

# Digestibilidade aparente total e resposta glicêmica de dietas para equinos contendo milho submetido a diferentes processamentos

## *Total apparent digestibility and glycemic response of diets for horses containing maize subjected to different processings*

Fernanda Luz CASALECCHI<sup>1</sup>; Mariano ETCHICHURY<sup>2</sup>; Iaçanã Valente Ferreira GONZAGA<sup>1</sup>; Alexandre Augusto de Oliveira GOBESSO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga - SP, Brasil

<sup>2</sup>Médico Veterinário, Doutor em Zootecnia, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Pirassununga - SP, Brasil

### Resumo

Para avaliar o efeito do processamento do milho em dietas para equinos, sobre a digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra solúvel em detergente ácido, fibra solúvel em detergente neutro e amido, e a resposta plasmática glicêmica, foram utilizadas quatro éguas adultas, sem raça definida, com peso de  $450 \pm 51,15$  kg e idade de  $36 \pm 5$  meses, em delineamento quadrado latino ( $4 \times 4$ ), durante 44 dias. Os animais foram alimentados com quatro dietas isocalóricas, cuja única diferença consistiu no tipo de processamento do milho: trituração, laminação, floculação e extrusão. Diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) foram encontradas na digestibilidade aparente da matéria orgânica e fibra insolúvel em detergente ácido, sendo que a dieta que continha milho floculado apresentou melhor digestibilidade destes nutrientes que as dietas contendo milho laminado e milho triturado. O tratamento contendo milho extrusado apresentou resposta glicêmica e área abaixo da curva superiores as dos outros tratamentos, enquanto que a inclusão de milho triturado resultou em resposta glicêmica e área abaixo da curva inferiores as dos outros tratamentos. A extrusão e a floculação do milho constituem importante ferramenta na alimentação de equinos com alta exigência energética, por propiciarem um balanço energético maior, cujo uso deve ser criterioso para evitar os problemas associados a taxas de glicemia pós-prandial elevadas.

**Palavras-chave:** Amido. Cavalos. Glicemia. Nutrição.

### Abstract

In order to assess the effect of corn processing on apparent digestibility of dry matter, organic matter, crude protein, acid detergent fiber, neutral detergent fiber, starch, and glycemic response in horses, four crossbreeding adult mares weighing  $450 \pm 51.15$  kg, and aging  $36 \pm 5$  month, were fitted in a  $4 \times 4$  Latin square design during 44 days. The animals were fed four isocaloric diets, whose only difference was kind of processing of maize: grinding, rolling, flocculation or extrusion. Significant differences ( $p < 0.05$ ) were observed in apparent digestibility of organic matter and acid detergent fiber, where the diet containing flaked corn showed better digestibility these nutrients than diets containing corn rolled and ground corn. The diet containing extruded corn showed glycemic response and the area under the curve higher than the other treatments, while inclusion of ground corn resulted in lower glycemic response and area under the curve, when compared to other diets. Extrusion and flocculation of corn are important tools for feeding horses with high energy requirement, by providing a greater energy balance, whose use should be careful to avoid problems associated with high rates of post-prandial glycemia.

**Keywords:** Corn. Equine. Glucose. Nutrition.

### Introdução

Os ensaios de digestibilidade com equinos, por meio da coleta total de fezes, facilitam a determinação da digestibilidade aparente, e oferecem uma ideia de como se comportam os nutrientes ao longo de todo o trato digestório. A digestibilidade aparente é definida como a fração do alimento ingerida que não é recupe-

#### Correspondência para:

Alexandre Augusto de Oliveira Gobesso  
Departamento de Nutrição e Produção Animal – FMVZ – USP  
Avenida Duque de Caxias Norte, 225. Jd. Elite  
CEP 13630-000 – Pirassununga, SP  
E-mail: [cateto@usp.br](mailto:cateto@usp.br)

Recebido: 28/09/2011  
Aprovado: 27/06/2012

rada nas fezes<sup>1</sup>. A espécie equina apresenta dois tipos de processos digestórios: pré-cecal, que se desenvolve no intestino anterior onde os alimentos ingeridos são submetidos à ação das enzimas produzidas pelo próprio animal; e pós-ileal, que se desenvolve no intestino grosso, onde os alimentos não absorvidos na porção intestinal anterior são submetidos à degradação bacteriana<sup>2,3</sup>.

