

Digestibilidade aparente, crescimento folicular e concentração de metabólitos sanguíneos de éguas recebendo concentrado com semente de linhaça integral (*Linum usitatissimum* L.)

Mara Regina Schimmack Pedro Soncin, Carlos Eduardo Furtado*, Alessandra Aparecida Silva, Luis Paulo Rigolon, Fabio Luiz Bim Cavalieri e Gentil Vanini de Moraes

Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

*Autor para correspondência. E-mail: cefurtado@uem.br

RESUMO. O experimento foi realizado para se avaliar a inclusão da semente de linhaça integral na dieta de éguas por meio da avaliação dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e seu efeito no crescimento folicular e na concentração de metabólitos sanguíneos. Foram utilizadas 16 éguas, alimentadas com dois concentrados, sendo um sem semente de linhaça integral e outro com 10% de semente de linhaça integral, utilizando-se delineamento inteiramente casualizado. Foram avaliados os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) para a MS, MM, PB, FB, FDN, FDA e EE. Para determinação dos parâmetros reprodutivos (duração do estro, intervalo entre aplicação da prostaglandina F₂ alfa e o estro e tamanho do folículo ovulatório) e sanguíneos (glicose, triglicerídeos, progesterona, colesterol total, HDL, LDL e VLDL), os animais receberam prostaglandina F₂ alfa na dose de 1 mL animal⁻¹ intramuscular⁻¹ e no décimo dia, após ovulação, foi realizada a coleta de sangue. A inclusão da semente de linhaça integral aumentou ($p < 0,05$) os CDA da MS, MM, FB, FDN e FDA, porém não foi observada diferença ($p > 0,05$) entre os dois tratamentos para os CDA da PB e EE. A inclusão da semente de linhaça integral na dieta de equinos melhorou a digestibilidade aparente dos nutrientes, em especial da fração fibrosa da dieta e não apresentou alterações nos parâmetros reprodutivos e sanguíneos.

Palavras-chave: colesterol, éguas, estro, linhaça, digestibilidade aparente.

ABSTRACT. Apparent digestibility, follicular growth and concentration of blood metabolites of mares receiving concentrate with whole linseed (*Linum usitatissimum* L.).

The experiment was conducted to evaluate the inclusion of whole linseed in the diet of mares through the evaluation of the apparent digestibility coefficients of the nutrients and their effect in the follicular growth and concentration of blood metabolites. Sixteen mares were used, fed with two concentrates – one without whole linseed and the other with 10% whole linseed, using a randomized experimental design. The apparent digestibility coefficients (ADC) were measured for DM, MM, CP, CF, NDF, ADF and EE. In order to determine the reproductive parameters (duration of the estrus, interval between application of the prostaglandin F₂ alpha and the estrus, and size of the ovulatory follicle) and blood parameters (glucose, triglycerides, progesterone, total cholesterol, HDL, LDL and VLDL), the animals received prostaglandin F₂ alpha in the dose of 1 mL animal⁻¹ intramuscular⁻¹ and in the 10th day after ovulation the collection of blood was conducted. The inclusion of whole linseed increased ($p < 0.05$) the ADC of DM, MM, CF, NDF and ADF; however, difference was not observed ($p > 0.05$) between both treatments for the ADC of CP and EE. The inclusion of whole linseed in the diet of equines improved the apparent digestibility of the nutrients, especially of the fibrous fraction of the diet, and it did result in alterations in reproductive and blood parameters.

Key words: cholesterol, mares, estrus, linseed, apparent digestibility.

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 equinos, constituem-se, respectivamente, nos suplementos protéico e energético mais utilizados

chegando a representar, entretanto, cerca de 30% do custo da dieta. Desta forma, justifica-se a busca por novos alimentos que proporcionem às indústrias e nutricionistas opções de novos alimentos para compor as rações desta espécie e que melhorem o desempenho produtivo e reprodutivo dos equinos. Dentre estes alimentos, a linhaça (*Linum usitatissimum* L.) tem se apresentado como opção na

formulação de rações. A semente de linhaça, apesar de apresentar custo elevado, podendo inviabilizar seu uso em determinadas regiões do País, por seu alto valor nutricional apresenta-se como um alimento interessante para compor dietas para determinadas categorias, principalmente para equinos adultos.

