALOKA SSD 550, com uma probe trans retal de 5mHz. No 10º dia após a ovulação foram realizadas coletadas de sangue diretamente da veia jugular em tubos heparinizados, e as amostras foram submetidas à centrifugação a 3200 rpm por 20 minutos, sendo o plasma separado e acondicionado em frascos *ependorf* e armazenado a -20 °C. Posteriormente essas

amostras foram enviadas para o LEPAC/UEM (Laboratório de Ensino e Pesquisa em Análises Clínicas) onde foram mensurados os níveis de glicose (método colorímetro enzimático- Diasys), colesterol total (immuno FS*- método homogêneo sem centrifugação- Diasy), HDL (immuno FS*-método homogêneo sem centrifugação- Diasy), LDL (immuno FS*-método homogêneo sem centrifugação- Diasy), VLDL (immuno FS*-método homogêneo sem centrifugação- Diasy), Triglicerídeos (método colorímetro enzimático- Diasys) e Progesterona (imunoensaio competitivo de fase sólida de enzimas químico-luminosas). Todas as determinações bioquímicas foram realizadas no equipamento automatizado SELECTA-2 MERCK, e a dosagem hormonal no analisador automático IMMULITE 2000-DPC-MEDLAB.

Os coeficientes reprodutivos foram submetidos à avaliação de variância, utilizando o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + R_i + e_{ij}, \text{ onde:}$$

Y_{ij} = valor observado das variáveis estudadas;

μ = constante geral;

R_i = efeito das rações i , $i = 1,2$;

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ij} .

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SigmaStat, utilizando teste t, considerado o nível de significância de 5%.

Tabela 2. Composição química e percentual dos concentrados¹ experimentais na matéria seca.

Table 2. Chemical and percentual composition of the experimental concentrates¹ in dry matter basis

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Tratamentos <i>Treatments</i>	
	TES	LIN
Milho <i>Corn grain</i>	46,951	44,631
Farelo de Soja <i>Soybean meal</i>	9,944	7,140
Farelo de Trigo <i>Wheat bran</i>	39,572	34,656
Semente de Linhaça integral <i>Whole Flaxseed</i>	0,000	10,000
Fosfato Bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	0,413	0,448
Sal <i>Salt</i>	0,921	0,925
Calcário <i>Limestone</i>	2,000	2,000
Suplemento Mineral <i>Mineral supplement</i>	0,100	0,100
Suplemento Vitamínico <i>Vitaminic supplement</i>	0,100	0,100
Total	100,00	100,00
Nutrientes² <i>Nutrients²</i>		
Matéria Seca <i>Dry matter</i>	90,06	90,10
Proteína Bruta <i>Crude protein</i>	16,69	16,33
Fibra bruta <i>Crude fiber</i>	4,79	4,92
FDN <i>NDF</i>	24,04	24,71
FDA <i>ADF</i>	7,96	8,25
Extrato etéreo <i>Ether extract</i>	2,42	6,10
Matéria mineral <i>Ash</i>	5,39	5,76
Energia digestível ³ (Kcal/kg) <i>Digestible energy</i>	2956,93	3021,38
Cálcio ³ <i>Calcium</i>	0,93	0,95
Fósforo ³ <i>Phosphorus</i>	0,60	0,60

¹Formulada de acordo com as exigências do NRC (1989) para éguas adultas em reprodução.

²Análises realizadas no laboratório de Nutrição do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

³Composição calculada de acordo com o Programa Super Crac Equinos.

¹Formulated in agreement with NRC(1989) to adults mares in reproduction.

²Analyses carried out in Nutrition Laboratory of Zootecnia Departament of Maringá State University

³Calculated composition in agreement with Super Crac Equinos Program.

Resultados e Discussão

A Tabela 3 apresenta os valores médios e desvios padrão para os parâmetros reprodutivos de éguas submetidas a dietas com e sem inclusão de semente de linhaça. Os resultados obtidos no presente experimento mostram que a inclusão de semente de linhaça na dieta experimental como fonte de energia ao nível de 10% não alterou o ($p>0,05$) tamanho do folículo ovulatório (mm), intervalo entre aplicação de $\text{PGF}_{2\alpha}$ e manifestação de estro e o período de estro (dias).

Tabela 3. Parâmetros Reprodutivos de Éguas Submetidas a Dietas Com e Sem Inclusão de Semente de Linhaça.

Table 3. Reproductive Parameters of Mares Submitted to Diets With and Without Inclusion of Seed of Linseed

Parâmetros Avaliados <i>Evaluated parameters</i>	Controle <i>Control</i> Média <i>Average</i>	Linhaça <i>linseed</i> Média <i>Average</i>
Duração de Estro (dias) <i>Estro Duration (days)</i>	7,75 ± 1,909a	7,429 ± 1,512a
Intervalo entre $\text{PGF}_{2\alpha}$ -estro (dias) <i>Period among $\text{PGF}_{2\alpha}$-estro (days)</i>	3,8 ± 1,54a	3,5 ± 1,63a
Tamanho do Folículo Ovulatório (mm) <i>Size of the Ovulated Follicle (mm)</i>	38,75 ± 4,367 ^a	39,257 ± 2,744 ^a

Médias seguidas de letras iguais na horizontal não diferem pelo teste t à 5% de erro.

Averages following by same letters in the horizontal don't differ for the t test to the 5% significance.

Analisado pelo programa sigmastat, utilizando teste t, com nível de significância de 5%.

Analyzed by the sigmastat program, using t tests, with level of 5% significance.

O estro na égua é marcado por um período de receptividade sexual bem característico, mas em algumas éguas só é perceptível através do acompanhamento folicular através da palpação retal ou ultra-sonografia, uma vez que as manifestações psíquicas não são demonstradas (cio silencioso), e o fator determinante deste comportamento é a duração do período de luz/dia, mas outros fatores como nutrição, temperatura e estado sanitário podem alterar os padrões de ciclo estral (Adams & Bosu, 1988; Nelson et al, 1985).

Os valores encontrados para duração do estro no presente experimento não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos e estão de acordo com os resultados encontrados por diversos autores. Romano et al. (1998), em um estudo do ciclo estral e momento de ovulação utilizando 21 éguas, (11 Puro Sangue Árabe e 10 cruza Árabes) relataram que a duração média do ciclo estral foi de $24,24 \pm 6,00$ dias com $7,5 \pm 4,16$ dias de estro. Fathalla et al. (1988), para éguas da raça Árabe, encontraram uma duração média de estro de 7,07 dias, sendo que no inverno a duração foi de 7,7 dias, na primavera 7,8 dias, no verão 6,5 dias e no outono 6,3 dias. Entretanto, Oxender et al. (1975), em estudo de diversas raças, encontraram uma duração de estro de $5,2 \pm 0,5$ dias, enquanto Vivo et al. (1985), relataram $5,67 \pm 1,37$ dias para éguas da raça Espanhola e $5,85 \pm 1,82$ dias para éguas da raça Árabe, estando esses valores abaixo dos encontrados no presente estudo.

A utilização de prostaglandina F2-alfa ($PGF2\alpha$) é uma prática comum na sincronização do cio em éguas, porém a resposta a este agente luteolítico depende da presença de corpo lúteo funcional (Loy et al., 1979). O intervalo entre a aplicação da $PGF2\alpha$ ou seus análogos e a manifestação do estro ocorre geralmente após 3 a 6 dias, e a ovulação entre 9 a 10 dias (Imel et al., 1981; Squires et al., 1985). No presente experimento os resultados encontrados para o intervalo $PGF2\alpha$ – estro foi de 3,8 dias e o intervalo $PGF2\alpha$ – ovulação de 7,75 para o grupo controle e de 3,5 e 7,42 para o grupo que recebeu dieta contendo semente de linhaça, entretanto, sem diferença significativa entre os tratamentos ($p > 0,05$), estes resultados estão próximos aos obtidos por Almeida et al., (2001) trabalhando com éguas da raça Crioula submetidas a tratamentos com norgestomet, acetato de melengest e alternogest, onde encontraram um intervalo médio de aplicação de $PGF2\alpha$ – estro de 4,2 a 5,4 dias e $PGF2\alpha$ – ovulação de 8,6 a 11,2 dias.

Em relação aos valores encontrados, no presente trabalho, para o tamanho do folículo ovulatório, não houve diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos, os dados aqui obtidos demonstram tamanho do folículo ovulatório médio de 38 mm de diâmetro e duração média de estro de 7,2 dias, sendo semelhantes aos valores encontrados por Valle et al. (2005), analisando ciclos estrais de 187 éguas mestiças após duas estações de monta, obteve resultado para período entre cio e ovulação de $7,2 \pm 4,3$ dias e tamanho do folículo ovulatório de 30-37 mm de diâmetro, entretanto, Moreira (1983) verificou folículos ovulando entre 28 e 42 mm de diâmetro, embora o período entre cio e ovulação fosse menor (2-4 dias).