Esta divisão da digestibilidade pode influenciar a forma pela qual os nutrientes são absorvidos, podendo, inclusive, interferir diretamente na perda de energia digestível<sup>4</sup>. Quanto maior a quantidade de amido degradado e absorvido antes do intestino grosso, maior o rendimento da energia digestível, devido à menor perda de energia através da formação de gás e calor pelo metabolismo da microbiota, e tanto menor o risco de processos fermentativos<sup>2</sup>.

Para aumentar a digestibilidade e a absorção pré-cecal do amido, são utilizados diversos processamentos físicos na fabricação de rações, que consistem na quebra, moagem, trituração ou laminação dos grãos secos. As modificações físico-químicas que envolvem a aplicação de calor, água e pressão (floculação e extrusão), hidratam e gelatinizam as estruturas cristalinas do amido, aumentando a sua susceptibilidade às enzimas pancreáticas e, conseqüentemente, a sua digestibilidade e absorção na porção anterior do intestino<sup>5</sup>.

Certos estudos têm indicado que a análise química da composição de carboidratos dos alimentos oferecidos para os equinos pode não ser a melhor forma de prever a resposta glicêmica; por outro lado, as dosagens de glicose e insulina encontradas imediatamente após a alimentação podem ser extremamente importantes nesta avaliação<sup>6</sup>.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de dietas compostas por diferentes processamentos do grão de milho, em equinos, através da determinação da digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra solúvel em detergente neutro, fibra solúvel em detergente áci-

do e do amido da dieta total, assim como a resposta glicêmica e área abaixo da curva glicêmica.

## Material e Método

Todos os métodos experimentais envolvendo os animais utilizados neste estudo foram aprovados pela Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade de São Paulo.

O experimento foi conduzido no Setor de Equideocultura do Campus Administrativo de Pirassununga da Universidade de São Paulo, e no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, localizado no município de Pirassununga/SP.

Foram utilizadas quatro éguas sem raça definida, com idade de  $36 \pm 5$  meses e peso de  $448 \pm 51$  kg, sendo imunizadas contra tétano e raiva, e vermifugadas vinte dias antes do início do experimento.

A formulação das dietas foi elaborada para atender às exigências de manutenção para a categoria equina utilizada, segundo o *Nutrient Requirement for Horses*<sup>7</sup>, e está apresentada na tabela 1. Foram testadas quatro dietas experimentais, isocalóricas, compostas de feno de gramínea Tifton 85 (*Cynodon* sp) e concentrado, cuja única fonte de variação foi a forma de processamento do grão de milho. Os processamentos utilizados foram trituração, laminação, floculação e extrusão.

As éguas foram alojadas em baias individuais de alvenaria de 3x3m, com piso, comedouro e bebedouro de concreto. As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, com intervalos constantes, às 07h00min e 19h00min, sendo a dieta total de feno e concentrado dividida em partes iguais entre os dois horários. O consumo diário individual adotado foi de 2,0% do peso vivo, constituído de 50% de concentrado e 50% de feno. O concentrado e o volumoso foram fornecidos em comedouros separados, no mesmo horário. Também foi disponibilizado sal mineral comercial à

Tabela 1 - Análise bromatológica dos ingredientes do concentrado experimental e do volumoso utilizado na MS (%) (MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; MM: matéria mineral; EE: extrato etéreo; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido. Núcleo V/M: núcleo vitaminico-mineral)

	(%)	MS	MO	MM	EE	PB	FDN	FDA	Amido
Farelo Soja	6,0	89,0	82,6	6,4	-	49,5	18,9	11,4	1,6
Farelo Trigo	13,4	89,2	79,5	6,7	-	18,8	43,1	17,4	12,8
Milho	22,75	89,3	88,1	1,2	4,1	8,9	19,9	3,71	76,1
Sabugo	5,0	90,0	-	-	-	3,0	--	40,0	-
Núcleo V/M	2,85	-	-	-	-	-	-	-	-
Feno Tifton 85	50	89,18	85,35	3,83	0,99	5,57	81,92	43,12	1,58

vontade. Para minimizar o estresse provocado pelo confinamento, os animais foram exercitados ao passo diariamente, durante 15 minutos.