A literatura consultada mostra-se escassa quanto a trabalhos nos quais se avaliou o potencial nutricional do uso de linhaça na alimentação de equinos. No Brasil, Moretini et al. (2004), trabalhando com cavalos adultos que receberam semente de linhaça e utilizando metodologia de Matterson et al. (1965), relataram que este alimento, comparativamente ao milho floculado e à soja integral tostada, apresentou menores coeficientes de digestibilidade. Entretanto, concluíram que a semente de linhaça pode contribuir para a formulação de rações para equinos. Em suínos, Santos et al. (2005), avaliando o valor nutricional da inclusão do farelo de linhaça, relataram efeitos adversos nos coeficientes de digestibilidade aparente de nutrientes com a inclusão da linhaça.

Por outro lado, também se observa que a literatura consultada não apresenta, até o presente momento, trabalhos que avaliam o uso de semente de linhaça na alimentação de éguas e seus respectivos efeitos sobre a reprodução. Pesquisas que utilizam equinos e avaliam aspectos reprodutivos e parâmetros sanguíneos utilizaram categoria animal, ingredientes, subprodutos e metodologias diferentes entre si (MANZANO et al., 1995).

Em ruminantes, a semente de linhaça foi utilizada por diferentes autores (PETIT et al., 1998; 2008) em estudos que avaliaram a taxa de gestação, dinâmica folicular, concentração sanguínea de hormônios ligados à reprodução, bem como a produção de embriões. Petit et al. (1998) verificaram que a fonte de ácidos graxos na dieta, ômega 6 ou ômega 3, tem relação positiva com a taxa de prenhez. Os autores encontraram que vacas leiteiras de alta produção apresentaram 50% de gestação quando foram alimentadas com fontes de ácidos graxos ômega 6 e 89% de gestação para as vacas alimentadas com fontes de ácidos graxos ômega 3 (grão de linhaça).

Desta forma, os objetivos do presente trabalho foram determinar o valor nutritivo da semente de linhaça integral, pelo ensaio de digestibilidade aparente, visando obter fonte alternativa de alimento que possa compor formulação de dietas para equinos, bem como avaliar o seu efeito na reprodução por meio dos parâmetros: taxa de crescimento folicular e concentração de metabólitos sanguíneos (glicose, triglicerídeos, progesterona, colesterol total, HDL, LDL e VLDL).

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Equideocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá, durante 60 dias, nos meses de dezembro e janeiro. Foram utilizadas 16 éguas da raça Mangalarga com idade média de $8,8 \pm 5,97$ anos e peso médio de $376,69 \pm 34,42$. Os animais foram desverminados com produto de amplo espectro (Equalan®) no início do período experimental, o qual teve 30 dias como período de adaptação às dietas, ao manejo e à foliculogênese. Os tratamentos consistiram de dois concentrados, sendo um testemunha, sem semente de linhaça integral (TES) e o outro formulado com inclusão de 10% de semente de linhaça integral (LIN).

Foram retiradas amostras das dietas experimentais, as quais foram moídas em peneira com furos de 1 mm 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 descrita por Silva (1990).

As análises químicas dos alimentos foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Estadual de Maringá (UEM). As composições química e percentual dos concentrados experimentais encontram-se na Tabela 1.

A composição química do feno de Tifton 85 e a da semente de linhaça integral encontram-se na Tabela 2.

A quantidade de alimento fornecida 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⁻¹, (50% de volumoso-feno de Tifton 85 e 50% de concentrado), oferecidos em três refeições diárias (8, 12 e 17h), em baias individuais.

Para o ensaio de digestibilidade, foram utilizados cinco dias como período de coleta de fezes. Os animais permaneceram confinados (baias) individualmente, em uma área de 10 m² com piso de cimento, sem cama e provida de comedouro para concentrado, bebedouro do tipo balde e comedouro para volumoso. 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.