Watson et al. (1994) monitorando características de ciclicidade em éguas PSI em ciclos não manipulados, observaram por ultra-sonografia folículos pré-ovulatórios com diâmetro médio de 41,5 mm. Dimmick et al. (1993), citam diferença significativa no tamanho dos folículos pré-ovulatórios entre as raças Árabe (40,3 mm) e Quarto de Milha (43,3 mm). Esses resultados são semelhantes aos encontrados no presente trabalho, o fator racial poderia ser a causa dos diferentes resultados, além da influência de outras características individuais de cada animal.

Stanko et al. (1997), trabalhando com novilhas de corte, por um período de 61 dias, avaliando a inclusão de níveis crescentes de ácidos graxos poliinsaturados na dieta (0; 1,41; 2,87 e 4,21%) monitorando o crescimento folicular através da ultra-sonografia, nos dias 1, 3, 5, 7 e 9 (dia 0 = estro), concluíram que a inclusão de 4,21% de ácidos graxos poliinsaturados na dieta maximizou o crescimento folicular, o que não foi observado no presente trabalho, verificou-se um crescimento folicular considerado normal para a espécie, não sendo observado efeito positivo da inclusão da semente de linhaça na dieta.

A Tabela 4 mostra os valores médios e desvios padrão para parâmetros sanguíneos de éguas submetidas a dietas com e sem inclusão de semente de linhaça. A análise estatística dos dados demonstra que não houve efeito significativo ($p > 0,05$) da semente de linhaça nos parâmetros avaliados.

A literatura consultada não apresenta, até o momento, trabalhos avaliando o uso da semente de linhaça na alimentação de éguas e seus respectivos efeitos sobre os parâmetros sanguíneos e a reprodução.

Tabela 4. Parâmetros Laboratoriais de Éguas Submetidas a Dietas Com e Sem Inclusão de Semente de Linhaça.

Table 4. Parameters Laboratories of Mares Submitted to Diets With and Without Inclusion of Seed of Linseed

	Controle Média	Control Average	Linhaça Média	Linseed Average
Progesterona ng/ml <i>Progesterona ng/ml</i>	8,34 ± 3,936 a		6,633 ± 4,026 a	
Colesterol total mg/dL <i>Cholesterol total mg/dL</i>	86,83 ± 8,305a		85,5 ± 9,503 a	
LDL mg/dL colesterol <i>LDL mg/dL cholesterol</i>	33,33 ± 5,007a		34 ± 6,928 a	
HDL mg/dL colesterol <i>HDL mg/dL cholesterol</i>	48 ± 5,06 a		45,667 ± 2,422 a	
VLDL mg/dL colesterol <i>VLDL mg/dL cholesterol</i>	5,5 ± 1,643 a		5,833 ± 1,722 a	
Glicose mg/dL <i>Glucose mg/dL</i>	100,167 ± 21,858 a		88,833 ± 11,179 a	
Triglicérides mg/dL <i>Triglycerides mg/dL</i>	27,5 ± 8,55 a		28,833 ± 7,497 a	

Médias seguidas de letras iguais na horizontal não diferem pelo teste t a 5% de erro.

Averages following by same letters in the horizontal don't differ for the t test to the 5% of significance.

Analisado pelo programa sigmastat, utilizando teste t, com nível de significância de 5%.

Analyzed by the sigmastat program, using t test, with level of 5% of significance.

No presente estudo não houve alterações nos parâmetros sanguíneos avaliados com a adição de semente de linhaça. Este fato pode ser justificado em função de que grande parte dos lipídeos oriundos da semente de linhaça passou intacta, sem ser absorvida no intestino delgado, atingindo o intestino grosso, sem influenciar a digestibilidade do extrato etéreo, conforme demonstrado no experimento de digestibilidade.

A progesterona (P4) é secretada pelas células luteínicas do Corpo Lúteo (C.L), pela placenta e pela glândula adrenal. A secreção de P4 é principalmente estimulada pelo Hormônio Luteinizante (LH). Tem como função preparar o endométrio para implantação e manutenção da gestação. Na maioria das espécies domésticas, a produção significativa de P4 pelo CL começa nas 24hs que se seguem à ovulação (Cunningham, 1993).

Os valores encontrados para progesterona no presente experimento não apresentaram efeito significativo ($p>0,05$) entre os tratamentos e apresentam compatibilidade aos relatos que descrevem as oscilações de seus níveis ao longo do ciclo estral da égua (diestro 4-10ng/ml) (Alexander & Irvine, 1993).

Andreazzi et al. (2004) trabalhando com coelhos da raça Nova Zelandia Branco distribuídas em quatro tratamentos (ração sem óleo, e rações contendo 3% de óleo de canola, óleo de milho ou óleo de soja) concluíram que a adição de 3% de diferentes fontes de óleo vegetal não teve influência nos níveis séricos de progesterona, concordando com os resultados aqui obtidos, no entanto, Cavalieri et al. (2003), trabalhando com vacas Holandesas avaliando duas fontes de gordura na dieta (fonte de omega 6 -Lac 100[®] e omega 3- linhaça em grão), observaram que os animais alimentados com linhaça em grão apresentaram menores concentrações de LDL e HDL colesterol sem afetar a concentração de progesterona. No entanto, houve um aumento crescente da concentração de progesterona em relação ao dia de coleta, o que seria natural, pois a concentração de progesterona alcança uma concentração máxima a partir do décimo dia do ciclo estral. No presente estudo não foi observada alteração nos parâmetros sanguíneos avaliados.

Segundo Staples et al. (1996) o aumento da concentração de gordura na dieta (acima de 3% da matéria seca) tem influência positiva no status reprodutivo das vacas

leiteiras. A resposta positiva inclui aumento da concentração plasmática de progesterona, aumento no tamanho do folículo ovulatório, aumento no número de folículos ovarianos, e concomitantemente um aumento na taxa de gestação, o que não foi observado no presente experimento, onde os parâmetros avaliados exibiram resultados próximos aos resultados fisiológicos normais para a espécie.

O colesterol é um componente lipídico essencial de muitas biomembranas animais, é necessário como precursor dos ácidos biliares, e dos hormônios esteróides (adrenais e gonadais), é excretado pela bile, na forma de ácidos biliares, ou na urina, na forma de hormônios esteróides (Lenninger, 1995).

O colesterol circula no plasma ligado às lipoproteínas, lipoproteínas de muito baixas densidade, as VLDL, lipoproteína de densidade baixa, LDL, que são muito ricas em colesterol e ésteres de colesterol, as LDL transportam o colesterol para os tecidos periféricos. A lipoproteína de alta densidade, HDL é sintetizada no fígado e contém pouco colesterol e ésteres de colesterol. O metabolismo lipídico não é exatamente igual para nenhuma espécie e é influenciado pelo ambiente, raça, dieta, idade, sexo entre outros fatores (Cunningham, 1993).

Coppo et al. (2003), em estudos para avaliar intervalos de confiança para colesterol ligado a lipoproteínas de alta e baixa densidade no soro de bovinos, eqüinos, suínos e caninos sem tratamento específico, observaram que nenhuma espécie é exatamente igual a outra no seu metabolismo lipídico, e deve-se agrupá-las em padrões com base em características similares. O padrão LDL (LDL>HDL) incluem as espécies onde a maior parte do colesterol é transportado por LDL (humanos adultos, suínos, coelhos, cobaias e outros de vida silvestre). O padrão HDL (HDL>LDL) incluem os animais que a maior parte do colesterol é transportado por HDL (bovinos, eqüinos, caninos, felinos entre outros).

Diversos autores relataram valores de colesterol total(CT) para eqüinos, semelhantes aos encontrados no presente estudo, que foi em média de 0,86 g/l. Coppo et al. (2003) relataram valores de 1,06 g/l; Angel (1997) de 0,90 a 1,80 g/l; Coles (1989) de $0,92 \pm 0,28$ g/l; Forstner (1985) 0,70 a 1,80 g/l e Kaneko (1989) de 0,75 a 1,50 g/l), indicando que não houve influência da semente de linhaça como fonte de energia na dieta de éguas em reprodução. No entanto, os resultados obtidos para C-HDL (colesterol-HDL) no presente trabalho, média de 0,46 g/l, foram inferiores aos obtidos por Coppo et.al (2003) de 0,62 g/l e ao relatado por Angel (1997) de 0,70 a 1,40 g/l para essa espécie.

Comparando com outras espécies, os valores obtidos no presente experimento encontram-se próximos àqueles encontrados para suínos por Coppo et al.(2003) para CT de 1,03 g/l ; Coles (1989) 0,64-1,04 g/l e Coppo (2001) de 0,90-1,50 g/l, diferindo, entretanto, dos valores encontrados por Kaneko (1989) de 0,36-0,54 g/l.

Martinez et al. (1998), em estudos avaliando suínos alimentados com sobras de alimentos, dietas balanceadas e dietas ricas em gorduras, concluíram que os suínos mantidos com dietas ricas em gorduras, exibiram importantes aumentos de CT ($2,77 \pm 0,67$ g/l) C-LDL ($2,30 \pm 0,62$ g/l) e C-HDL ($0,45 \pm 0,10$ g/l) e que as sobras de alimentos também devem conter maior proporção de gordura que a dieta balanceada de acordo com os níveis plasmáticos encontrados, diferindo dos resultados encontrados no presente estudo, onde o aumento da energia não interferiu nos parâmetros citados.