Durante o período de colheita de amostras de fezes, foi retirada a cama de serragem das baias. A colheita total de fezes foi realizada durante período de 24 horas, por três dias seguidos, sendo colhidas diretamente do piso da baia. Uma vez colhidas, as fezes foram acondicionadas em sacos plásticos, identificados por animal. Do total excretado, e após homogeneização, foi retirada uma alíquota de 10%, acondicionada em saco plástico e congelada para posterior análise.

No terceiro dia, foram colhidas amostras de sangue para dosagem de glicose. As amostras foram obtidas no período matutino, através de punção da veia jugular e utilizando tubos a vácuo com anti-coagulante (EDTA), às 06h30min, meia hora antes do fornecimento da dieta, e às 07h30min, 08h30min, 09h30min e 10h30min, totalizando cinco amostras por animal, obtidas de hora em hora após o fornecimento da dieta.

Ao final do experimento, as amostras de fezes e dos alimentos fornecidos foram descongeladas a temperatura ambiente, homogeneizadas manualmente, pesadas e secas em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas. A seguir, foram moídas em moinho com peneira de furos de 1 mm. Foram compostas amostras das fezes para cada animal e período, com base

no peso seco. Todas as amostras, após serem moídas e compostas, foram acondicionadas em recipientes de vidro, com tampa de polietileno e guardadas para posterior análise.

As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas segundo a metodologia descrita por Silva e Queiroz<sup>8</sup>. A análise do amido foi conduzida segundo o método enzimático descrito por Pereira e Rossi Jr<sup>9</sup>. Para a análise da glicose plasmática foi utilizada a técnica descrita por Bergmeyer<sup>10</sup>.

Foi utilizado delineamento em quadrado latino 4x4 (animais x tratamentos). O experimento foi realizado em quatro períodos de onze dias de duração cada, sendo os oito primeiros dias de adaptação à dieta, e os três dias subsequentes, para colheita de amostras de fezes. Para a resposta glicêmica, foram utilizadas medidas repetidas no tempo.

Os resultados da digestibilidade foram submetidos aos procedimentos do modelo geral linear, utilizando o programa *Statistical Analysis System*<sup>11</sup>, sendo anteriormente verificada a normalidade dos resíduos pelo teste de *Shapiro-Wilk*. As variâncias foram comparadas pelo teste F e as médias pelo teste de *Tukey*. As médias dos resultados da glicose plasmática foram comparadas pelo teste de *Tukey*, e analisados pela metodologia de área abaixo da curva (AAC) trapezoidal. O nível de significância adotado foi de 5%.

## Resultados e Discussão

Os valores médios de digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta estão apresentados na tabela 2. Não foi observada diferença entre as dietas em relação à digestibilidade aparente da matéria seca ou do amido. A dieta floculada resultou em maior digestibilidade aparente da matéria orgânica, semelhante à dieta extrusada, e superior às dietas triturada e laminada. A proteína bruta apresentou maior digestibilidade aparente nas dietas triturada, floculada e extrusada, sem diferenças entre elas, e menor digestibilidade aparente na dieta laminada. Entre as fibras solúveis, a digestibilidade aparente da fibra em detergente ácido foi maior na dieta floculada quando comparada às demais, no entanto, não houve diferença ( $P>0,05$ ) para a digestibilidade da fibra em detergente neutro.

Os resultados de digestibilidade aparente da matéria orgânica relacionados na tabela 2 demonstram maior digestibilidade desta fração nutricional naquelas dietas contendo milho submetido aos tratamentos térmicos, e menor nas dietas contendo milho processado através de métodos físicos. Estudos de digestibilidade em equinos avaliaram dietas contendo diferentes proporções de feno:aveia (100:0; 80:20; 60:40 e 40:60), e verificaram que a inclusão de aveia na dieta até certo nível (60:40) proporcionou

melhora na digestibilidade da MS, MO, PB. Porém, quando utilizado o tratamento com maior inclusão de aveia (40:60), foi observado declínio na digestibilidade da FDN e FDA, se comparada com a dieta contendo 100% de feno<sup>12</sup>.

