

## AUMENTO DO NÍVEL DE ÓLEO EM DIETAS ISOENERGÉTICAS PARA CAVALOS SUBMETIDOS A EXERCÍCIO

### INCREASE OF OIL LEVEL IN ISOENERGETIC DIETS OF EXERCISING HORSES

Alessandra Marquize<sup>1</sup> Alexandre de Mello Kessler<sup>2</sup> Mari Lourdes Bernardi<sup>3</sup>

#### RESUMO

O efeito da inclusão de óleo de soja na dieta foi avaliado em 4 cavalos machos castrados, mestiços Quarto de Milha, com idade aproximada de 42 meses e peso médio inicial de 382kg. Os cavalos foram submetidos a exercício de intensidade e duração média e receberam a dieta controle (sem óleo de soja) e a dieta com óleo de soja (4,7% de óleo) duas vezes ao dia, por 3 períodos de 21 dias, num delineamento do tipo Reversão Simples. A ração foi fornecida de modo a proporcionar uma ingestão diária isoprotéica e isoenergética para os dois tratamentos. Foram avaliados os seguintes parâmetros: frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e a concentração de glicogênio muscular, antes do exercício e 20 minutos após o término do exercício, e os níveis plasmáticos de glicose e de lactato, antes do exercício e aos 10, 20, 30 e 50 minutos após o exercício. O aumento do nível de óleo na dieta não influenciou significativamente ( $P>0,05$ ) a FC, a FR, os níveis de glicose e de lactato, antes e após o exercício. A concentração de glicogênio muscular foi maior ( $P<0,025$ ), antes do exercício, para os cavalos que receberam a dieta com óleo de soja. O aumento da concentração de glicogênio em cavalos condicionados a consumir dieta com óleo de soja pode significar um maior suprimento de energia para a atividade muscular, durante o exercício.

**Palavras-chave:** equino, glicogênio, glicose, lactato, óleo.

#### SUMMARY

The effect of soybean oil inclusion in the diet of four mature Quarter horse cross geldings, having approximately 42 months of age and averaging 382kg was evaluated. The horses were submitted to a moderate intensity exercise, and received the control diet (without soybean oil) and the diet containing soybean oil (4.7%) twice a day for three periods of 21 days in a Switch-back design. The amount of ration was offered in a way to achieve a daily isoproteic and isoenergetic intake for both treatments. The following parameters were evaluated: heart rate

(HR), respiratory rate (RR) and muscle glycogen concentration, before and 20 minutes after the end of the exercise, and glucose and lactate plasma levels before the exercise and at 10, 20, 30 and 50 minutes after the exercise. The increase of oil level in the diet did not affect significantly ( $P>0.05$ ) the HR, the RR, the glucose and lactate plasma levels, before and after the exercise. The muscle glycogen concentration was higher ( $P<0.025$ ), before exercise, for the horses that received the diet containing soybean oil. The increase of glycogen concentration in horses conditioned to consume a diet containing soybean oil may imply in a greater amount of energy to the muscle activity during exercising.

**Key words:** equine, glycogen, glucose, lactate, oil.

#### INTRODUÇÃO

A demanda energética de cavalos atletas aumenta em função do tipo e da duração da atividade física. Fornecer uma nutrição adequada para uma boa performance de cavalos requer o conhecimento das vias de produção de energia, bem como das fontes supridoras de energia da dieta (SNOW, 1992). O suprimento de energia para atividades físicas com maiores demandas é normalmente obtido pelo aumento do percentual de grãos na dieta. Apesar de constituírem uma fonte concentrada de energia digestível, o aumento do fornecimento de grãos pode conduzir a distúrbios digestivos e metabólicos. Considerando que equinos podem digerir eficientemente dietas que contenham até 30% da energia digestível sob a forma de gordura (KANE *et al.*, 1979), a adição de óleos vegetais ou gordura animal é um excelente meio de aumentar a energia da dieta sem au-

<sup>1</sup>Médico Veterinário, Mestre em Zootecnia.