Tabela 1. Composição química e percentual dos concentrados¹ experimentais na matéria seca.**Table 1.** Chemical and percentual composition of the experimental concentrates 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
Cloreto de Sódio <i>Sodium Chloride</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
Nutrientes ² <i>Nutrients</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	24,04	24,71
NDF		
FDA	7,96	8,25
ADF		
Extrato etéreo <i>Ether extract</i>	2,42	6,10
Matéria mineral <i>Ash</i>	5,39	5,76
Energia digestível ³ (Kcal kg ⁻¹) <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.¹Formulated in agreement with NRC (1989) for adult mares in reproduction; ²Analyses carried out at the Nutrition Laboratory of the Food Science Department of Maringá State University; ³Calculated composition.**Tabela 2.** Composição química do feno de Tifton 85 (*Cynodon* spp.) e da semente de linhaça integral (*Linum usitatissimum* L.) na matéria seca.**Table 2.** Chemical composition of Tifton 85 (*Cynodon* spp.) 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	86,21	23,99
NDF ²		
FDA ¹	45,35	31,74
ADF ²		
Extrato Etéreo <i>Eter 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.

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 experimentais foram determinados por método indireto, utilizando-se como indicador interno a cinza insolúvel em ácido clorídrico a 2N (CIA) (VAN KEULEN; YOUNG, 1977). A coleta de fezes foi realizada segundo sugerido por Haenlein et al. (1966). Estas foram retiradas diretamente do reto (amostras de 200 g em média), duas vezes ao dia, inicialmente as 8 e 13h, no segundo dia as 9 e 14h e assim, sucessivamente, até o último dia com coletas as 12 e 17h, com a finalidade de diminuir o efeito de variação diurna. Para se 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-se por 100 (ARAÚJO et al., 2000).

Após pesagem e identificação, o material foi resfriado e posteriormente armazenado em freezer com temperatura de 10°C negativos. Ao final do experimento, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente, homogeneizadas por tratamento, das quais foram retiradas as alíquotas de 10% (aproximadamente 500 mg), pesadas e pré-secas em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72h. Após secagem, as amostras foram levadas ao laboratório de análise bromatológica.

Para avaliar os parâmetros reprodutivos (duração do estro, intervalo entre aplicação da prostaglandina F₂ alfa e o estro e tamanho do folículo ovulatório) e sanguíneos (glicose, triglicerídeos, progesterona, colesterol total, HDL, LDL e VLDL), após o período de adaptação (30 dias), iniciou-se o período experimental (30 dias). Os animais encontravam-se na fase de diestro quando foi realizada palpação retal para se analisar a presença de corpo lúteo no ovário para aplicação de PGF₂ alfa. Os animais receberam PGF₂Alfa (Croniben® - Biogenesis S/A) na dose de 1 mL animal⁻¹ (100 mcg) intramuscular e o crescimento folicular foi acompanhado diariamente com a utilização de um aparelho de ultrassom Aloka SSD 550, com uma probe trans retal de 5 MHz. Foi analisado um ciclo que, para os animais que não responderam na primeira aplicação, foi repetido após sete dias.

No décimo dia após a ovulação, foram realizadas coletas de sangue diretamente da veia jugular em tubos heparinizados, e as amostras foram submetidas à centrifugação a 3.200 rpm por 20 min., sendo o

plasma separado e acondicionado em frascos *ependorff* e armazenado a 20°C negativos. Posteriormente, essas amostras foram enviadas para o Lepac/UEM (Laboratório de Ensino e Pesquisa em Análises Clínicas) onde foram mensurados os níveis de glicose e triglicerídeos (método colorímetro enzimático – Diasys), colesterol total, HDL, LDL, VLDL (immuno FS* – método homogêneo sem centrifugação – 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.

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

Os coeficientes de digestibilidade aparente das dietas experimentais foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o seguinte modelo: $Y_{ij} = \mu + R_i + e_{ij}$, em que: 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-se o programa SAEG (UFV, 1997) e para as conclusões obtidas foi considerado o nível de significância de 5%.

Os parâmetros reprodutivos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o seguinte modelo: $Y_{ij} = \mu + R_i + e_{ij}$, em que: 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} . Para os parâmetros reprodutivos, as análises foram realizadas pelo programa Sigmapstat, utilizando teste 't', com 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 ($p < 0,05$) os valores dos CDa da MS, MM, FB, FDN e FDA. Por outro lado, não foi observada diferença ($p > 0,05$) para os CDa da PB e EE.