Efeito similar também foi observado em equinos por Drogoul, De Fombelle e Julliand<sup>13</sup>, que relataram aumento na digestibilidade aparente da MO relacionado a maior porcentagem de grãos na dieta. No caso do grão de aveia, que contém amido de fácil digestão, o aumento na digestibilidade aparente da MS e MO observado por estes autores, está relacionado com a capacidade digestiva do animal. Quando comparado com este estudo, os resultados observados permitem afirmar que o processamento térmico do grão de milho aumenta o índice glicêmico para o amido de milho, melhorando a digestão e absorção da matéria orgânica no intestino delgado.

Quando a quantidade de amido ingerida supera a capacidade de absorção do intestino delgado, todo o amido não absorvido é transportado até o ceco e o cólon. Dessa forma, este amido é rapidamente fermentado pela flora amilolítica, produzindo grandes quantidades de gases e ácido láctico, reduzindo o pH e deprimindo a atividade da flora celulolítica, e conseqüentemente a digestão da fração fibrosa<sup>14</sup>. Este efeito também foi observado por Julliand et al.<sup>15</sup> que,

Tabela 2 - Valores médios da digestibilidade aparente dos nutrientes das dietas e coeficiente de variação (CV), em porcentagem (MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDA: fibra solúvel em detergente ácido; FDN: fibra solúvel em detergente neutro)

	Dietas				CV
	Triturada	Laminada	Floculada	Extrusada	
MS	61,3 <sup>a</sup>	60,9 <sup>a</sup>	64,8 <sup>a</sup>	63,0 <sup>a</sup>	5,1
MO	63,4 <sup>b</sup>	63,2 <sup>b</sup>	66,9 <sup>a</sup>	65,7 <sup>ab</sup>	5,2
PB	71,5 <sup>a</sup>	67,3 <sup>b</sup>	73,5 <sup>a</sup>	74,7 <sup>a</sup>	5,7
Amido	98,5 <sup>a</sup>	98,8 <sup>a</sup>	98,9 <sup>a</sup>	98,9 <sup>a</sup>	0,4
FDA	42,1 <sup>b</sup>	42,7 <sup>b</sup>	51,1 <sup>a</sup>	44,7 <sup>b</sup>	14,0
FDN	45,9 <sup>a</sup>	44,5 <sup>a</sup>	51,5 <sup>a</sup>	47,8 <sup>a</sup>	10,3

<sup>a,b</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ )

trabalhando com dietas contendo relações diferentes de volumoso:cevada (100:0; 70:30 e 50:50), verificaram redução do pH no ceco e cólon, a medida que maior quantidade de cevada foi adicionada à dieta, com diferença significativa entre os tratamentos 100:0 e 50:50.

Os valores de digestibilidade aparente da matéria orgânica e da fibra em detergente ácido encontrados neste estudo podem estar relacionados à digestibilidade aparente do amido. Assim, maior absorção desta fração no intestino delgado aumentaria a digestibilidade aparente da matéria orgânica (como no caso da dieta extrusada e, especialmente, a floculada), fazendo com que menor quantidade de amido chegasse ao intestino posterior, melhorando a digestibilidade da fibra, já que a interferência com a flora celulolítica seria evitada.

Em outro estudo, pesquisadores alimentaram cavalos com dieta à base de feno de *coast cross*, milho desintegrado inteiro, milho grão, farelo de trigo e farelo de soja com 10,28% de PB e 25,04% de FDA na dieta total, e observaram valores médios de digestibilidade da PB de 67,28% e de FDA de 39,9%<sup>16</sup>. O menor valor de digestibilidade aparente do presente estudo foi observado na dieta laminada (67,3%), resultado que coincide com as observações do autor citado. As dietas restantes apresentaram valores superiores (71,5%; 73,5% e 74,7%), que no caso das extrusada e floculada podem ser justificados pela

maior digestibilidade da MO, tal como apontado por Karlsson, Lindberg e Rundgren<sup>12</sup>.