<sup>2</sup>Agrônomo, Doutor, Professor Adjunto do Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

<sup>3</sup>Médico Veterinário, Doutor, Professor Adjunto, Departamento de Zootecnia, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 7712, CP 776, 90001-970 Porto Alegre, RS. E-mail: Bernardi@orion.ufrgs.br. Autor para correspondência.

mentar o volume de alimento consumido (CIRELLI, 1993). Essa alternativa tem melhorado a performance de cavalos atletas (HARKINS *et al.*, 1992), sendo sobretudo benéficas para cavalos exercitados sob condições de temperaturas elevadas, em função do baixo incremento calórico (KOHN *et al.*, 1996).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do aumento do nível de óleo da dieta sobre os níveis plasmáticos de glicose e de lactato e a concentração de glicogênio muscular, em cavalos submetidos a exercício de intensidade e duração média.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram usados 4 cavalos machos castrados com idade aproximada de 3 anos e meio. O peso médio dos cavalos foi 382 e 400kg, no início e no final do experimento, respectivamente. Antes do período experimental, os cavalos passaram por uma fase de aprendizado e adaptação ao consumo de ração e ao exercício no exercitador, durante três meses, visto que eles nunca haviam sido trabalhados e nem estavam acostumados a se alimentar com concentrado.

Durante o período experimental, foi avaliado o efeito de 2 dietas, uma controle (T1) e uma contendo óleo de soja (T2). As rações foram formuladas (Tabela 1) para atender às exigências nutricionais de um equino submetido a um trabalho de intensidade e duração média, segundo o NRC (1989), tendo sido efetuados ajustes no fornecimento de ração para que o consumo diário de calorias fosse o mesmo para os dois tratamentos. A quantidade de ração fornecida foi calculada para atender à exigência diária de energia digestível, a qual foi estimada conforme equações do NRC (1989), levando em consideração as exigências de manutenção e as exigências para a atividade física a ser realizada. A ração foi fornecida duas vezes ao dia, com um intervalo de 8h. Cada cavalo da dupla submetida ao T1 recebia 7,9kg/dia de ração, enquanto 7,4kg/dia foram fornecidos para cada cavalo da dupla do T2. A ração do T2 continha um total de 7,8% de óleo, enquanto a ração controle (T1) continha 3,3% de óleo. A ração do T2 continha 4,7% de óleo de soja, o que correspondia a uma ingestão diária de 348g de óleo de soja. Considerando o nível total de óleo em cada ração, cada cavalo do T2 ingeriu 315g a mais de óleo, em relação aos cavalos que receberam a dieta controle. O fornecimento diário de nutrientes, para os cavalos de cada tratamento, está apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Composição das rações e fornecimento diário de nutrientes.

Ingrediente	% de cada ingrediente na ração	
	Controle (T1)	Com óleo de soja (T2)
Alfafa	28,92	30,74
Casca de arroz	1,78	1,89
Casca de aveia	2,22	2,36
Melaço	2,67	2,83
Farelo de trigo	21,43	32,06
Milho	41,94	24,2
Farinha de ostra	0,16	0,28
Óleo de soja	---	4,72
Sal	0,635	0,675
Pré-mix mineral <sup>1</sup>	0,060	0,060
Pré-mix vitamínico <sup>2</sup>	0,025	0,025
Etoxiquim	0,010	0,010
Propionato	0,150	0,150

	Fornecimento diário de nutrientes/animal			
	Calculado		Analisado <sup>3</sup>	
	T1	T2	T1	T2
Matéria Seca (kg/dia)	6,9	6,5	6,7	6,3
Energia Digestível (Mcal/dia)	22,3	22,3	---	---
Energia Bruta (Mcal/dia)	---	---	29,3	29,8
Proteína (g/dia)	951,6	940,1	960,1	902,8
Fibra (g/dia)	1182,8	1305,1	1088,4	1013,8
Óleo (g/dia)	262,8	577,4	255,2	569,8
Lisina (g/dia)	33,4	33,5	---	---
Cálcio (g/dia)	36,7	40,1	---	---
Fósforo (g/dia)	28,2	30,8	---	---
Sódio (g/dia)	25	25	---	---

<sup>1</sup> (mg/kg ração): Mg, 40; Zn, 70; Fe, 20; Cu, 35; I, 1,0; Se, 0,3; Co, 0,15.