Ao se consultar a literatura que trata da avaliação de ingredientes para uso na alimentação de equinos, observa-se, de forma clara, a escassez de informações sobre o uso de semente de linhaça. No Brasil, Moretini et al. (2004), avaliando diversos alimentos para equinos, dentre eles a semente de linhaça, relataram valores de CDa PB, FDN e FDA (respectivamente, 73,5; 53,6 e 47,6), valores diferentes dos observados no presente experimento, podendo-se atribuir este fato às diferentes metodologias utilizadas nos dois experimentos. No presente experimento, a linhaça foi adicionada a uma dieta completa, fazendo parte do concentrado, enquanto que os autores supracitados determinaram o valor dos coeficientes de digestibilidade aparente do alimento em estudo. Outro fator que pode ter contribuído para os valores superiores de digestibilidade aparente, encontrados no presente trabalho, foi a adição de quantidade limitada (10%) de semente de linhaça ao concentrado.

Tabela 3. Coeficientes da digestibilidade aparente (CDa%) 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 experimentais.

Table 3. Apparent digestibility coefficient (ADC%) of dry matter (DM), mineral matter (MM), crude protein (CP), crude fiber (CF), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and ether extract (EE) of the experimental diets.

Tratamento Treatments	Coeficiente de digestibilidade aparente % (CDa) Apparent Digestibility Coefficient %						
	MS	MM	PB	FB	FDN	FDA	EE
TES	67,44 a	38,32 a	79,82 a	51,91 a	55,09 a	48,60 a	59,47 a
LIN	76,11 b	56,42 b	81,15 a	69,53 b	69,30 b	64,56 b	60,21 a
CV	5,38	7,87	3,55	10,33	8,18	10,72	10,79

*Médias diferem significativamente ($p < 0,05$); *Médias diferem significativamente ($p > 0,05$); CV = Coeficiente de variação.

*Effects were noticed on the diets ($p < 0,05$); *No effects were noticed on the diets ($p > 0,05$); CV = Coefficient of variation.

Segundo Van Soest (1994), compostos nutricionais que tenham como grupos funcionais os fenóis (lignina), o carboxil (pectina e hemicelulose) e o amino (proteínas) têm capacidade de adsorver água e promover trocas catiô-aniônicas entre eles. A adsorção de água promove a formação de gel capaz de diminuir a taxa de passagem da dieta ao longo do trato digestório, além de aumentar o tempo de permanência do quimo no intestino grosso, favorecendo a fermentação microbiana. A pectina é uma substância mais facilmente fermentável, favorecendo a digestibilidade da fração fibrosa, bem como da matéria seca. Apesar de, no presente trabalho, não ter sido determinado o nível de pectina das dietas, mas os valores de FDN e FDA terem permanecidos inalterados, sugere-se que a semente de linhaça pode ter contribuído para os maiores coeficientes de digestibilidade aparente destas frações, observados no presente experimento.

No presente estudo, a adição de semente de linhaça ao concentrado não influenciou positivamente a digestibilidade aparente da PB e do EE. A presença das fibras solúveis, bem como a da lignina na composição da linhaça grão, podem ter promovido ligação da proteína e dos lipídios, indisponibilizando-os para a digestão e, com isso, não alterando a digestibilidade da PB e do EE. Segundo Van Soest (1994), a formação de tais complexos aumenta a excreção fecal de EE e de esqueletos de carbono, não refletindo na melhoria da digestibilidade aparente do EE e da PB. Ortiz et al. (2001), trabalhando com frangos de corte e 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. (2001), utilizando menor nível de inclusão de semente de linhaça.

Diferentemente do presente trabalho (animais e ingrediente), em suínos, Santos et al. (2005), avaliando a inclusão do farelo de linhaça no concentrado, relataram valor de CDa da PB de 73,2%, valor este inferior ao encontrado no presente trabalho 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 e FDA) 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.

No presente trabalho, a adição de semente de linhaça ao concentrado melhorou ($p < 0,05$) o CDa da matéria mineral. Sugere-se que, a exemplo dos ruminantes, a maior adsorção de água bem como a retenção da ingesta (presença da FDN) no intestino grosso favoreceram a mobilidade dos minerais, principalmente o sódio, cloro, potássio, muito móveis neste segmento do trato digestório. Em ruminantes, a maior fermentação das fibras destrói os complexos formados com minerais, tornando-os mais disponíveis, além de tornar o ambiente favorável à absorção mineral (VAN SOEST, 1994).