A digestibilidade aparente do amido não é um parâmetro de aplicação prática em termos de nutrição de equinos, por ser sempre elevada, independentemente da sua estrutura química, da quantidade ingerida ou qualquer outro fator que altere a sua digestibilidade no intestino anterior, portanto, os resultados desta análise serão de pouco valor para determinar em que segmento do intestino a glicose do amido foi digerida e absorvida<sup>1</sup>.

Por outro lado, os valores plasmáticos de glicose podem ser utilizados como referência indireta da quantidade de amido digerido e absorvido no intestino anterior. Segundo Meyer<sup>2</sup>, os níveis de glicose, no jejum, oscilam entre 80 e 100 mg/dL, podendo chegar a 150 mg/dL três horas após o consumo de dieta rica em amido.

Os dados sobre a resposta glicêmica estão apresentados na tabela 3. Trinta minutos após a refeição, as glicemias das quatro dietas aumentaram, porém não apresentaram diferença entre elas. Uma hora depois, os valores médios glicêmicos das dietas laminada, floculada e triturada voltaram aos níveis basais, enquanto os da dieta extrusada se mantiveram elevados. Cento e cinquenta minutos pós-refeição, a glicemia da dieta extrusada se manteve em patamares elevados, enquanto a da dieta floculada diminuiu, igualando-se às demais. A redução da glicemia referente à dieta ex-

Tabela 3 - Valores médios de glicemia (mg/dL) de equinos recebendo dietas contendo milho extrusado, laminado, floculado e triturado (T<sub>0</sub>: 30 minutos antes da refeição; T<sub>1</sub>: 30 minutos após a refeição; T<sub>2</sub>: 90 minutos após a refeição; T<sub>3</sub>: 150 minutos após a refeição; T<sub>4</sub>: 210 minutos após a refeição)

Dieta	Tempo				
	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
Extrusada	81.00 <sup>b</sup>	104.75 <sup>a</sup>	101.25 <sup>a</sup>	106.25 <sup>a</sup>	94.25 <sup>a</sup>
Laminada	84.50 <sup>ab</sup>	105.25 <sup>a</sup>	80.00 <sup>b</sup>	85.00 <sup>b</sup>	82.75 <sup>a</sup>
Floculada	90.00 <sup>a</sup>	103.00 <sup>a</sup>	91.75 <sup>ab</sup>	84.00 <sup>b</sup>	88.50 <sup>a</sup>
Triturada	78.75 <sup>b</sup>	92.50 <sup>a</sup>	79.25 <sup>b</sup>	79.25 <sup>b</sup>	81.50 <sup>a</sup>

<sup>ab</sup> Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05)

trusada só foi observada a partir do minuto 210, momento em que as respostas glicêmicas de todas as dietas convergiram à igualdade. Apesar dos resultados de glicemia, em jejum ou basais, encontrados neste estudo estarem compreendidos na faixa de normalidade, aqueles correspondentes aos processamentos térmicos (dietas floculada e extrusada) apresentaram valores superiores à dieta triturada. Isto pode indicar influência direta do tipo de processamento sobre os níveis basais de glicemia, que podem ser acompanhados de resposta insulinêmica similar. Os valores da área abaixo da curva para a glicemia podem ser observados na figura 1 e indicam clara diferença entre as dietas extrusada e triturada, devido à maior quantidade de glicose sanguínea. Por outro lado, as dietas laminada e floculada não apresentaram diferença.

Em estudo com objetivo semelhante, cuja variação do tratamento foi a fonte de amido (milho, sorgo, aveia e milho+aveia), Gobesso, Etchichury e Tosi<sup>17</sup>

observaram que a concentração plasmática de glicose e insulina não foi afetada pelos níveis de proteína e energia da dieta. Da mesma forma, em outro estudo<sup>18</sup>, utilizando diferentes níveis de maltodextrina em substituição ao amido, os valores glicêmicos e insulínêmicos também não foram afetados.

