



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação

**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO

MELAÇO DE CANA LÍQUIDO ASSOCIADO À CASCA DE  
SOJA OU AVEIA GRÃO NA ALIMENTAÇÃO DE EQUINOS

Uriel de Almeida Curcio

CAMPO GRANDE, MS  
2020

2020	MELAÇO DE CANA LÍQUIDO ASSOCIADO À CASCA DE SOJA OU AVEIA GRÃO NA ALIMENTAÇÃO DE EQUINOS	CURCIO
------	--	--------

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**MELAÇO DE CANA LÍQUIDO ASSOCIADO À CASCA  
DE SOJA OU AVEIA GRÃO NA ALIMENTAÇÃO DE  
EQUINOS**

Liquid sugarcane molasses associated with soybean hulls or grain oat in  
the feed of horses

**Uriel de Almeida Curcio**

**Orientador: Prof. Dr. Gumercindo Loriano Franco**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Mato Grosso  
do Sul, como requisito à obtenção do  
título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção  
Animal.

CAMPO GRANDE, MS  
2020

Certificado de aprovação

Uriel de Almeida Curcio

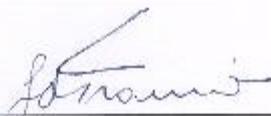
Melaço de cana líquido associado a casca de soja ou aveia grão na alimentação de equinos

Liquid sugarcane molasses associated with soybean hulls or grain oat in the feed of horses

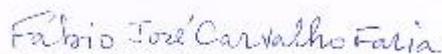
Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Mato Grosso  
do Sul, como requisito à obtenção do  
título de Mestre em Ciência Animal.

Aprovado(a) em: 03-03-2020

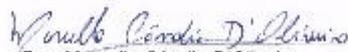
BANCA EXAMINADORA:



Dr. Gumercindo Loriano Franco  
Orientador (UFMS)



Dr. Fábio José Carvalho Faria  
(UFMS)



Dra. Marcella Cândia D'Oliveira  
(UEMS)

## **Agradecimentos**

Sou grato a Deus, grande mestre, pela vida e todas as bênçãos recebidas durante a realização desse projeto.

Aos meus pais, também pela vida, George Curcio, Claudia Curcio e Neuza Rita, em especial, ao meu pai, pois sem ele nada disso teria sido possível e a toda minha família.

Ao meu orientador Prof. Dr. Gumercindo Lorian Franco pela orientação nesses dois anos de projeto, grato por todos os conhecimentos repassados e o constante auxílio na execução dessa dissertação.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, pela oportunidade de conviver nessa casa e realizar o meu mestrado.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À Líquida Nutrição Animal pelo financiamento do experimento, e o principal produto desse experimento o melaço de cana líquido.

Aos professores Dr. Fábio José Carvalho Faria, Dra. Maria da Graça Morais e Dra. Marcella Cândia D'Oliveira pelas valiosas correções e sugestões na escrita desse trabalho.

A todos os professores que de alguma forma me auxiliaram, seja com disciplinas ministradas, auxílio no experimento ou conhecimentos repassados.

Aos amigos e colegas da Pós-Graduação, Anderson Luiz de Lucca Bento, Raizza Fátima Abadia Tulux Rocha, Ibrahim Miranda Cortada Neto, Marcelo Vedovatto, Camila da Silva Pereira, Eduardo de Assis Lima e Rafaela Nunes Coelho, pela amizade e suporte na execução deste trabalho.

Aos técnicos Rafael Godoy e Adriana Garabini pelo acompanhamento nas análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal.

Ao médico veterinário Dr. Marcelo Augusto de Araújo e sua equipe pelo trabalho com as coletas de sangue do experimento e os cuidados clínicos com os animais.

A todos os funcionários da universidade sempre prestativos e prontos para auxiliar de alguma forma.

A todos do Grupo de Estudos em Nutrição de Equinos (GENEq) que me auxiliaram na execução desse experimento, por todos os períodos de coletas, fins de semanas, feriados e noites em claro no ensaio de digestibilidade, sou grato por todo o tempo e dedicação que tiveram com esse trabalho.

Aos cavalos “Leviano”, “Jacaré”, “Joãozinho” e “Ventania” por serem o objeto de estudo dessa dissertação, por todos os dados coletados que permitiram que essa obra fosse realizada e pelo motivo de melhorar a vida desses animais.