Castillo et al. (2002), avaliando os efeitos do óleo de peixe na dieta de aves na composição dos ácidos graxos sobre as principais classes lipídicas concluíram que o tipo de lipídio da dieta também modificaria as lipoproteínas nas aves, no presente estudo não foi observada alteração no perfil lipídico.

De acordo com Márquez et al. (1998) em bovinos, a taxa sérica de colesterol também dependeria do conteúdo de colesterol dos alimentos ingeridos, elevando-se HDL com dietas ricas em gordura, esse comportamento não foi observado para eqüinos no presente estudo quando se aumentou a energia da dieta, isso talvez possa ser explicado pelas diferenças da digestibilidade dos nutrientes nas diferentes espécies.

Manzano et al. (1995), em estudo utilizando 21 potras, (11 Puro Sangue Árabe e 10 Cruza Árabe) com 13 meses de idade média, distribuídas em três tratamentos sendo R1 (basal), R2 (5% óleo de soja) e R3 (5,5% de gordura animal), em relação aos parâmetros sanguíneos, concluíram que ambos tratamentos aumentaram significativamente ($p < 0,05$) o colesterol em relação à dieta basal, relatando valores de (109,12 mg/100ml para R2 e 110,10 mg/100ml para R3).

Rich (1980) trabalhando com eqüinos em crescimento, avaliando a digestibilidade e palatabilidade de 3 rações contendo 10% de óleo de milho (111,7 mg/100ml), 10% de gordura animal (108,6 mg/100ml) e 10% de uma mistura de gorduras (105,8mg/100ml), também verificou maiores níveis de colesterol sanguíneo nos tratamentos contendo óleos ou gordura. O efeito do fornecimento de óleo e/ou gordura nos níveis plasmáticos de colesterol total dos experimentos citados anteriormente discordam dos resultados obtidos no presente trabalho, sugerindo que as fontes de gordura utilizada tenham influenciado esses resultados, sendo óleos e gorduras mais prontamente disponíveis para o organismo comparativamente à gordura da semente de linhaça.

Manzano et al. (1995), concluiu também, que as fontes de energia não influenciaram a concentração de glicose (média de 84,97 mg/ml) e que está dentro da faixa considerada normal para potras em crescimento, de acordo com Krehbiel (1983). No presente experimento o valor encontrado para glicose plasmática (média 94,5

mg/ml) foi superior ao relatado por Manzano et al. (1995), e de acordo com os valores normais para a espécie (58-113 mg/ml) segundo Thomassian (1990).

Andreazzi et al. (2004) com o objetivo de avaliar os efeitos da utilização de 3% de óleo de canola, óleo de milho ou óleo de soja em rações para coelhos Nova Zelândia Branco, sobre as concentrações séricas de metabólitos lipídicos, concluíram que a adição de diferentes fontes de óleo não influenciou os níveis séricos de triglicerídeos e de CT e suas frações, resultados semelhantes aos encontrados no presente experimento. No entanto, Bowman (1977), avaliando a digestibilidade e palatabilidade do óleo de milho para eqüinos, não encontrou diferenças nos níveis sanguíneos de triglicerídeos nos animais que receberam ração com adição de 5% de óleo de milho, embora os níveis séricos de CT aumentaram significativamente, diferentes do encontrado no presente trabalho.

Em estudos com ruminantes, o fornecimento de óleo na dieta aumentou a concentração de lipoproteínas e colesterol, quando comparado aos animais que receberam dieta controle (baixo nível de gordura), (Grummer, 1991 e Oliveira et al. 1997), resultados estes que não concordam com os valores obtidos no presente experimento quando fornecida semente de linhaça.

Petit et al. (2002a) verificaram que as vacas leiteiras alimentadas com grãos de linhaça (fontes de ácidos graxos ômega 3) tiveram menor concentração de colesterol total e HDL colesterol comparado aos animais alimentados com Megalac[®] (fonte de ácidos graxos ômega 9 e 6), diferindo do presente estudo, onde não foi observada alteração nos parâmetros avaliados com o fornecimento de semente de linhaça.

Conclusões

Os resultados obtidos no presente experimento mostraram que a inclusão de semente de linhaça na dieta experimental como fonte de energia ao nível de 10% não alterou o tamanho do folículo ovulatório (mm), intervalo entre aplicação de $\text{PGF}_{2\alpha}$ e manifestação de estro e o período de estro (dias).

De acordo com as condições experimentais não houve alterações significativas nos parâmetros sanguíneos (glicose, triglicerídeos, progesterona, colesterol total, HDL, LDL e VLDL) com a adição (10%) de semente de linhaça integral.

Referências Bibliográficas

ADAMS, G.P.; BOSU, T.K. Reproductive physiology of the nonpregnant mare. **Veterinary Clinics of North América: Equine Practice**, v. 4, n. 2, p. 61-75, 1988.

ALEXANDER, S.L.; IRVINE, C.H.G. FSH and LH. In: McKINNON, A.O., VOSS, J.L. **Equine Reproduction**. Malvern: Lea & Febiger, 1993. p. 45-56.

ALMEIDA, H.B.; VIANA, W.G.; ARRUDA, R.P.; OLIVEIRA, C.A. Sincronização de estro e dinâmica folicular de éguas Crioulas submetidas a tratamentos com norgestomet, acetato de melengestrol e altrenogest. **Braz. J. vet. Res. Anim. Sci.**, São Paulo, v. 38, n. 6, p. 267-272, 2001.

ANDRADE, S.F. **Manual de Terapêutica Veterinária**. 1 ed. São Paulo:Editora Roca, p.491, 1997.

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 coehlas alimentadas com ração contendo diferentes fontes de óleos vegetais. **Acta Scientiarum Animal Sciences Maringá**, v. 26, n. 3, p. 359-365, 2004.

ANGEL G, ANGEL M. 1997. **Interpretación Clínica del Laboratorio**, 5º ed., Panamericana, Bogotá.

ASWORTH, C.J. Maternal and conceptus factors affecting historphic nutrition and survival of embryos. **Liv. Prod. Sci.**, v. 44, p. 99-105, 1995.

BERGFELT, D.R., GINTHER, O.J. Relationships between FSH surges and follicular waves during the estrous cycle in mares. **Theriogenology**, v.39, p.781-96, 1993.

BOWMAN, U.A. Digestion and palatability of corn oil by equine. 1977. Dissertação (Master in Animal Science) -Virginia Polytechnic Institute and State University, Blackburg, 1977.

BRAUNE, G. Linhaça integral para eqüinos, < <http://www.cisbra.com.br/pagina7.htm> (julho de 2006).

CASTILLO, M.; AMALIK, F.; GARCÍA-FUENTES, E.; GARCÍA-PEREGRIN, E. 2002. Effects of dietary fish oil on the fatty acid composition on the main lipid classes of chick plasma lipoproteins. **Journal of Physiology and Biochemistry**. 58: 125-134.

CAVALIERI, F.L.B. **Lipídeos Dietéticos na Produção de Embriões, na Composição do leite e no Perfil Metabólico de Vacas da Raça Holandesa.** Maringá: Universidade Estadual de Maringá. 2003. 104p. Tese (Doutorado em Zootecnia- Área de Concentração Produção Animal) – Universidade Estadual de Maringá, 2003.

COLES, EH.1989. **Veterinary Clinical Pathology**, 4th ed., Saunders, Philadelphia.

COPPO, JA. 2001. **Fisiología Comparada del Medio Interno**, Ed. Dunken, Buenos Aires.

COPPO, N.B.; COPPO, J.A.; LAZARTE, M.A. Intervalos de cofianza para colesterol ligado a lipoproteínas de alta y baja densidad em suero de bovinos, eqüinos, porcinos y caninos. **Ver. Vet.** 14:1, 2003.

CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária.** Ed. Guanabara Koogan S.A. Rio de Janeiro, RJ, 1993.

DIMMICK, M.A.; GIMENEZ, T.; SCHLAGER, R.L.. Ovarian follicular dynamics and duration of estrus and diestrus in Arabian vs. Quarter Horse mares. **Animal Reproduction Science**, v. 31, p. 123-129, 1993.

FATHALLA, M.; YOUNIS, L.; JAWAD, N. Progesterone concentration and ovascan reading during the estrous cycle in Arabian mares. **Equine Veterinary Science**, v. 8, n. 4, p. 326-8, 1988.

FORSTNER V. 1985. **Laboratory Testing in Veterinary Medicine**, 3rd ed., Publ. Boehringer Lab, Mannheim.

FRAPE, D. **Equine nutrition and feeding.** Estados Unidos: Blackwell Science, 1998. 404p.

GARCIA-BAJALIL, C.M., STAPLES, C.R., RISCO, A.A. et al, Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of lactating dairy cows: productive responses. **Journal Dairy Science**, v.8, p.1374-1384, 1998.