<sup>2</sup> (UI/kg ração): Vit. A, 3500; Vit. B3, 800; Vit. E, 80.

<sup>3</sup> Conforme análise bromatológica das rações.

As dietas foram fornecidas durante 3 períodos de 21 dias cada, conforme um delineamento do tipo Reversão Simples. Ao final de cada período de 21 dias, as dietas eram trocadas e os cavalos receberam a outra dieta, por mais um período de 21 dias. A seqüência dos tratamentos foi efetuada de modo que cada dupla de cavalos recebesse o mesmo tratamento no 1º e no 3º período, com inversão do tratamento no 2º período.

Durante os períodos em que receberam as dietas experimentais, os cavalos foram submetidos a trabalho de intensidade e duração média, 5 vezes por semana. No período correspondente aos primeiros 19 dias de cada período, os quatro cavalos foram trabalhados simultaneamente, em um exercitador mecânico, durante 1h, sendo o trabalho realizado metade do tempo total para cada lado, numa velocidade de 227m/min, correspondendo a um trote ordinário. Nos dois últimos dias de cada período (21 dias) de uso da dieta, os cavalos foram trabalhados

em duplas, durante 1 hora, sendo as duplas constituídas com um cavalo de cada tratamento. No penúltimo dia, foram registradas a frequência cardíaca e respiratória, antes do exercício e 20 minutos após o término do mesmo. A frequência respiratória foi medida pela contagem do número de movimentos respiratórios, e o número de batimentos cardíacos/minuto foi medido com monitor de frequência cardíaca<sup>a</sup>, normalmente utilizado em humanos. Antes e após o final do exercício do último dia de cada período experimental, foram efetuadas as coletas de sangue e a biópsia muscular. Para evitar grandes variações entre os momentos de coleta dos dados, houve uma alternância na execução das tarefas para os cavalos de cada tratamento. Assim, se na primeira dupla, os primeiros dados a serem obtidos eram do cavalo que estava recebendo a dieta controle, na segunda dupla, os primeiros dados a ser coletados eram os do cavalo que estava recebendo a dieta com óleo de soja.

Amostras de sangue (5mℓ) foram coletadas da veia jugular, com sistema vacutainer e tubos contendo fluoreto de sódio. A primeira coleta de sangue foi efetuada antes dos cavalos serem submetidos ao exercício. Foram também efetuadas coletas aos 10, 20, 30 e 50 minutos após o término do exercício. Após a centrifugação durante 15 minutos a 3000rpm, o plasma foi recuperado e armazenado a uma temperatura de -20°C para posterior análise de lactato<sup>b</sup> e glicose<sup>c</sup>.

A biópsia muscular foi efetuada no músculo glúteo médio, antes e 20 minutos após o exercício, segundo a técnica de SNOW & GUY (1975), com uma pinça de biópsia (tipo Stille-Eschmann modificada). O peso médio das amostras coletadas foi de 220mg. A determinação do glicogênio muscular foi realizada conforme o método de LO *et al.* (1970).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios para a frequência respiratória e a frequência cardíaca, observados para cada tratamento, podem ser visualizados na tabela 2. O monitoramento da frequência cardíaca e respiratória foi efetuado principalmente com o intuito de avaliar o condicionamento físico dos cavalos e verificar se os valores se mantinham dentro da normalidade, o que foi confirmado. Não foi detectado efeito ( $P>0,05$ ) da dieta sobre a frequência cardíaca e respiratória, antes e após o exercício, confirmando as observações de MEYERS *et al.* (1989) e de SCOTT *et al.* (1992).