A todos os meus amigos de Campo Grande/MS.

A todas as pessoas que participaram de alguma forma desse trabalho.

**Meus mais sinceros agradecimentos!!!**

**Os planos fracassam por falta de conselho,  
mas são bem-sucedidos quando há muitos  
conselheiros.**

**Rei Salomão**

## Resumo

CURCIO, URIEL DE ALMEIDA. Melaço de cana líquido associado à casca de soja ou aveia grão na alimentação de equinos. 2020. Dissertação - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2020.

O cavalo é um animal que foi domesticado há 5500 mil anos. Nesse processo teve seu habitat natural reduzido e sua forma de alimentação modificada, sendo inseridos em sua alimentação grãos de cereais, ricos em amido, o qual no decorrer do tempo tem levado a problemas metabólicos e digestivos, reduzindo a saúde e bem-estar desses animais. Assim pesquisas têm sido conduzidas para averiguar ingredientes que possam substituir o amido por outras fontes de energia, como a pectina encontrada na casca de soja e a sacarose presente no melaço de cana. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do fornecimento de melaço de cana-de-açúcar líquido associado à casca de soja ou aveia sobre as variáveis sanguíneas, consumo, ingestão de água, digestibilidade de nutrientes e variáveis fecais em cavalos realizando trabalho leve. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino  $4 \times 4$ , em esquema fatorial  $2 \times 2$ , composto por duas fontes de concentrado: casca de soja ou aveia grão associados ou não ao melaço de cana-de-açúcar líquido. Foram utilizados 4 cavalos da raça Pantaneiro, alojados em baias individuais, com peso corporal (PC) médio  $382 \pm 29$  kg e média de idade  $9 \pm 1$  anos. Os animais foram alimentados com feno de capim Llanero (15 g/kg de PC), concentrado (10 g/kg de PC) sendo casca de soja ou aveia grão e adicionado melaço ou água (1 g/kg de PC), dividido em duas refeições diárias, às 7h e 17h. As coletas foram realizadas em 4 períodos experimentais de 20 dias para determinação de metabólitos, insulina, eletrólitos, gases sanguíneos, pH e bicarbonato sanguíneos, velocidade de consumo de concentrado, consumo de feno, consumo de água, digestibilidade de nutrientes, produção e pH fecal. A utilização de aveia grão aumentou a insulina, proteína total, velocidade de consumo, digestibilidade de nutrientes em relação à casca de soja e diminuiu a produção fecal. A inclusão de melaço de cana líquido não alterou os níveis de nenhuma variável coletada no sangue, além disso, não teve efeito na digestibilidade de nutrientes, não aumentou o consumo de água. Os concentrados com melaço foram consumidos mais rapidamente e apresentaram maior produção de massa fecal e menor pH fecal. A suplementação com melaço de cana líquido a 1 g/kg de PC pode ser utilizada como fonte energética e palatilizante em dietas para cavalos sem alterar variáveis sanguíneas, sem prejuízo

na digestibilidade de nutrientes e estimulando a fermentação no intestino grosso.

Palavras-chave: açúcar; amido; cavalos; fibra; pectina; sacarose.

### Abstract

CURCIO, URIEL DE ALMEIDA. Liquid sugarcane molasses associated with soybean hulls or grain oat in the feed of equine. 2020. Dissertação - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2020.