GINTHER, O.J. Reproductive biology of the mare: basic and applied aspects. 5. ed. **Ann Arbor: McNaughton and Gunn**, 1979. p. 315-23.

GINTHER, O.J. Folliculogenesis during the transitional period and early ovulatory season in mares. **Journal of Reproduction and Fertility**, n. 90, p. 311-320, 1990.

GINTHER, O. J.; BERGFELT, D.R. Ultrasonic characterization of follicular waves in mares without maintaining identity of individual follicles. **Journal of Equine Veterinary Science**, n.12, p. 349-354, 1992.

GRUMMER, R.R.; CARROL, D.J. Effects of dietary fat on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. **Journal of Animal Science**. v.69, p.3838-3852, 1991.

HAFEZ, E.S.E. (Ed.) **Reprodução Animal**. 4. ed. São Paulo: Manole, 1988.

HINTZ, H.F.; SCHRYVER H.F.; LOWE J.E. Comparison of a blend of mild products and linseed meal as protein supplements for young growing horses. **Journal of Animal Science**, v.33, n.6, p.1274-1277, 1971.

HINTZ, H.F.; SCRYNER, H.F.; LOWE, J.E.. Digestion in the horse. **Feedstuffs**, 45 (27): 25-26. 1973.

HUGHES, J.P.; STABENFELDT, G.H.; EVANS, J.W. 1975. The estrous cycle of the mare. **Journal of Reproduction and Fertility. Suppl.** 23: 161-166.

IMEL, K.J.; SQUIRES, E.L.; ELSDEN, R.P.; SHIDELER, R.K. Collection and transfer of equine embryos. **J. Am. Vet. Med. Assoc.**,v.179, p.987-991, 1981

KANEKO, J.J. 1989. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**, 4th ed., Academic Press, San Diego.

KREHBIEL, J.D. Normal clinical pathology. In: ROBISON, N.E. **Curent therapy in equine medicine**. Philadelphia: Sanders, 1983, p.619.

LAMMOGLIA, M.A.; WILLARD, S.T.; HALLFORD, D.M. et al. Effects of dietary fat follicular development and circulating concentration of lipids, insulin, progesterone, estradiol 17 b, 13,14-dihydro-15-keto-prostaglandin $f_2\alpha$ and growth hormone in estrus cyclic Brahman cows. **Journal of Animal Science.**, v.75, p.1591-1600, 1997.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. Traduzido por SIMÕES, R.A., LODI, W.R.N. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 1995. 839p.

LEWIS, L. D. **Equine clinical Nutrition: feeding and care**. Kansas: A Lea & Febiger Book, 1995. 585p.

LOY, R.G.; BUEL, J.R.; STEVENSON, W.; HAMM, D. Sources of variation in response intervals after prostaglandin treatment in mares with functional corpora lútea. **Journal of Reproduction and Fertility**, (Suppl.27), p.229-235, 1979.

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

MARQUEZ, Y.C.; MENDOZA, C.; LÓPEZ-ORTEGA, A. 1998. Niveles plasmáticos de colesterol total, HDL y LDL en becerras mestizas lactantes. **Anales del XVI Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias**, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, Comunicación TLb 21.

MARTÍNEZ CARO, D.; GARCIA, I.; MERINO, J.; GIL, M.J.; MARTÍNEZ, A.; GRAU, A.; ALEGRÍA, E. 1998. Factores de crecimiento para células musculares lisas vasculares en la hipercolesterolemia experimental. **Anales del Sistema Sanitario de Navarra** 21: 3, Navarra.

MARTIN-ROSSET, W. 1990. **L'alimentation des chevaux**. Paris, Institut National de la Recherche Agronomique, 232p.

MEYER, H. 1995. **Alimentação de cavalos**. São Paulo: Varela, 302p.

MOREIRA, J.L.P. Temporada de coberturas. In: CONGRESSO NACIONAL DE CRIADORES DE CAVALOS DE CORRIDA, 1., 1983, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade de Criadores de Cavalos de Corrida de São Paulo, 1983. p. 65-93.

MORETINI, C. A.; LIMA, J. A. F.; FIALHO, E. T. et al. Avaliação nutricional de alguns alimentos para eqüinos por meio de ensaios metabólicos. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.28, n.3, p.621-626, maio/jun., 2004

MÜLLER, M.; PRADO, I. N.; LOBO-JUNIOR, A. R. et al. Fontes de gordura ômega-3 e ômega-6 sobre a digestibilidade aparente de novilhas de corte confinadas. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.26, n.3, p.393-398, 2004

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Requeriments of domestic animals Nutrient Requeriment of Horses**. 5 ed. Washington, N. A. S, 1989. 100p.

NELSON, E.M.; KIEFER, B.L.; ROSER, J.F. Serum estradiol 17 β concentrations during spontaneous silent estrus and after prostaglandins treatment in the mare. **Theriogenology**, v.23, p.241-62, 1985.

NOLAN, R.; DUFFY, P.; WADE, M.; et al. Effect of quantity and type of diet and frequency of trans-vaginal ovum aspiration on in-vitro embryo development in heifres. **Theriogenology**, v.49, p.402, 1998.

NUTRIENT REQUIREMENTS OF DAIRY CATTLE. 7.ed. Washington: **National Academy of Science**, 2001. 254 p.

O'CALLAGHAN, D., BOLAND, M.P. Nutritional effects on ovulation, embryo development and the establishment of pregnancy in ruminants. **Animal Science**, v.68, p.299-314, 1999.

OLIVEIRA, F.N.; FONSECA, F.A.; FILHO, S.C.V. et al. Concentração sanguínea de progesterona e metabólitos lipídicos em novilhas sincronizadas com syncro mate b e alimentadas com dieta hiperlipidêmica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n.5, p.942-947, 1997.

ORTIZ, L. T.; REBOLE, A.; ALZUETA, C. et al. Metabolisable energy value and digestibility of fat and fatty acids in linseed determined with growing broiler chickens. **British Poultry Science**, v.42, p.57-63, 2001.

OXENDER, W.D.; NODEN, P.A.; HAFS, H.D. Oestrus, ovulation and plasma progesterone after prostaglandin F2 alfa in mares. **Journal Reproduction and Fertility**, p.251-5, 1975. Supplement 23.

PALMER, E. e GUILLAUME, D. 1992. Photoperiodism in the equine species – what is a long night? **Animal Reproduction Science**. 28: 21-30.

PALMER, E.; JOUSSET, B. Synchronization of oestrus in mares with a prostaglandin analogue and hCG. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.23, p.269-274, 1975. Supplement.

PETIT, H.V.; DEWHURST, J.G.; PROULX, J.G., et al. Milk yield and reproduction of dairy cows fed saturated or unsaturated fat. **Journal Dairy Science**, v. 81, p.302, 1998.

PETIT, H.V. Digestion, milk production, milk composition, and blood composition of dairy cows fed whole flaxseed. **Journal Dairy Science**, v. 85, p.1482-1490, 2002a.

RICH, V.A.B. **Digestibility and palatability of animal, vegetable and animal-vegetable blended fats by the equine**. 1980. Tese (Doctor in Animal Science) – Virginia Polytechnic Institute and State University, Blackburg, 1980.

ROMANO, M.A.; MUCCIOLO, R.G.; FELICIANO e SILVA, A.E.D. Biologia reprodutiva de éguas: estudo do ciclo estral e momento de ovulação. **Braz. J. Vet. Res. Anim.Sci.**, São Paulo, v. 35, n.1, p. 25-28, 1998.

SANTOS, Z. A. S.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T. et al. Valor nutricional de alimentos para suínos determinado na universidade federal de lavras. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.29, n.1, p.232-237, jan./fev. 2005.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1990. 165p.

SIROIS, J.; BALL, B.A.; FOTUNE, J.E.; ALLEN, W.R.; ANTCZAC, D.F.; WADE, J.F. Patterns of growth and regression of ovarian follicles during the estrous cycle and after hemiovariectomy in mares. **Equine Veterinary Journal**, p.43-48, 1989. Supplement 8.

SQUIRES, E.L.; COOK, V.M.; VOSS, J.L. Collection and transfer of equine embryos. **Bull. Anim. Reprod. Lab.** 1: 1-37, 1985a.

STANKO, R.L., FAJERSSON, P., CARVER, L.A. et al. Follicular growth and metabolic changes in beef heifers fed incremental amounts of polyunsaturated fat. **Journal of Animal Science**, v.75, p.223, 1997.

STAPLES, C.R.; THETCHER, W.W.; BURKE, J.M. Influence of supplemental fat on reproductive tissues of the dairy cow. **Journal Dairy Science**, v. 79, 1996.

STAPLES, C.R.; BURKE, J.M.; THATCHER, W.W. Symposium: optimizing energy nutrition for reproduction dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.81, p.856-871, 1998.

THOMAS, M.G., BAO, B., WILLIAMS, G.L. Dietary fats varying in their fatty acid composition differentially influence growth in cows fed isoenergetic diets. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2512-2519, 1997.

THOMASSIAN, A. **Enfermidades dos Cavalos**. 2 ed. São Paulo: Livraria Varela, p.454, 1990.