A Tabela 4 apresenta os valores médios e desvios-padrão dos parâmetros reprodutivos das éguas submetidas a dietas com e sem inclusão de semente de linhaça.

Os resultados obtidos no presente experimento mostraram que a inclusão de semente de linhaça na

dieta experimental (nível de 10%) não alterou ($p > 0,05$) o tamanho do folículo ovulatório (mm), o intervalo entre aplicação de PGF_{2α} e a manifestação de estro, e o período de estro (dias).

Tabela 4. Parâmetros reprodutivos de éguas submetidas a dietas com e sem inclusão de semente de linhaça (*Linum usitatissimum* L.).

Table 4. Reproductive parameters of mares submitted to diets with and without inclusion of seed of linseed (*Linum usitatissimum* L.).

Parâmetros Avaliados Evaluated parameters	Controle Control	Linhaça Linsed	Média Geral General average
	Média	Média	
	Desvio-padrão Mean	Desvio-padrão Mean	
	Standard Deviation	Standard Deviation	
Duração de Estro (dias) Estrus Duration (days)	7,75 ± 1,909a	7,429 ± 1,512a	7,58 ± 1,71
Intervalo entre PGF _{2α} -estro (dias) Period between PGF _{2α} -estrus (days)	3,8 ± 1,54a	3,5 ± 1,63a	3,65 ± 1,58
Tamanho do Folículo Ovulatório (mm) Size of the Ovulated Follicle (mm)	38,75 ± 4,367a	39,257 ± 2,744a	39,00 ± 3,55

Médias seguidas de letras iguais na horizontal não diferem pelo teste 't' a 5% de erro.
Averages followed by same letters in the rows do not differ for the t-test to 5% significance.

Os valores encontrados para duração do estro, no presente experimento, não apresentaram diferenças entre os tratamentos ($p > 0,05$) e estão de acordo com os resultados encontrados por diversos autores, como Romano et al. (1998), em estudo do ciclo estral e momento de ovulação, utilizando 21 éguas, (11 Puro Sangue Árabe e dez cruza Árabes), relatando duração média de 7,5 ± 4,16 dias de estro. Da mesma forma, Fathalla et al. (1988), para éguas da raça Árabe, encontraram duração média de estro de 7,07 dias. No presente experimento, os resultados encontrados para o intervalo PGF_{2α} – estro foi de 3,8 dias e o intervalo PGF_{2α} – 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, respectivamente, entretanto, sem diferença 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, em que encontraram intervalo médio de aplicação de PGF_{2α} – estro de 4,2 a 5,4 dias e PGF_{2α} – ovulação de 8,6 a 11,2 dias.

Considerando-se os valores encontrados, no presente trabalho, para o tamanho do folículo ovulatório, não houve diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos. Os dados obtidos demonstraram tamanho do folículo ovulatório médio de 38 mm de diâmetro e duração média de estro de 7,2 dias, sendo semelhantes aos encontrados por Valle et al. (2005), analisando ciclos estrais de 187 éguas mestiças após duas estações de monta, obtendo período entre cio e ovulação de 7,2 ± 4,3 dias e tamanho do folículo ovulatório de 30-37 mm de diâmetro.

A Tabela 5 mostra os valores médios e desvios-padrão dos parâmetros sanguíneos de éguas submetidas a dietas com e sem inclusão de semente de linhaça. A análise estatística dos dados demonstrou que não houve efeito ($p > 0,05$) da semente de linhaça sobre os parâmetros avaliados.

Tabela 5. Valores médios de Progesterona, colesterol total, LDL, HDL, VLDL, glicose e triglicérides de éguas submetidas a dietas com e sem inclusão de semente de linhaça (*Linum usitatissimum* L.).

Table 5. Medium values of Progesterone, Total Cholesterol, LDL, HDL, VLDL, Glucose and Triglycerides of Mares Submitted to Diets With and Without Inclusion of Seed of Linseed (*Linum usitatissimum* L.).