The horse is an animal that was domesticated 5500 thousand years ago. In this process, their natural space and form of feeding was modified, cereal grains, rich in starch, were inserted in their food, which over time has led to metabolic and digestive problems, thus reducing the health and well-being of these animals. Research has been conducted to find ingredients that can replace starch with other sources of energy, such as the pectin found in soybean hulls and the sucrose present in sugarcane molasses. The aim of this study was to evaluate the effect of supplying liquid sugar cane molasses associated with soybean hulls or oat grain on blood variables, nutrient and water consumption, digestibility and fecal variables in horses performing light work. The experimental design used was the Latin square  $4 \times 4$ , in a  $2 \times 2$  factorial scheme, composed of two sources of concentrate: soybean hulls and oat grain and associated or not with molasses of liquid sugar cane. Four Pantaneiro horses were used, housed in individual stalls, with average body weight (BW)  $382 \pm 29$  kg and average age  $9 \pm 1$  years. The animals were fed with Llanero grass hay (15 g/kg BW), concentrate (10 g/kg BW) being soybean hulls or oat grain and molasses or water (1 g / kg water) was added, divided into two daily meals at 7 am and 5 pm. The collections were carried out in 4 experimental periods of 28 days for determination of metabolites, insulin, electrolytes, blood gases, blood pH and bicarbonate, speed of concentrate consumption, hay consumption, water consumption, nutrient digestibility, production and fecal pH. When significant differences were observed ( $P < 0.05$ ) the means were compared using the Tukey test at 5% significance. The use of grain oats increased insulin, total protein, speed of consumption, digestibility of nutrients in relation to soybean hulls and decreased fecal production. The inclusion of liquid cane molasses did not change the levels of any variables collected in the blood, in addition it had no effect on the digestibility of nutrients, did not increase water consumption and had an effect by changing the speed of concentrate consumption, with the molasses concentrates being consumed more quickly, it presented higher fecal mass production and lower fecal pH. Supplementation with liquid cane molasses at 1 g/kg BW can be used as an energy source and palatabilizer in diets

for horses without altering blood variables, without impairing nutrient digestibility and stimulating fermentation in the large intestine.

Keywords: fiber; horse; pectin; starch; sucrose; sugar

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
1. História de domesticação do cavalo .....	13
2. Utilização e digestão de concentrados na dieta de cavalos.....	14
2.1. Aveia e casca de soja como alimentos para cavalos .....	15
3. Melação de cana líquido como alimento para cavalos .....	16
Referências.....	18
MELAÇO DE CANA LÍQUIDO ASSOCIADO A AVEIA OU CASCA DE SOJA NA ALIMENTAÇÃO DE EQUINOS .....	22
Introdução.....	24
Material e métodos .....	25
Resultados .....	29
Discussão .....	30
Conclusão .....	36
Referências.....	36
Anexos .....	41

## INTRODUÇÃO

### 1. História de domesticação do cavalo

O cavalo historicamente é um animal de vida livre, que evoluiu na natureza em campos e pradarias. Algumas evidências atuais, em trabalhos de historiadores datam que esses animais foram domesticados nas estepes do norte do Cazaquistão a aproximadamente 5500 (Anthony et al., 2011).

Outro pesquisador cita que a relação entre os homens e cavalos se iniciou quando esses animais foram perseguidos e caçados para servir de alimento (Larousse, 2006). Os primeiros equinos provavelmente foram domesticados como fonte de carne para o inverno por pessoas que já possuíam rebanhos de gado bovino e ovelhas domesticados (Anthony et al., 2011).

Com o transcorrer do tempo o cavalo passou a ser empregado em diversas atividades como a tração, o transporte de carga e como arma de guerra, estreitando o contato com o ser humano (Larousse, 2006). As incursões tribais a cavalo podem ser antigas, mas a cavalaria organizada só apareceu depois de 1000 a.C. (Anthony et al., 2011).

Antes do desenvolvimento das armas de fogo, o cavalo era crucial para a guerra e antes da invenção do motor a vapor, era a forma mais rápida e confiável de transporte terrestre (Levine, 1999). Diante desse cenário, o cavalo passou a ser um animal de trabalho.

Hoje sua importância dificilmente diminuiu, em alguns países, como a Alemanha, a maioria de seus cavalos vivem em estábulos (Werhahn et al., 2010), evidenciando a característica de trabalho desses animais. No Brasil a tropa de equinos corresponde a 5.363.185 sendo mais de 3.900.000 animais de lida em fazendas (Lima e Cintra, 2016).

Em outras partes do mundo como a América do Sul, Ásia, África e Europa Oriental, é uma criação animal de grande impacto econômico para as atividades rurais, alguns serviços públicos como o policiamento montado e indústrias de esporte e lazer (Mills e McDonell, 2005; Larousse, 2006).

A utilização e a manutenção destes animais próximo aos grandes centros urbanos, geralmente em haras ou cavalariças que não dispõem de áreas abertas para pastagens, restringiu o espaço natural dos animais e seu tempo de alimentação, diferentemente de equinos na natureza onde passam de 10 a 16 horas por dia em busca de alimento (Frape, 2004; Larousse, 2006). A necessidade de concentrar a dieta desses animais em alimentos com maior densidade energética fez com que fossem introduzidos novos ingredientes como

39 grãos de cereais, os quais são diferentes daqueles frequentemente observados na natureza,  
40 como as gramíneas e alimentos fibrosos (Fleurance et al., 2001;; Dittrich et al., 2010;  
41 Bulmer et al., 2015).