Tabela 2 – Frequência cardíaca e respiratória (média  $\pm$  desvio-padrão) de cavalos submetidos ao exercício e alimentados com dieta com ou sem óleo de soja.

Tratamento	Frequência cardíaca		Frequência respiratória	
	AE	PE20	AE	PE20
Ração controle	38,7 $\pm$ 2,8a	43,3 $\pm$ 2,4a	19,3 $\pm$ 1,6a	22,0 $\pm$ 2,2a
Ração com óleo de soja	41,2 $\pm$ 2,6a	43,0 $\pm$ 2,8a	20,7 $\pm$ 1,6a	23,3 $\pm$ 1,6a

AE = antes do exercício; PE20 = 20 minutos após o exercício.  
a, a ( $P>0,05$ ).

O aumento do nível de óleo da dieta, através da inclusão de óleo de soja, não influenciou significativamente ( $P>0,05$ ) os níveis sanguíneos de glicose (Figura 1), antes do exercício e em todas as coletas efetuadas após o exercício. O condicionamento físico e o tipo de exercício efetuados no presente estudo podem ter contribuído para a ausência de diferença significativa, visto que os cavalos foram condicionados a efetuar um tipo de exercício que não foi modificado no dia da avaliação do efeito da dieta sobre a resposta metabólica. De fato, na maioria dos trabalhos que investigam o efeito da gordura animal ou vegetal sobre a resposta metabólica de cavalos atletas, diferentemente do presente estudo, são aplicados exercícios-teste, geralmente de intensidade superior à dos exercícios efetuados durante o período de adaptação à dieta.

Embora se argumente que há uma modificação da resposta metabólica, em termos de glicose,

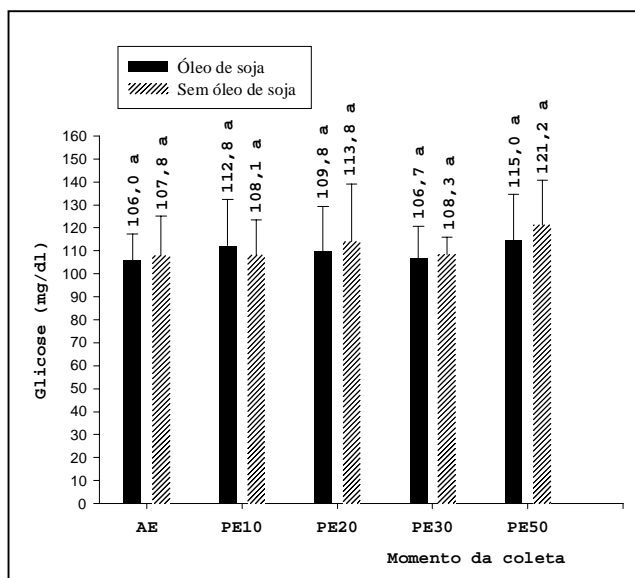


Figura 1 – Concentração plasmática de glicose, antes do exercício (AE) e aos 10, 20, 30 e 50 minutos após o exercício (PE10, PE20, PE30 e PE50, respectivamente), em cavalos recebendo dietas com e sem óleo de soja.  
a,a ( $P>0,05$ )

quando os cavalos são alimentados com dieta contendo gordura animal ou vegetal, há controvérsias a esse respeito. Durante o exercício, já foram constatados níveis mais elevados (TAYLOR *et al.*, 1995), nenhuma alteração (OLDHAM *et al.*, 1990; SCOTT *et al.*, 1992), ou mesmo uma diminuição da glicose (MEYERS *et al.*, 1989) para os cavalos recebendo gordura ou óleo na dieta. Resultados conflitantes também aparecem nas análises efetuadas após o término do exercício. Maiores níveis de glicose após o exercício foram observados em cavalos submetidos a exercício-teste, após terem sido condicionados a exercícios com alta demanda anaeróbica (OLDHAM *et al.*, 1990) ou após terem recebido dieta contendo óleo de soja por períodos longos como 7 a 8 meses (PAGAN *et al.*, 1995ab). HARKINS *et al.* (1992) observaram maior concentração de glicose aos 2 e 4 minutos, mas não aos 8 e 16 minutos após o exercício, para cavalos recebendo óleo de milho. Pelo fato de não ter sido avaliada a concentração de glicose durante o exercício, e das coletas após o exercício terem iniciado aos 10 minutos, no presente estudo, não é possível descartar que tenha havido uma diferença entre os tratamentos, durante o exercício ou no período imediatamente após.