	Controle Control	Linhaça Linseed
	Média	Média
	Desvio-padrão Mean Standard Deviation	Desvio-padrão Mean Standard Deviation
Progesterona ng mL ⁻¹ Progesterone ng mL ⁻¹	8,34 ± 3,936	6,633 ± 4,026
Colesterol total mg dL ⁻¹ Total cholesterol mg dL ⁻¹	86,83 ± 8,305	85,5 ± 9,503
LDL mg dL ⁻¹ colesterol LDL mg dL ⁻¹ cholesterol	33,33 ± 5,007	34 ± 6,928
HDL mg dL ⁻¹ colesterol HDL mg dL ⁻¹ cholesterol	48 ± 5,06	45,667 ± 2,422
VLDL mg dL ⁻¹ colesterol VLDL mg dL ⁻¹ cholesterol	5,5 ± 1,643	5,833 ± 1,722
Glicose mg dL ⁻¹ Glucose mg dL ⁻¹	100,167 ± 21,858	88,833 ± 11,179
Triglicérides mg dL ⁻¹ Triglycerides mg dL ⁻¹	27,5 ± 8,55	28,833 ± 7,497

Analisado pelo programa Sigmapstat, utilizando-se teste 't', com nível de significância de 5%.
Analyzed using the Sigmapstat program, using t-test, with of 5% significance level.

No presente estudo não houve alterações nos parâmetros sanguíneos avaliados com a adição de semente de linhaça ($p > 0,05$). 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.

Os valores encontrados para progesterona no presente experimento não apresentaram efeito ($p > 0,05$) entre os tratamentos e apresentam compatibilidade aos relatos que descrevem as oscilações de seus níveis ao longo do ciclo estral da égua (diestro 4-10 ng mL⁻¹), (ALEXANDER; IRVINE, 1993). Petit et al. (2008), trabalhando com vacas Holandesas, ao avaliar 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.

Não foram encontrados, na literatura, trabalhos que avaliaram a semente de linhaça e sua influência sobre os níveis plasmáticos avaliados no presente trabalho, como colesterol, VLDL, LDL, HDL e triglicérides, para equinos, o que impossibilitou melhor comparação dos resultados obtidos. Entretanto, semelhante ao determinado no presente trabalho, Andreazzi et al. (2004) trabalhando com coelhos da raça Nova Zelândia

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 afetou os níveis plasmáticos de colesterol, LDL, VLDL, HDL e triglicérides.

Para colesterol total (CT) em equinos, Coppo et al. (2003) relataram valores de 106 mg dL⁻¹, superiores ao encontrado no presente estudo que foi, em média, de 86 mg dL⁻¹. No entanto, os resultados obtidos para C-HDL (colesterol-HDL) no presente trabalho, média de 46 mg dL⁻¹, foram inferiores aos obtidos por Coppo et al. (2003) de 62 mg dL⁻¹ e ao relatado por Angel e Angel (1997) de 70 a 140 mg dL⁻¹ para essa espécie.

Diferentemente do obtido no presente estudo, para equinos, verificam-se maiores níveis de colesterol sanguíneo para animais que receberam dietas contendo óleo ou gordura. Manzano et al. (1995), utilizando potras submetidas a três tratamentos (basal, óleo de soja e gordura animal), concluíram que os tratamentos com óleo aumentaram o colesterol em relação à dieta basal, relatando valores que variavam de 109,12 a 110,10 mg 100 mL⁻¹.

Por outro lado, Manzano et al. (1995) relataram que os lipídeos não influenciaram a concentração de glicose (média de 84,97 mg mL⁻¹) para potras. No presente experimento, o valor encontrado para glicose plasmática (média 94,5 mg mL⁻¹) foi superior ao relatado por estes autores, mas se encontra na faixa de 58 a 113 mg mL⁻¹, considerada como valores normais para equinos (THOMASSIAN, 1990).

Conclusão

Os resultados obtidos indicaram que a inclusão de 10% de semente de linhaça na dieta de éguas não influenciou a taxa de crescimento folicular e a concentração de metabólitos sanguíneos (glicose, triglicérides, progesterona, colesterol total, HDL, LDL e VLDL), mas foi benéfica à digestibilidade da fração fibrosa da dieta, constituindo-se, assim, em alternativa viável na formulação de dietas para equinos.

Agradecimentos

Ao Sr. João Carlos Meirelles, Haras São João do Ivaí, município de Douradina, Estado do Paraná, pelo empréstimo dos animais, tornando possível a realização deste trabalho.