VALLE, G.R.; SILVA FILHO, J.M.; PALHARES, M.S.. Características cíclicas e ovulatórias de éguas mestiças em Minas Gerais, Brasil. **Arq. Ciên. Vet. Zool. UNIPAR**, Umuarama, v.8, n.2, p. 155-163, jul./dez., 2005.

VIVO, R.; SANTISTEBAN, R.; TOVAR, P.; CASTEJON, M.F. Duración del periodo estral en yeguas arebes y españolas. **Archivos de Zootecnia**, Madrid, v.34, n.128, p.67-73, 1985.

WACHIRA, A. M., SINCLAIR, L. A., WILKINSON, R. G., et al. Rumen biohydrogenation of n-3 polyunsaturated fatty acids and their effects on microbial efficiency and nutrient digestibility in sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.135, p.419-428, 2000.

WADA, F. Y. **Grãos de linhaça e canola sobre o desempenho, digestibilidade e qualidade da carcaça e da carne de novilhas nelore em confinamento**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2004. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2004.

WATSON, E.D.; MCDONNELL, A.M.; CUDDEFORD, D. Characteristics of cyclicity in maiden Thoroubred mares in the United Kingdom. **Veterinary Record**, v.135, n.5, p.104-106, 1994.

WILLIAMS, G.L. Modulation of luteal activity in postpartum beef cows through changes in dietary lipid. **Journal of Animal Science**. v., 67, p.785-793, 1989.

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

YAAKUB, H., O'CALLAGHAN, D., BOLAND, M.P. Effect of type and quality of concentrates on superovulation and embryo yield in beef heifers. **Theriogenology**, v.51, p.1259-1266, 1999.

YAMAMOTO, S. M.; MACEDO, F. A. F.; ZUNDT, M. et al. Fontes de óleo vegetal na dieta de cordeiros em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.34, n.2, p.703-710, mar./abr. 2005.

IV - Avaliação nutricional da semente de linhaça integral (*Linum usitatissimum* L.) em dietas de éguas em reprodução através de ensaios de digestibilidade aparente

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo determinar o valor nutritivo da semente de linhaça integral, através de ensaio de digestibilidade aparente, para obter fonte alternativa de alimento para utilização na formulação de programas nutricionais para eqüinos. O experimento foi realizado no setor de Eqüideocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Foram utilizadas dezesseis éguas da raça Mangalarga com idade média de 8,8 anos e peso médio de 374,60 kg. Os tratamentos consistiram de dois concentrados, sendo um concentrado testemunha (sem semente de linhaça integral – TES) e um concentrado com inclusão de 10% de semente de linhaça integral (LIN). Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado. Após análises laboratoriais foram avaliados os coeficientes de digestibilidade aparente (CDa) para a MS, MM, PB, FB, FDN, FDA e EE. A inclusão da semente de linhaça integral aumentou significativamente ($P < 0,05$) os CDa da MS, MM, FB, FDN e FDA. Por outro lado, não foi observado diferença ($P > 0,05$) para os CDa da PB e EE, independente da inclusão ou não da semente de linhaça nos concentrados experimentais. Os valores encontrados para o tratamento TES e LIN foram, respectivamente, de: CDaMS (67,44 e 76,11%), CDaMM (38,32 e 56,42%), CDaPB (79,82 e 81,15%), CDaFB (51,91 e 69,53%), CDaFDN (55,09 e 69,30%), CDaFDA (48,60 e 64,56%) e CDaEE (59,47 e 60,21%). A inclusão da semente de linhaça integral (nível de 10%) na dieta de eqüinos melhorou significativamente os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes, em especial da fração fibrosa da dieta, contribuindo eficientemente nas formulações de dietas para eqüinos.

Palavras- chave: digestibilidade aparente, éguas, semente de linhaça integral

IV – Nutritional Evaluation of Whole Flaxseed (*Linum usitatissimum L.*) in reproductive mares diets trough apparent digestibility test.

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the nutritional value of whole flaxseed, through apparent digestibility test in order to obtain an alternative food source to use in horses nutritional programs formulation. The experiment was carried out at the Raising Horses section in the Experimental Farm of Iguatemi (FEI), belonged to the Maringá State University (UEM). Sixteen Mangalarga mares with an average of 8.8 years old and 374.60 kg of initial weight were used. The treatments consist of two concentrates, being one control (without whole flaxseed – TES) and the other one with addition of 10% whole flaxseed (LIN). A completely randomized design was used. After laboratories analysis the apparent digestibility coefficients (aDC) of DM, MM, CP, CF, NDF, ADF and EE were determined. The addition of whole flaxseed significantly ($P < 0.05$) increased the aDC of DM, MM, CF, NDF and ADF. By other hand, no differences were detected ($P > 0.05$) to aDC of CP and EE, independent of the linseed inclusion or not in experimental concentrates. The values found to the treatment TES and LIN were, respectively: aDCMS (67.44 and 76.11%), aDCMM (38.32 and 56.42%), aDCPB (79.82 and 81.15%), aDCFB (51.91 and 69.53%), aDCFDN (55.09 and 69.30%), aDCFDA (48.60 and 64.56%) and aDCEE (59.47 and 60.21%). The addition of whole flaxseed (level of 10%) in horse's diets significantly improved the apparent digestibility coefficients of nutrients, in special the diet fibrous fractions, contributing efficiently in horses formulations diets.

Key words: apparent digestibility, mares, whole flaxseed

Introdução

O farelo de soja e o milho, em função de seus elevados valores nutricionais e de sua disponibilidade de mercado, são os principais alimentos usados no Brasil e em outros países, nas rações para monogástricos e ruminantes. Para eqüinos, constituem-se, respectivamente, nos suplementos protéico e energético mais utilizados em função de seus valores nutritivos, bem como pela boa disponibilidade no mercado, chegando a representar, entretanto, cerca de 30% do custo da ração. Desta forma, justifica-se a busca por novos alimentos que substituam eficientemente o farelo de soja e o milho.

Por outro lado, o aumento da utilização da soja e do milho na alimentação humana contribuiu também para que novos alimentos alternativos tenham sido estudados com o objetivo de substituição do farelo de soja e o milho nas rações. Dentre estes alimentos a linhaça (*Linum usitatissimum* L.) tem se apresentado como opção na formulação de rações.

O teor de proteína da semente de linhaça se destaca não só pela quantidade, mas, principalmente pela qualidade, pois é riquíssima e extremamente equilibrada em três aminoácidos, diretamente ligada ao desempenho atlético (aminoácidos de cadeia ramificada: valina, leucina e isoleucina). Seu teor de gordura vegetal está representado por quase 90% de gordura insaturada, 50% é composta pelo ácido linoléico, o conhecido Ômega 3, que dentre inúmeras qualidades nutricionais, coleciona também qualidade relacionada à prevenção de artrite, tendinite, laminite e cólicas abdominais².

² <http://www.cisbra.com.br/pagina7.htm>

A semente de linhaça pode ser considerada um alimento energético, protéico, rico em fibra ou sais minerais e vitaminas, devido a sua versatilidade. Como alimento rico em fibras (10 a 12%) confere juntamente com a aveia, os grãos de maior teor em fibra de um alimento concentrado, item de importância fundamental para um animal que em condições naturais se alimenta de mais de 90% de celulose. Como alimento rico em proteínas (21%), supera os demais grãos energéticos fornecidos aos cavalos (milho: 8,5 e aveia: 12%). Como alimento energético a semente de linhaça incorpora um valor calórico superior em quase duas vezes aos grãos como milho ou aveia³.

No Brasil, o rebanho de eqüinos é de aproximadamente 6.000.000 de cabeças, (FAO, 2002), demonstrando um potencial muito grande de consumo de rações. Portanto, são necessários estudos que proporcionem às indústrias e nutricionistas opções de novos alimentos para compor as rações desta espécie, bem como baratear o custo da alimentação.

Para monogástricos (suínos e aves), a literatura consultada indica que há poucas informações sobre o uso de semente de linhaça ou de seus subprodutos. Entretanto as pesquisas indicam que o uso da semente de linhaça afeta negativamente o aproveitamento dos nutrientes da dieta, o ganho de peso e a conversão alimentar, em especial quando os níveis de inclusão deste alimento são aumentados (Ortiz et al., 2001 e Santos et al., 2005). Em ruminantes o uso da semente de linhaça mostra-se interessante no sentido de melhorar a digestibilidade dos nutrientes, bem como para aumentar os níveis de ácidos graxos poliinsaturados na carcaça (Wachira et al., 2000; Wada, 2004; Müller et al., 2004 e Yamamoto et al., 2005).