O tipo de dieta não afetou significativamente ( $P>0,05$ ) o nível de lactato, antes do exercício e aos 10 e 20 minutos após o exercício, (Figura 2). Apesar do valor médio mais elevado para o grupo com óleo de soja, aos 50 minutos após a coleta, essa

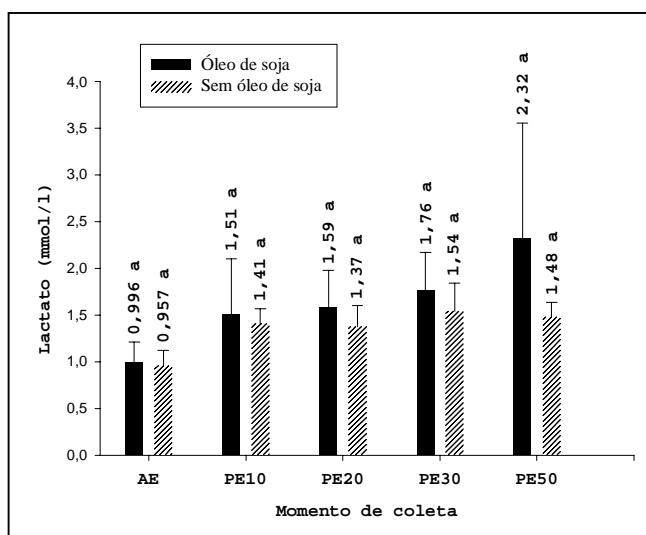


Figura 2 – Concentração plasmática de lactato, antes do exercício (AE) e aos 10, 20, 30 e 50 minutos após o exercício (PE10, PE20, PE30 e PE50, respectivamente), em cavalos recebendo dietas com e sem óleo de soja. a,a ( $P>0,05$ )

diferença não foi significativa ( $P>0,05$ ), provavelmente devido ao valor elevado ( $4,7\text{mmol/l}$ ) observado em um dos cavalos recebendo dieta com óleo de soja, no primeiro período de aplicação do tratamento, o que aumentou a variação dentro desse grupo. Foi observada uma tendência ( $P<0,08$ ) para maiores níveis de lactato no grupo com óleo de soja, aos 30 minutos após o exercício (Figura 2). OLDHAM *et al.* (1990) também constataram uma tendência ( $P<0,10$ ) para níveis mais elevados de lactato, após o exercício, em cavalos recebendo dieta com gordura animal.

Apesar de ser esperado um aumento nos níveis de lactato em cavalos alimentados com gordura animal ou vegetal, já houve relatos de tendência à diminuição, no final do exercício (MEYERS *et al.*, 1989), bem como nenhuma alteração durante ou após o exercício (HARKINS *et al.*, 1992; SCOTT *et al.*, 1992). Parece que a hipótese do aumento do lactato encontra fundamentação nos casos em que os cavalos são submetidos a exercícios anaeróbicos de maior intensidade (OLDHAM *et al.*, 1990), ou nos casos em que os cavalos são exercitados até a fadiga (EATON *et al.*, 1995; TAYLOR *et al.*, 1995). Em relação a este aspecto, é necessário considerar também que cavalos com um bom condicionamento físico apresentam aumento na velocidade de retirada do lactato (TAYLOR *et al.*, 1995), além de maior tolerância ao aumento dos níveis de lactato (FLAMINIO *et al.*, 1996).