A velocidade e quantificação do aumento dos níveis de glicose e insulina sanguínea após a refeição dependem da composição do alimento, quantidade consumida, repleção gástrica, concentração e tipo de carboidratos que compõem a dieta, além da capacidade de absorção de glicose e utilização pós-absorptiva. Baixas respostas insulínicas são reportadas em animais que consomem somente forragem, quando comparados com aqueles alimentados com altas quantidades de grãos<sup>19</sup>.

O valor de glicemia basal da dieta triturada observado neste estudo é similar àquele reportado por Williams et al.<sup>6</sup> em cavalos alimentados com dietas

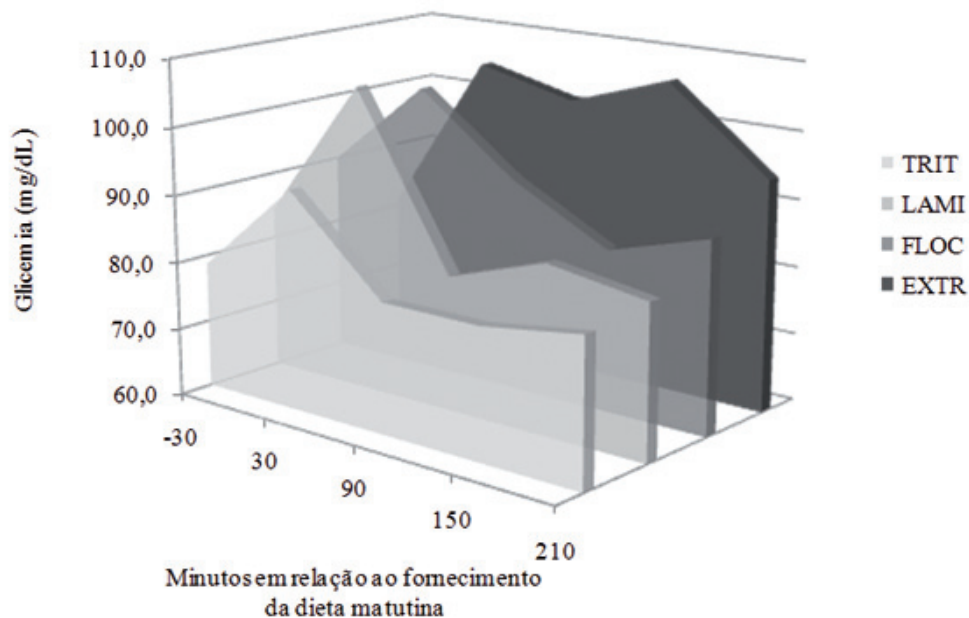


Figura 1 - Áreas abaixo da curva das respostas glicêmicas de quatro dietas para equinos formuladas com milho submetido a diferentes processamentos. TRIT: dieta contendo milho triturado; LAMI: dieta contendo milho laminado; FLOC: dieta contendo milho floculado; EXTR: dieta contendo milho extrusado

ricas em açúcar e amido ( $74.7 \pm 10.9$  mg/dL). Os demais valores desta dieta refletem dinâmica absorptiva diferente da comunicação realizada por Cunilleras, Taylor e Hinchcliff<sup>20</sup>, que observaram em cavalos alimentados com milho triturado pico de glicemia 120 minutos após a refeição, declinando até valores basais 300 minutos após a refeição.

A única dieta neste estudo que apresentou dinâmica similar foi a extrusada. As outras dietas apresentaram os respectivos picos glicêmicos trinta minutos após a refeição, com declínio a valores basais uma hora e meia depois. Este tipo de resposta pode ter ocorrido devido à baixa disponibilidade de glicose propiciada pelas dietas.

O processamento térmico do grão de milho, na forma de extrusão e floculação, propicia balanço energé-

tico superior aos tratamentos de trituração e floculação, por facilitarem a absorção de maior número de moléculas de glicose no intestino delgado, evitando a perda energética da fermentação no intestino posterior. Essa mesma ação, por outro lado, favorece a digestão da fibra solúvel no ceco e no cólon, aumentando assim o aporte energético na forma de ácidos graxos voláteis.