Referências

ALEXANDER, S. L.; IRVINE, C. H. G. FSH and LH. In: MCKINNON, A. O.; VOSS, J. L. (Ed.). **Equine**

- reproduction.** Malvern: Lea and 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. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, v. 38, n. 6, p. 267-272, 2001.
- ANDREAZZI, M. A.; SCAPINELLO, C.; MORAES, G. V.; FARIA, H. G.; AOKI, E. E.; MICHELAN, A. C. Avaliação de metabólitos lipídicos e hormônios esteróides em soro de coelhas alimentadas com ração contendo diferentes fontes de óleos vegetais. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 3, p. 359-365, 2004.
- ANGEL, G.; ANGEL, M. **Interpretación clínica del laboratorio**. 5. ed. Bogotá: Panamericana, 1997.
- ARAÚJO, K. V.; LIMA, J. A. F.; FIALHO, E. T.; MIYAGI, E. S. Comparação dos indicadores internos com o método de coleta total para determinar a digestibilidade dos nutrientes de dietas mistas em eqüinos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 4, p. 1041-1048, 2000.
- 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. **Revista Veterinária**, v. 14, n. 1, p. 1-10, 2003.
- FATHALLA, M.; YOUNIS, L.; JAWAD, N. Progesterone concentration and oviscan reading during the estrous cycle in Arabian mares. **Equine Veterinary Science**, v. 8, n. 4, p. 326-328, 1988.
- 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.
- MANZANO, A.; WANDERLEY, R. D. C.; ESTEVES, S. N. Óleo de soja e gordura animal na alimentação de eqüinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 5, p. 788-799, 1995.
- MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, M. W. **The metabolizable energy of feeds ingredients for chickens**. Connecticut: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965.
- MORETINI, C. A.; LIMA, J. A. F.; FIALHO, E. T.; MERCER, J. R.; BRANDI, R. A. Avaliação nutricional de alguns alimentos para eqüinos por meio de ensaios metabólicos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 621-626, 2004.
- NRC-National Research Council. **Requeriments of domestic animals. Nutrient Requirement of Horses**. 5. Revised ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1989.
- PETIT, H. V.; DEWHURST, J. G.; PROULX, J. G. Milk yeld and reproduction of dairy cows fed saturated or unsaturated fat. **Journal of Dairy Science**, v. 81, suppl. 1, p. 302, 1998.
- PETIT, H. V.; CAVALIERI, F. B.; SANTOS, G. T. D.; MORGAN, J. P.; SHARPE, P. Quality of embryos produced from dairy cows fed whole flaxseed and the success of embryo transfer. **Journal Dairy Science**, v. 91, n. 5, p. 1786-1790, 2008.
- ROMANO, M. A.; MUCCIOLO, R. G.; FELICIANO, E.; SILVA, A. E. D. Biologia reprodutiva de éguas: estudo do ciclo estral e momento de ovulação. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, v. 35, n. 1, p. 25-28, 1998.
- ORTIZ, L. T.; REBOLE, A.; ALZUETA, C. Metabolizable energy value and digestibility of fat and fatty acids in linseed determined with growing broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 42, n. 1, p. 57-63, 2001.
- SANTOS, Z. A. S.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T.; RODRIGUES, P. B.; LIMA, J. A. F.; CARELLOS, D. C.; BRANCO, P. A. C.; CANTARELLI, V. S. Valor nutricional de alimentos para suínos determinado na universidade federal de lavras. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 232-237, 2005.
- SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, 1990.
- THOMASSIAN, A. **Enfermidades dos cavalos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1990.
- UFV-Universidade Federal de Viçosa. **Manual de utilização do programa SAEG** (sistema para análises estatísticas e genéticas). Viçosa: UFV, 1997.
- VALLE, G. R.; SILVA FILHO, J. M.; PALHARES, M. S. Características cíclicas e ovulatórias de éguas mestiças em Minas Gerais, Brasil. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar**, v. 8, n. 2, p. 155-163, 2005.
- VAN KEULEN, J.; YOUNG, B. A. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. **Journal of Animal Science**, 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.

Received on December 17, 2008.

Accepted on May 13, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.