Foi constatado um efeito significativo ( $P<0,025$ ) da dieta com óleo de soja sobre a concentração de glicogênio muscular, na coleta efetuada antes do exercício (Figura 3), confirmando observações anteriores (HAMBLETON *et al.*, 1980; MEYERS *et al.*, 1989; OLDHAM *et al.*, 1990; SCOTT *et al.*, 1992; HARKINS *et al.*, 1992; HUGHES *et al.*, 1995). Contrariamente a essas observações, há trabalhos nos quais esse efeito não foi observado (EATON *et al.*, 1995; ORME *et al.*, 1997).

Aumentos de 30 a 55% nas reservas musculares de glicogênio foram observados em cavalos alimentados com dietas contendo 10% de gordura animal (MEYERS *et al.*, 1989; OLDHAM *et al.*, 1990; SCOTT *et al.*, 1992). No presente estudo, o aumento das reservas para os cavalos recebendo óleo de soja, em relação aos que receberam a dieta controle, foi de 18%, semelhante ao aumento de 16% e de 18%, observados por HARKINS *et al.* (1992) e HUGHES *et al.* (1995), respectivamente. Na maioria dos experimentos nos quais o aumento das reservas foi maior de 30%, o músculo sub-

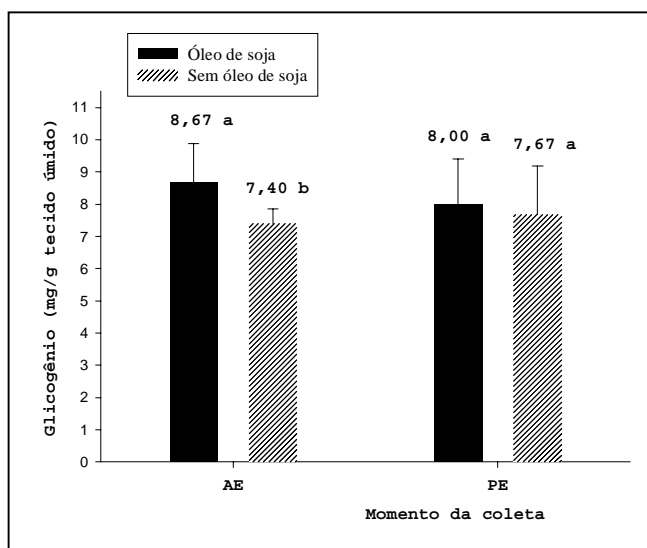


Figura 3 - Concentração de glicogênio no músculo glúteo médio, antes do exercício (AE) e 20 minutos após (PE), em cavalos alimentados com dieta com e sem óleo de soja.

a, b Médias seguidas de letras diferentes, dentro do mesmo momento de coleta, são significativamente diferentes ( $P < 0,025$ )

metido a biópsia foi o bíceps femoral enquanto que, nos casos em que não houve aumento das reservas ou este aumento ficou abaixo de 20%, o músculo utilizado para a biópsia foi o glúteo médio. Considerando que um alto conteúdo de fibras glicolíticas (tipo 2) está presente no músculo glúteo (VALBERG & MacLEAY, 1997), pode-se supor que a atividade glicolítica intensa deste músculo propicia uma maior utilização do glicogênio, mesmo em casos de exercício não muito intenso, o que implicaria menor aumento de suas reservas.

Segundo OLDHAM *et al.* (1990), o conteúdo de carboidratos na dieta e o método de treinamento dos cavalos durante o período de adaptação à dieta com gordura podem ser causas das variações observadas na quantidade de glicogênio muscular. Não se sabe se a adaptação a uma dieta com baixo teor de carboidratos solúveis e contendo óleo de soja, associada à intensidade do exercício (227m/min, durante 1h) utilizada no presente estudo, também poderia ter contribuído para uma maior utilização de glicogênio e/ou para uma menor síntese, explicando o baixo aumento das reservas.