42

## 43 2. Utilização e digestão de concentrados na dieta de cavalos

44

45 As práticas de alimentação atuais utilizadas para equinos consistem no fornecimento  
46 de elevadas quantidades de grãos de cereais, suplementos concentrados energéticos e  
47 forragem seca (Frank et al., 2010).

48 Dietas com alto grão tem se mostrado ineficientes para cavalos (Fombelle et al.,  
49 2001), levando a uma resposta glicêmica maior, síndrome metabólica e consequentemente  
50 resistência à insulina, laminite, obesidade, cólicas (Kerbyson et al., 2016) e aumento no  
51 comportamento reativo (Bulmer et al., 2015).

52 Grãos de cereais são frequentemente incluídos em dietas equinas para aumentar a  
53 energia (Harlow et al., 2016). O amido é a principal fonte de energia nesses grãos, a que são  
54 submetidos cavalos estabulados e representa a maior fonte de carboidratos de alguns  
55 alimentos, como aveia, cevada e milho (Julliard et al., 2006;). Os grãos de cereais têm uma  
56 grande participação de carboidratos hidrolisáveis e uma pequena percentagem de fibra em  
57 sua composição bromatológica (Frape 2004).

58 . Quando cereais são fornecidos aos equinos, os carboidratos dietéticos hidrolisáveis  
59 são digeridos inicialmente no intestino delgado (ID) pela ação de alfa-amilase secretada  
60 pelo pâncreas e, em seguida pelas dissacaridases, sacarase, maltase e lactase secretadas  
61 pelas células do epitélio do ID. No entanto, o cavalo apresenta uma baixa atividade da alfa-  
62 amilase quando comparado com outras espécies o que indica que na sua evolução adaptativa  
63 ele não foi um consumidor de grãos de cereais (Kienzle, 1993). Outra limitação é a proteína  
64 de co-transporte SGLT-1 (sódio/glicose), que transporta glicose e galactose no ID (Dyer et  
65 al., 2002).

66 Após a digestão enzimática, os monossacarídeos resultantes (D-glicose, D-frutose e  
67 D-galactose) são então absorvidos por transporte ativo indireto no enterócito, na borda em  
68 escova do epitélio intestinal, pela ação de mecanismos de transporte específicos para cada  
69 monossacarídeo. A glicose e a galactose são transportadas via Na<sup>+</sup>/glicose co-transporte  
70 (SGLT-1). Essa proteína tem maior concentração na região proximal do ID e possui uma  
71 capacidade relativamente baixa de absorção. Desta forma, a digestão do amido e absorção  
72 no ID tem limitação fisiológica, com o maior aproveitamento dos açúcares ocorrendo na  
73 porção proximal (Richardson e Murray, 2016).

74 A fermentação microbiana da fibra no intestino grosso (IG) tem como principal  
75 produto o ácido acético. Após absorvido o acetado pode ser utilizado tanto para a síntese  
76 de ácido graxo, quanto como fonte de energia, uma vez que, ele é precursor metabólico de  
77 acetil-CoA. Em condições aeróbicas o acetato pode ser utilizado na via do ácido  
78 tricarboxílico para a produção de adenosina trifosfato (ATP) (Suagee et al., 2010).

79 Diferente do que ocorre nos ruminantes, o acetato absorvido no IG passa pelo fígado  
80 sem ser metabolizado, atingindo a circulação periférica e servindo de fonte de energia para  
81 os tecidos. Corroborando com esta ideia, Pethick et al. (1993) constataram que em cavalos  
82 da raça PSI em repouso e alimentados com feno ou feno e aveia grão, o acetato foi o  
83 principal substrato oxidado (32%) pelo tecido muscular dos membros posteriores (Waller  
84 et al., 2009; Richardson & Murray, 2016).