## Conclusões

A extrusão e a floculação do milho constituem importante ferramenta na alimentação de equinos com alta exigência energética, por propiciarem um balanço energético maior, cujo uso deve ser criterioso para evitar os problemas associados a taxas de glicemia pós-prandiais elevadas.

## Referências

- ANDRIGUETTO, J. M. **Nutrição animal**: as bases e os fundamentos da nutrição animal. São Paulo: Nobel, 2002. v. 1, 395 p.
- MEYER, H. **Alimentação de cavalos**. São Paulo: Varela, 1995. 303 p.
- LEWIS, L. D. **Nutrição clínica de equinos**: alimentação e cuidados. São Paulo: Roca, 2000. 710 p.
- RADICKE, S.; KIENZLE, E.; MEYER, H. Preileal apparent digestibility of oats and corn starch and consequences for cecal metabolism. In: EQUINE NUTRITION AND PHYSIOLOGY SYMPOSIUM, 13., 1991, Calgary. **Proceedings...** Calgary, 1991. p. 43.
- MENEZES JR., M. P. **Efeito do processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa de citros peletizada sobre o desempenho, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos de vacas de leite**. 1999. 97 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.
- WILLIAMS, C. A.; KRONFELD, D. S.; STANIAR, W. B.; HARRIS, P. A. Plasma glucose and insulin responses of Thoroughbred mares fed a meal high in starch and sugar or fat and fiber. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 8, p. 2196-2201, 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of horses**. 6. ed. Washington DC: National Academy Press, 2007. 341 p.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, UFV, 2002. 235 p.
- PEREIRA, J. R. A.; ROSSI JR., P. **Manual prático de avaliação nutricional dos alimentos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz - FEALQ, 1998. v. 19-20.
- BERGMAYER, H. V. **Methods of enzymatic analysis**. 2. ed. Salt Lake City: Academic Press, 1975. p. 1205-1214.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS: user's guide statistics**. Version 8. Cary: SAS Institute Inc, 2000. v. 2.
- KARLSSON, C. P.; LINDBERG, J. E.; RUNDGREN, M. Associative effects on total tract digestibility in horses fed different ratios of grass hay and whole oats. **Livestock Production Science**, v. 65, p. 143-153, 2000.
- DROGOUL, C.; DE FOMBELLE, A.; JULLIAND, V. Feeding and microbial disorders in horses 2: Effect of three hay: grain ratios on digesta passage rate and digestibility in ponies. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 21, n. 10, p. 487-491, 2001.
- PAGAN, J. D. Carbohydrates in equine nutrition. **Feed Mix**, v. 7, n. 4, p. 9-12, 1999.
- JULLIAND, D.; DE FOMBELLE, A.; DROGOUL, C.; JACOTOT, E. Feeding and microbial disorders in horses 3: Effects of three hay: grain rates on microbial profile and activities. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 21, n. 11, p. 543-546, 2001.
- ARAÚJO, L. O. D.; GONÇALVES, L. C.; REZENDE, A. S. C.; RODRIGUES, N. M.; MAURICIO, R. M. Digestibilidade aparente em equinos submetido a dieta composta de concentrado e volumoso, fornecido com diferentes intervalos de tempo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**, v. 49, n. 2, p. 225-237, 1997.
- GOBESSO, A. A. O.; ETCHICHURY, M.; TOSI, H. Resposta plasmática de glicose e insulina em equinos alimentados com diferentes fontes de amido. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 46, n. 4, p. 324-331, 2009.
- NUNES GIL, P. C.; GANDRA, J. R.; TARAN, F. M. P.; GONZAGA, I. V. F.; GOBESSO, A. A. O. Influence of high levels of maltodextrin in horse diets. **Livestock Science**, v. 147, p. 66-71, 2012.
- JONES, W. I. Glucose clearance. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 23, n.9, p. 412-413, 2003.
- CUNILLERAS, E. J.; TAYLOR, L. E.; HINCHCLIFF, K. W. Glycemic index of cracked corn, oat groats and rolled barley in horses. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 2623-2629, 2004.