A literatura consultada, até o presente momento, apresenta poucos trabalhos recentes nos quais avaliou-se o potencial nutricional do uso de linhaça em rações para

³ <http://www.cisbra.com.br/pagina7.htm>

eqüinos, através da determinação do seu valor nutritivo pela inclusão em dietas para esta espécie. Hintz et al., (1971) relataram que o farelo de linhaça é um suplemento palatável e adequado para eqüinos adultos. Utilizando em potros, encontraram valores de digestibilidade aparente da proteína bruta, cálcio e do fósforo de 66, 59 e 54%, respectivamente. Estes autores relataram ainda que o farelo de linhaça apresenta baixo teor de lisina, o que pode reduzir o crescimento de eqüinos jovens, devendo ser acompanhado de outro ingrediente protéico como o farelo de soja, rico em lisina. Dieta para potros contendo até 15% de farelo de linhaça, com adequado nível de lisina, promoveu taxa de crescimento satisfatória.

Para eqüinos, o uso da semente de linhaça pode trazer alguma preocupação, pois neste alimento existe a presença da enzima linase e glicosídeos cianogênicos, os quais podem após umedecimento liberar ácido cianídrico e causar severas intoxicações nos cavalos. Entretanto esta enzima pode ser rapidamente inativada pelas secreções do estômago e do intestino delgado dos eqüinos. Estes problemas são mais freqüentes nos subprodutos da linhaça, como por exemplo, o farelo. Por outro lado, a semente de linhaça contém relativas concentrações de mucilagem indigestível, a qual tem grande capacidade de absorver água podendo favorecer ou regular a excreção fecal, sem causar, no entanto, diarreias. Em algumas situações, a semente de linhaça, pode prevenir constipações e impactações do trato digestório dos eqüinos. É freqüente o uso de semente de linhaça como componente de “sopas” (*do termo em inglês, mash*) para melhorar a qualidade do pelame dos cavalos (Lewis, 1995 e Frape, 1998).

Recentemente, Moretini et al., (2004) trabalhando com cavalos adultos recebendo semente de linhaça relataram que este alimento, comparativamente ao milho floculado e a soja integral tostada, apresentou menores coeficientes de digestibilidade.

Entretanto, concluem que a semente de linhaça pode contribuir para a formulação de rações para eqüinos.

O objetivo deste trabalho foi o de determinar o valor nutritivo da semente de linhaça integral, através de ensaio de digestibilidade aparente, para obter fonte alternativa de alimento que possa efetivamente contribuir para formulação técnica de programas nutricionais específicos para eqüinos, adaptados às condições brasileiras.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Eqüideocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá.

Foram utilizadas dezesseis éguas da raça Mangalarga com idade média de 8,8 anos e peso médio de 374,60 kg. Os animais foram vermifugados com vermífugo de amplo espectro (Equalan[®]) no início do período experimental (período de adaptação). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com oito repetições, sendo a unidade experimental constituída por um animal.

Foram retiradas amostras das dietas experimentais, das quais foram moídas em peneira de 1mm para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), segundo metodologia escrita por Silva (1990).

A composição química do feno de Tifton 85 e da semente de linhaça integral, após análise bromatológica realizada no Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal (LANA) do DZO/UEM, encontra-se na Tabela 1.

Os tratamentos consistiram de dois concentrados, sendo um concentrado testemunha (sem semente de linhaça integral – TES) e um concentrado com inclusão de 10% de semente de linhaça integral (LIN). Os concentrados experimentais diferenciaram entre si pela inclusão ou não da semente de linhaça integral, sendo os demais ingredientes comuns aos dois tratamentos, somente havendo pequenas variações quantitativas para o milho em grãos moídos, farelo de soja e para o farelo de trigo.

As composições percentual e química dos concentrados experimentais encontram-se na Tabela 2.

O período experimental teve duração total de 10 dias, correspondendo os cinco primeiros dias a fase de adaptação às instalações, dietas e ao manejo e os cinco últimos dias corresponderam ao período de coleta parcial de fezes. Os animais permaneceram confinados (bairros) individualmente, em uma área de 10m² com piso de cimento, sem cama e provido de comedouro para concentrado, bebedouro do tipo balde e comedouro para volumoso.

A quantidade de alimento fornecido aos animais foi estabelecida segundo as recomendações do NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC, 1989) visando atender as exigências nutricionais para a categoria, correspondendo a 2% do peso vivo (PV) em kg de alimento/dia, (50% de volumoso-feno de Tifton e 50% de concentrado), oferecidos em três refeições diárias (8:00, 12:00 e 17:00 horas).

As sobras de alimentos, quando ocorreram foram retiradas e pesadas. Amostras dos alimentos foram coletadas no início e final da fase de adaptação em todos os tratamentos.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da Matéria Seca (MS), Matéria Mineral (MM), Proteína Bruta (PB), Fibra Bruta (FB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), e Extrato Etéreo (EE) das dietas

Tabela 1. Composição química do feno de Tifton 85 (*Cynodon spp.* L.) e da semente de linhaça integral (*Linum usitatissimum* L.) na matéria seca.

Table 1. Chemical composition of Tifton 85 (Cynodon spp. L.) hay and flaxseed (Linum usitatissimum L.) in dry matter basis

Nutrientes (%) <i>Nutrients</i>	Feno de Tifton 85 <i>Tifton 85 hay</i>	Semente de linhaça integral <i>Whole Flaxseed</i>
Matéria Seca <i>Dry matter</i>	92,17	94,88
Proteína Bruta <i>Crude protein</i>	5,32	22,53
Fibra Bruta <i>Crude fiber</i>	36,54	11,13
FDN ¹ <i>NDF</i> ²	86,21	23,99
FDA ¹ <i>ADF</i> ²	45,35	31,74
Extrato Etéreo <i>Ether extract</i>	0,86	40,70
Matéria Mineral <i>Ash</i>	4,43	3,20

¹FDN - Fibra em Detergente Neutro

²FDA - Fibra em Detergente Ácido

¹NDF - *Neutral Detergent Fiber*

²ADF - *Acid Detergent Fiber*

experimentais foram determinados por método indireto, utilizando como indicador interno a cinza insolúvel em ácido clorídrico a 2N (CIA) (Van Keulen & Young, 1977). Durante o período de coleta de fezes (cinco dias), as mesmas foram retiradas diretamente do reto dos animais (amostras de 200g em média), duas vezes ao dia, inicialmente às 8:00 e 13:00h, no segundo dia às 9:00 e 14:00h e assim, sucessivamente, até o último dia com coletas às 12:00 e 17:00h, com a finalidade de se diminuir o efeito de variação diurna (Haenlein et al., 1966). Para determinar a produção fecal foram realizadas análises de CIA nos alimentos (concentrado e volumoso) e nas fezes, assim a quantidade de MS fecal estimada foi obtida, dividindo-se a quantidade consumida de CIA (g) pela porcentagem de CIA nas fezes, e multiplicando por 100 (Araújo, 2000). Após pesagem e identificação, o material foi resfriado e, posteriormente, armazenado em freezer com temperatura de -10°C .

Tabela 2. Composição química e percentual dos concentrados¹ experimentais na matéria seca.Table 2. Chemical and percentual composition of the experimental concentrates¹ in dry matter basis

Ingredientes (Ingredients)	Tratamentos (Treatments)	
	TES	LIN
Milho <i>Corn grain</i>	46,951	44,631
Farelo de Soja <i>Soybean meal</i>	9,944	7,140
Farelo de Trigo <i>Wheat bran</i>	39,572	34,656
Semente de Linhaça integral <i>Whole Flaxseed</i>	0,000	10,000
Fosfato Bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	0,413	0,448
Sal <i>Salt</i>	0,921	0,925
Calcário <i>Limestone</i>	2,000	2,000
Suplemento Mineral <i>Mineral supplement</i>	0,100	0,100
Suplemento Vitamínico <i>Vitaminic supplement</i>	0,100	0,100
Total	100,00	100,00
Nutrientes² <i>Nutrients²</i>		
Matéria Seca <i>Dry matter</i>	90,06	90,10
Proteína Bruta <i>Crude protein</i>	16,69	16,33
Fibra bruta <i>Crude fiber</i>	4,79	4,92
FDN <i>NDF</i>	24,04	24,71
FDA <i>ADF</i>	7,96	8,25
Extrato etéreo <i>Ether extract</i>	2,42	6,10
Matéria mineral <i>Ash</i>	5,39	5,76
Energia digestível ³ (Kcal/kg) <i>Digestible energy</i>	2956,93	3021,38
Cálcio ³ <i>Calcium</i>	0,93	0,95
Fósforo ³ <i>Phosphorus</i>	0,60	0,60

¹Formulada de acordo com as exigências do NRC (1989) para éguas adultas em reprodução.²Análises realizadas no laboratório de Nutrição do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.³Composição calculada de acordo com o Programa Super Crac Equinos.¹Formulated in agreement with NRC(1989) to adults mares in reproduction.²Analyses carried out in Nutrition Laboratory of Zootecnia Department of Maringá State University³Calculated composition in agreement with Super Crac Equinos Program.

Ao final do experimento, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente, homogeneizada por tratamento, das quais foram retiradas as alíquotas de 10%, pesadas e pré-secas em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas. Após secagem e equilíbrio com a umidade do meio ambiente, foram novamente pesadas, moídas em peneira de 1mm, devidamente condicionadas em potes de plástico ou vidros e enviadas para análise laboratorial.