A grande divergência dos resultados dos estudos nos quais é avaliado o efeito de gordura animal ou óleos vegetais sobre a resposta metabólica e o desempenho de cavalos atletas parece estar em função da disparidade nos protocolos experimentais utilizados, podendo ser atribuída a vários fatores, dentre os quais podem ser citados: o número de cavalos; a idade, a condição corporal e a raça dos

cavalos; a realização ou não de exercício-teste, bem como a sua intensidade e duração; a composição da dieta; o período de condicionamento físico; o período de administração da dieta; o intervalo entre a alimentação e a realização do exercício-teste; o músculo utilizado para a biópsia e a técnica de determinação do glicogênio. Parece não ser adequado levar em consideração somente a resposta metabólica em termos de glicose, de lactato e de glicogênio, como é efetuado em boa parte dos trabalhos, pois a melhora no desempenho observada em alguns trabalhos não foi necessariamente acompanhada de uma resposta metabólica que pareça coerente com a hipótese que tenta explicar o efeito da gordura ou do óleo somente via uma maior utilização de glicogênio. Como observado por ORME *et al.* (1997), o melhor desempenho de cavalos alimentados com dieta com óleo de soja parece estar também associado ao aumento da capacidade oxidativa das fibras musculares. O conjunto de informações existentes indica a necessidade de avaliar, juntamente com a resposta metabólica, o desempenho dos cavalos.

Mais estudos são necessários para avaliar o efeito de uma alimentação com gordura ou óleo por longos períodos, o benefício obtido com diferentes intensidades de exercício, bem como o mínimo de tempo e de quantidade de gordura ou óleo que devem ser utilizados para obter uma resposta benéfica.

Embora o melhor desempenho de cavalos recebendo gordura ou óleo nem sempre esteja relacionado com uma maior utilização de glicogênio, pode-se cogitar que o aumento das reservas significa uma economia e a possibilidade de utilização nas situações em que a demanda energética aumenta. Um condicionamento à utilização de gordura ou óleo como substrato energético, durante o trabalho aeróbico, pode implicar um benefício devido à maior utilização das reservas de glicogênio, quando os cavalos trabalharem em condições anaeróbicas. Além disso, a redução na quantidade de alimento, através da inclusão de gordura ou óleo na dieta, pode ser vantajosa para os cavalos em exercício, em função da redução do peso a ser carregado, associada a uma menor probabilidade de ocorrência de sobrecarga pela grande ingestão de carboidratos.

## CONCLUSÃO

A adição de óleo de soja na dieta de cavalos submetidos a exercício de intensidade moderada aumenta a concentração de glicogênio muscular, antes do exercício. Para cavalos condicionados a consumir rações com níveis de óleo mais elevados,

esse aspecto pode significar um maior suprimento de energia para a continuidade do trabalho muscular.

## FONTES DE AQUISIÇÃO

<sup>a</sup>Monitor de frequência cardíaca – Polar Electro, Fin-90440 Kempele, Finlândia – Fax: 358-8-520 23000.

<sup>b</sup>Lactato - Sigma Diagnostics, P.O. Box, 14508 St. Louis, MO 63178, USA.