As análises químicas dos alimentos e das fezes foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), segundo metodologia descrita por Silva (1990).

Os cálculos dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes avaliados foram obtidos por meio das seguintes fórmulas:

Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDdaMS)

$$CDdaMS = 100 - 100 \times \frac{\% \text{ CIA no alimento}}{\% \text{ CIA nas fezes}}$$

Coeficiente de digestibilidade dos nutrientes (CDdaN)

$$CDdaN = 100 - 100 \times \frac{\% \text{ CIA na MS do alimento}}{\% \text{ CIA na MS das fezes}} \times \frac{\% \text{ de nutrientes das fezes}}{\% \text{ de nutrientes do alimento}}$$

Os coeficientes de digestibilidade aparente das dietas experimentais foram submetidos à avaliação de variância, utilizando o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + R_i + e_{ij}, \text{ onde:}$$

Y_{ij} = coeficiente de digestibilidade aparente da MS, MM, PB, FB, FDN, FDA e EE do indivíduo j recebendo as dietas i ; $i = 1,2$;

μ = constante geral;

R_i = efeito das rações i ; $i = 1,2$;

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ij} .

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SAEG (1997) e para as conclusões obtidas foi considerado o nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

Os coeficientes da digestibilidade aparente da matéria seca (CDaMS), matéria mineral (CDaMM), proteína bruta (CDaPB), fibra bruta (CDaFB), fibra em detergente neutro (CDaFDN), fibra em detergente ácido (CDaFDA), e extrato etéreo (CDaEE) das dietas experimentais sem adição de semente de linhaça integral (TES) e com inclusão de semente de linhaça integral (LIN) estão apresentados na Tabela 3.

A inclusão de semente de linhaça integral aumentou significativamente ($P < 0,05$) os valores dos CDa da MS, MM, FB, FDN e FDA. Por outro lado, não foi observado diferença ($P > 0,05$) para os CDa da PB e EE, independente da inclusão ou não da semente de linhaça nos concentrados experimentais. Entretanto, pode-se observar uma

Tabela 3. Coeficientes da digestibilidade aparente da matéria seca (CDaMS), matéria mineral (CDaMM), proteína bruta (CDaPB), fibra bruta (CDaFB), fibra em detergente neutro (CDaFDN), fibra em detergente ácido (CDaFDA), e extrato etéreo (CDaEE) das dietas experimentais

Table 3. Dry matter (aDCDM), mineral matter (aDCMM), crude protein (aDCCP), crude fiber (aDCCF), neutral detergent fiber (aDCNDF), acid detergent fiber (aDCADF) and eter extract (aDCEE) apparent digestibility coefficients of the experimental diets

Variável <i>Variable</i>	Tratamentos <i>Treatments</i>		Média <i>Mean</i>	CV(%) <i>CV(%)</i>
	TES	LIN		
CDaMS <i>aDCDM</i>	67,44 a	76,11 b	71,78	5,38
CDaMM <i>aDCMM</i>	38,32 a	56,42 b	47,37	7,87
CDaPB <i>aDCCP</i>	79,82 a	81,15 a	80,49	3,55
CDaFB <i>aDCCF</i>	51,91 a	69,53 b	60,72	10,33
CDaFDN <i>aDCNDF</i>	55,09 a	69,30 b	62,20	8,18
CDaFDA <i>aDCADF</i>	48,60 a	64,56 b	56,58	10,72
CDaEE <i>aDCEE</i>	59,47 a	60,21 a	59,84	10,79

Médias seguidas de letras diferentes na horizontal diferem significativamente ($p < 0,05$)

CV = Coeficiente de variação

CV = *Coefficient of variation*

tendência de aumento nos CDa da PB e EE com a inclusão da semente de linhaça, indicando que este ingrediente contribuiu também para um eficiente aproveitamento destes nutrientes.

A avaliação do uso de semente de linhaça e de seus subprodutos na alimentação de equinos, através de pesquisas em outros países, é muito escassa conforme citado por Hintz et al. (1971) que determinaram o valor do CDa da PB do farelo de linhaça da ordem de 66,0%. Mais recentemente Frappe (1998) e Lewis (1995) relataram algumas considerações sobre o uso deste ingrediente em dietas para equinos, entretanto sem afirmações conclusivas sobre o assunto. No Brasil o estudo avaliando a semente de linhaça em dietas para equinos é muito recente. Moretini et al. (2004) avaliando diversos alimentos para equinos, dentre eles, a semente de linhaça, relataram valores de

CDA da MS, PB, FDN e FDA de 78,7, 73,5, 47,6 e 53,6%, respectivamente. Estes autores concluíram que a semente de linhaça apresentou baixos valores de digestibilidade aparente, em especial para a fração fibrosa, em virtude da formação de um complexo entre FDN, FDA e taninos.

Os valores encontrados no presente trabalho, para a dieta com semente de linhaça, foram muito superiores aos relatados por Moretini et al. (2004), respectivamente, de 76,11, 81,15, 69,30 e 64,56%. Esta superioridade obtida nos CDA do presente trabalho pode ser explicada pelos menores níveis de FDN e FDA da semente de linhaça quando comparada a semente utilizada por Moretini et al. (2004), que foram, respectivamente, de 23,29 e 87,40% e de 31,74 e 66,14%. É interessante ressaltar que Moretini et al. (2004) usaram metodologia, composição das dietas e categoria animal diferente das utilizadas no presente trabalho.

Outro fator que pode ter induzido a melhoria nos CDA dos nutrientes da dieta com semente de linhaça do presente trabalho, em especial da fração fibrosa, é que o nível de semente utilizado pode ser considerado baixo (10%). Além disso, sugere-se que grande parte dos ácidos graxos insaturados da semente de linhaça escaparam do ataque enzimático no intestino delgado e foram liberados lentamente em taxas que proporcionaram maior fonte de energia aos microorganismos, os quais utilizaram parte dos ácidos graxos poliinsaturados da semente de linhaça na produção de fosfolipídios de membrana, favorecendo maior crescimento de tecidos e conseqüentemente da população microbiana e não comprometendo a fermentação no intestino grosso.

Bett et al. (1999) relataram que sementes integrais de oleaginosas, dentre elas a linhaça, apresentam a capacidade de o conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados ser liberado lentamente, em taxas que não comprometeriam a fermentação ruminal, e conseqüente a atividade microbiana.

Em suínos, Santos et al. (2005), utilizando metodologia diferente da do presente trabalho, avaliaram o valor nutricional do farelo de linhaça. Estes autores relataram valor de CDa da PB de 73,2%, valor este inferior ao encontrado no presente trabalho que foi de 81,15% para a dieta que recebeu inclusão de semente de linhaça. Vale ressaltar que o farelo de linhaça utilizado na pesquisa de Santos et al. (2005) apresentou maiores níveis de fibra (FDN – 47,8% e FDA – 28,3%) quando comparados aos da semente de linhaça, fator este que pode ter interferido no valor de CDa da PB do farelo de linhaça. Os autores relacionaram o CDa da PB encontrado com o teor de fibra do ingrediente (farelo de linhaça), o que pode ter afetado negativamente a utilização de alguns nutrientes, em especial o da PB, pelo aumento da taxa de passagem do alimento pelo trato digestório.

Ortiz et al. (2001) trabalhando com frangos de corte, avaliando o uso da semente de linhaça em níveis crescentes de inclusão (8 e 12%) na dieta total relataram valores de CDaEE de 60,2 e 48,9%, respectivamente. O presente trabalho, utilizando nível de inclusão de 10%, apresentou valor de CDaEE de 60,21%, valor este semelhante ao encontrado por Ortiz et al. (2005), utilizando menor nível de inclusão de semente de linhaça.

Para monogástricos, de modo geral, o uso da linhaça ou de seus subprodutos (ex: farelo) afeta negativamente o aproveitamento dos nutrientes, em especial quando se aumenta o nível de inclusão na dieta deste ingrediente. Isto ocorreu com Moretini et al. (2004) em eqüinos, e com Santos et al. (2005) trabalhando com suínos, que relataram que valores mais baixos para os CDa da semente e do farelo de linhaça, respectivamente, deve-se aos níveis de fibra e taninos destes ingredientes os quais afetaram negativamente os CDa. Da mesma forma, Ortiz et al. (2001), trabalhando com frangos de corte relataram que níveis crescentes de semente de linhaça (variando de 0 a

24%) na dieta total afetaram negativamente o CDaEE. Estes autores concluíram que a concentração mais elevada de semente de linhaça interage negativamente com outros ingredientes, bem como a presença de fatores deletéricos (ex: glicosídeos cianogênicos), prejudicando o aproveitamento da energia da dieta.

No presente trabalho, quando comparamos os tratamentos utilizados (TES x LIN), observa-se que a inclusão da semente de linhaça na dieta total melhorou os CDa, caminhando ao contrário do relatado pelos autores citados anteriormente. É importante ressaltar que esses autores utilizaram espécies, níveis de semente de linhaça e subprodutos e metodologias diferentes das do presente trabalho.

Em ruminantes o uso de semente de linhaça mostra-se também interessante no sentido de melhorar a digestibilidade dos nutrientes, bem como para aumentar os níveis de ácidos graxos poliinsaturados na carcaça. Wachira et al. (2000) trabalhando com ovinos recebendo dieta total com inclusão de 10,5% de semente de linhaça relataram valores de CDa da MS, PB, FDN e EE de 59,0, 61,0, 55,0 e 77,0%, respectivamente. No presente trabalho os CDa da MS, PB e FDN da dieta com inclusão de 10% de semente de linhaça foram superiores (76,11, 81,15, 69,30%, respectivamente) aos encontrados por Wachira et al. (2000), indicando que este ingrediente se mostra como opção nutricional viável para eqüinos.

Trabalhando com novilhas, Wada (2004) utilizou 9,28% de inclusão de semente de linhaça na dieta total dos animais. Os CDa da MS, PB, FDN, FDA e EE da dieta com semente de linhaça foram de 45,82, 46,26, 31,91, 30,21 e 62,73%, valores estes mais baixos quando comparados à dieta sem linhaça. O autor concluiu que os menores valores de CDa obtidos pelo tratamento com linhaça podem ter sido devido a inibição das bactérias celulolíticas do rúmen pela atuação dos ácidos graxos poliinsaturados liberados pela semente de linhaça. Por outro lado Müller et al. (2004), também

trabalhando com novilhas, recebendo dieta total com inclusão de 11,4% de semente de linhaça relataram valores de CDa da MS, PB, FDN, FDA e EE de, 69,23, 60,45, 61,81, 55,77 e 68,17%, respectivamente, concluindo que este ingrediente pode ser utilizado em dietas de novilhas sem afetar negativamente a digestibilidade aparente dos nutrientes. Os valores encontrados no presente trabalho, para a dieta recebendo 10% de inclusão de semente de linhaça, de CDa da MS, PB, FDN, FDA e EE (76,11, 81,15, 69,30, 64,56 e 60,21%, respectivamente) foram muito superiores aos relatados por Wada (2004) e ligeiramente superiores ao de Müller et al. (2004). Provavelmente, os melhores desempenhos nos CDa dos nutrientes do presente trabalho e os de Müller et al. (2004), quando comparados com os relatados por Wada (2004), deve-se aos menores níveis da fração fibrosa da semente de linhaça utilizada no presente trabalho e por Müller et al. (2004).

Yamamoto et al. (2005) utilizando ovinos recebendo dieta total com 3% de óleo de linhaça relataram CDa da MS, PB, FDN e EE de 72,11, 80,04, 38,99 e 90,24%, respectivamente. Os autores concluíram que os animais recebendo a dieta com linhaça, apesar de apresentarem desempenho satisfatório (ganho de peso e conversão alimentar), este foi inferior aos dos demais tratamentos (soja e canola), provavelmente devido ao menor valor de CDaMS da dieta com linhaça. Comparativamente ao presente trabalho, os CDa da MS, PB, FDN e EE (76,11, 81,15, 69,32 e 60,21%, respectivamente) da dieta com semente de linhaça foram superiores aos relatados por Yamamoto et al. (2005).

Novamente é importante ressaltar que os autores citados anteriormente, Wada (2004), Müller et al. (2004) e Yamamoto et al. (2005) utilizaram espécies, ingredientes e composição química dos ingredientes diferentes dos do presente trabalho.

No presente trabalho todos os animais terminaram o experimento, não houve aparente efeito prejudicial (distúrbios do trato digestório ou problemas de patabilidade) pelo consumo da dieta com semente de linhaça integral e todos os animais mostraram-se em boas condições de saúde.

Conclusões

A inclusão da semente de linhaça integral (nível de 10%) na dieta de equinos, quando comparado à dieta sem semente de linhaça, melhorou significativamente os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes, em especial os da fração fibrosa da dieta.

O nível (10%) de semente de linhaça integral utilizado e o consequente fracionamento de ácidos graxos poliinsaturados da dieta, os quais foram liberados lentamente possibilitando atingir o intestino grosso sem prejudicar ou modificar o padrão fermentativo das bactérias celulolíticas e metanogênicas, possibilitou maior disponibilidade de substrato energético aos microorganismos. Estes utilizaram parte dos ácidos graxos poliinsaturados da semente de linhaça na produção de fosfolípidios de membrana, favorecendo maior crescimento de tecidos e consequentemente da população microbiana, influenciando positivamente na eficiência de aproveitamento da fração fibrosa da dieta com semente de linhaça integral.

Os resultados obtidos de valores nutricionais (CDa dos nutrientes) da dieta com inclusão de semente de linhaça integral foram satisfatórios permitindo assim contribuir eficientemente para o uso deste alimento em formulações de dietas para equinos.

Referências bibliográficas

ARAÚJO, K. V.; LIMA, J. A. F.; FIALHO, E. T. et al. Comparação dos indicadores internos com o método de coleta total para determinar a digestibilidade dos nutrientes de dietas mistas em eqüinos. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.24, n.4, p.1041-1048, out./dez. 2000.

BETT, V.; SANTOS, G. T.; AROEIRA, L. J. M. et al. Desempenho e digestibilidade *in vivo* de cordeiros alimentados com dietas contendo canola em grão integral em diferentes formas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.808-815, 1999.

BRAUNE, G. Linhaça integral para eqüinos, < <http://www.cisbra.com.br/pagina7.htm> (fevereiro de 2006).

FRAPE, D. **Equine nutrition and feeding**. Estados Unidos: Blackwell Science, 1998. 404p.

HAENLEIN, G.F; SMITH, R.C; YOON, Y.M. Determination of the faecal excretion rate of horses with chromic oxide. **Journal of Animal Science**, v.25, n.4, p.1091-1095, 1966.

HINTZ, H.F; SCHRYVER H.F; LOWE J.E. Comparison of a blend of mild products and linseed meal as protein supplements for young growing horses. . **Journal of Animal Science**, v.33, n.6, p.1274-1277, 1971.

LEWIS, L. D. **Equine clinical Nutrition: feeding and care**. Kansas: A Lea & Febiger Book, 1995. 585p.

MORETINI, C. A.; LIMA, J. A. F.; FIALHO, E. T. et al. Avaliação nutricional de alguns alimentos para eqüinos por meio de ensaios metabólicos. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.28, n.3, p.621-626, maio/jun., 2004

MÜLLER, M.; PRADO, I. N.; LOBO-JUNIOR, A. R. et al. Fontes de gordura ômega-3 e ômega-6 sobre a digestibilidade aparente de novilhas de corte confinadas. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.26, n.3, p.393-398, 2004

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Requeriments of domestic animals Nutrient Requeriment of Horses**. 5 ed. Washington, N. A. S, 1989. 100p.

ORTIZ, L. T.; REBOLE, A.; ALZUETA, C. et al. Metabolisable energy value and digestibility of fat and fatty acids in linseed determined with growing broiler chickens. **British Poultry Science**, v.42, p.57–63, 2001.

SANTOS, Z. A. S.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T. et al. Valor nutricional de alimentos para suínos determinado na universidade federal de lavras. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.29, n.1, p.232-237, jan./fev. 2005.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1990. 165p.

SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes: fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1996. p353-379.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 8.1. Viçosa, MG: 2001. 301p.

VAN KEULEN, J.; YOUNG, B.A. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. . **Journal of Animal Science**, Savoy, v.44, n.2, p.283-287, 1977.

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

WACHIRA, A. M., SINCLAIR, L. A., WILKINSON, R. G., et al. Rumen biohydrogenation of *n*-3 polyunsaturated fatty acids and their effects on microbial efficiency and nutrient digestibility in sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.135, p.419-428, 2000.

WADA, F. Y. **Grãos de linhaça e canola sobre o desempenho, digestibilidade e qualidade da carcaça e da carne de novilhas nelore em confinamento**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2004. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2004.

YAMAMOTO, S. M.; MACEDO, F. A. F.; ZUNDT, M. et al. Fontes de óleo vegetal na dieta de cordeiros em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.34, n.2, p.703-710, mar./abr. 2005.

V-Conclusões Gerais

Os resultados obtidos no presente experimento mostraram que a inclusão de semente de linhaça na dieta experimental como fonte de energia ao nível de 10% não alterou o tamanho do folículo ovulatório (mm), intervalo entre aplicação de PGF_{2α} e manifestação de estro e o período de estro (dias).

De acordo com as condições experimentais não houve alterações significativas nos parâmetros sanguíneos (glicose, triglicerídeos, progesterona, colesterol total, HDL, LDL e VLDL) com a adição (10%) de semente de linhaça integral.

A inclusão da semente de linhaça integral (nível de 10%) na dieta de eqüinos, quando comparado à dieta sem semente de linhaça, melhorou significativamente os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes, em especial os da fração fibrosa da dieta.

Os resultados obtidos de valores nutricionais (CDa dos nutrientes) da dieta com inclusão de semente de linhaça integral foram satisfatórios permitindo assim contribuir eficientemente para o uso deste alimento em formulações de dietas para eqüinos.