<sup>c</sup>Glicose - Biobrás S.A., Av. Contorno, 2090 – 7º andar, 30110-070 Belo Horizonte, MG.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Professor Carlos Eduardo Wayne Nogueira, da UFPel, e à Professora Cristina Nogueira Pereira, da UFSM, pelo auxílio na coleta das biópsias musculares e determinação do glicogênio, respectivamente. Também agradecem ao Professor Félix H. Gonzalez, da UFRGS, pelo empréstimo das dependências laboratoriais para a realização das análises de glicose e de lactato.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CIRELLI, A.A.Jr. Principles of nutrition for the performance horse. **Equine Athlete**, v.6, n.5, p.13-14, 1993.
- EATON, M.D., HODGSON, D.R., EVANS, D.L. *et al.* Effect of a diet containing supplementary fat on the capacity for high intensity exercise. **Equine Vet J**, Suppl.18, p.353- 356, 1995.
- FLAMINIO, M.B.F., GAUGHAM, E.M., GILLESPIE, J.R. Exercise intolerance in endurance horses. **Vet Clin North America: Equine Practice**, v.12, n.3, p.565-580, 1996.
- HAMBLETON, P.L., SLADE, L.M., HAMAR, D.W. *et al.* Dietary fat and exercise conditioning effect on metabolic parameters in the horse. **J Anim Sci**, v.51, p.1330-1339, 1980.
- HARKINS, J.D., MORRIS, G., TULLEY, R.T. *et al.* Effect of added dietary fat on racing performance in Thoroughbred horses. **J Equine Vet Sci**, v.12, n.2, p.123-129, 1992.
- HUGHES, S.J., POTTER, G.D., GREENE, L.W. *et al.* Adaptation of thoroughbred horses in training to a fat supplemented diet. **Equine Vet J**, Suppl.18, p.349-352, 1995.
- KANE, E., BAKER, J.P., BULL, L.S. Utilization of corn oil supplemented diet by the pony. **J Anim Sci**, v.48, p.1379-1384, 1979.
- KOHN, C., ALLEN, A.K., HARRIS, P. *et al.* Nutrition for the equine athlete. **Equine Athlete**, v.9, n.4, p.12-17, 1996.
- LO, S., RUSSEL, J.C., TAYLOR, A.W. Determination of glycogen in small tissue samples. **J Appl Physiol**, v.28, n. 2, p.234-236, 1970.
- MEYERS, M.C., POTTER, G.D., EVANS, J.W. *et al.* Physiologic and metabolic response of exercising horses to added dietary fat. **J Equine Vet Sci**, v.9, n.4, p.218-223, 1989.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements for horses**. 5.ed. revisada. Washington : National Academy of Sciences, 1989. 100p.
- OLDHAM, S.L., POTTER, G.D., EVANS, J.W. *et al.* Storage and mobilization of muscle glycogen in exercising horses fed fat-supplemented diet. **J Equine Vet Sci**, v.10, n.5, p.353-359, 1990.
- ORME, C.E., HARRIS, R.C., MARLIN, D.J. *et al.* Metabolic adaptation to a fat-supplemented diet by the thoroughbred horse. **Brit J Nutr**, v.78, p.443-458, 1997.
- PAGAN, J.D., ROTMENSE, T., JACKSON, S.G. Responses of blood glucose, lactate and insulin in horses fed equal amounts of grain with or without added soybean oil. In: RECENT ADVANCES IN EQUINE NUTRITION, 1995, [S.I.]. **Proceedings...** Kentucky : Kentucky Equine Research, 1995a. p.49-56.
- PAGAN, J.D., BURGER, I., JACKSON, S.G. The long-term effects of feeding fat to 2 year old Thoroughbreds in training. In: RECENT ADVANCES IN EQUINE NUTRITION, 1995, [S.I.]. **Proceedings...** Kentucky : Kentucky Equine Research, 1995b. p.57-60.
- SCOTT, B.D., POTTER, G.D., GREENE, L. W. *et al.* Efficacy of a fat-supplemented diet on muscle glycogen concentration in exercising thoroughbred horses maintained in varying body conditions. **J Equine Vet.Sci**. v.2, n.2, p.109-113, 1992.
- SNOW, D.H., GUY, P.S. Percutaneous needle muscle biopsy in the horse. **Equine Vet J**, v.8, n.4, p.150-155, 1975.
- SNOW, D.H. A review of nutritional aids to energy production for athletic performance. **Equine Athlete**, v.5, n.5, p.5-10, 1992.
- TAYLOR, L.E., FERRANTE, P.L., KRONFELD, D.S. *et al.* Acid-Base variables during incremental exercise in Sprint-trained horses fed a high-fat diet. **J Anim Sci**, v.73, p.2009-2018, 1995.
- VALBERG, S.J., MACLEAY, J.M. Skeletal muscle function and metabolism. In: RECENT ADVANCES IN EQUINE NUTRITION, 1997, [S.I.]. **Proceedings...** Kentucky : Kentucky Equine Research, 1997. p.11-14.