85 Tentando desvendar o potencial energético do acetato no metabolismo de equinos  
86 em exercício Pratt et al. (2005) infundiram solução de acetato, via intravenosa, em cavalos  
87 submetidos ou não ao exercício. Observaram que a atividade física aumentou a velocidade  
88 de desaparecimento do acetato sanguíneo, diminuindo a meia vida do mesmo. Além de  
89 terem identificado aumento nos níveis circulantes de  $\beta$ -hidroxibutirato, ácidos graxos livres  
90 e triglicerídeos, o que demonstrou que este substrato energético não foi utilizado em outras  
91 vias metabólicas.

92

## 93 2.1 Aveia e casca de soja como alimento para cavalos

94

95 Cavalos de esporte e de trabalho alimentados apenas com volumosos, muitas vezes  
96 com capim de baixa qualidade, não tem atendidas suas exigências nutricionais, havendo  
97 necessidade de suplementação com grãos de cereais. A aveia é tradicionalmente  
98 reconhecida como um dos grãos mais importantes do mundo (Vervuert et al., 2003), pois  
99 contém um alto teor de proteínas, lipídios, fibras alimentares, minerais e vitamina A (Frape,  
100 2004).

101 Esse grão apresenta em torno de 40% de amido e um maior teor de fibra, presente  
102 principalmente na casca do grão, quando comparado a outros cereais sendo bastante usado  
103 como suplemento energético para equinos (Särkijärvi & Saastamoinen, 2006). Alguns  
104 estudos demonstraram que também apresenta maior digestibilidade do amido em relação ao  
105 milho (Jose-Cunilleras et al., 2004).

106 Apesar de todos esses benefícios e de suas características nutricionais apresenta  
107 médio teor de amido e baixa relação Ca:P, (0,1 e 4,1 g/kg respectivamente) e que pode  
108 causar problemas metabólicos nos animais, quando utilizada sem suplementação mineral

109 (NRC, 2007, Janczarek et al., 2018, Olczak et al.,2018). O NRC (2007) recomenda  
110 praticamente a relação 2:1 para cavalos em exercício leve enquanto que Lopes et al. (2003)  
111 citou que a essa relação não deve ser menor que 1:1 nas dietas de equinos.

112 Por outro lado um coproduto do grão de soja, a casca de soja, apresenta  
113 características muito interessantes, seja por sua adequada relação Ca:P (6,3 e 1,7 g/kg  
114 respectivamente), ou pela alta participação de pectina, uma fibra solúvel que melhora a  
115 retenção de água e a motilidade do trato gastrointestinal dos cavalos (NRC, 2007, Coverdale  
116 et al. 2004).

117 A grande presença de pectina nesse ingrediente poderá gerar substratos energéticos,  
118 que serão utilizados como fonte de energia para os animais. Alimentos ricos  
119 em polissacarídeos não amiláceos, como a casca de soja, promovem uma diminuição nos  
120 níveis de amido sem comprometer a densidade calórica da ração (Kabe et al., 2016).

121 Alimentos ricos em pectina, quando comparados com os cereais tradicionais, tendem  
122 a manter a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), sem apresentar os riscos de  
123 aparecimento de problemas metabólicos como acidose intestinal e laminite (Hintz et al.,  
124 1971; Glinsky et al. 1976;; Miraglia et al., 2006).

125

126

### 127 3. Melaço de cana líquido como alimento para cavalos

128

129 O melaço de cana é o líquido obtido como efluente final do refinamento de açúcar  
130 cristalizado a partir da cana-de-açúcar. Caracteriza-se como um xarope em torno de 75% de  
131 matéria seca (MS), consiste em 50% açúcares totais, predominantemente sacarose, uma vez  
132 que contêm quantidades significativas de açúcares redutores, como glicose, frutose e outros  
133 carboidratos (Frape, 2004; Varae et al., 2019)

134 O melaço tem sido usado como complemento para a alimentação animal, um  
135 ingrediente líquido nas fábricas de rações com função de melhorar a palatabilidade, reduzir  
136 a poeira, ajudar no processo de peletização e melhorar a vida útil do produto (Sipaúba-  
137 Tavares et al., 2019)

138 No entanto, ainda há dúvidas sobre a utilização no melaço sobre a resposta glicêmica  
139 de cavalos, independente da categoria. Paradoxalmente foi encontrado somente um  
140 comunicado de Pagan (2012) que trata do uso do melaço líquido em associação ou não com  
141 aveia ou milho sobre a taxa de consumo e resposta glicêmica. Neste ensaio os animais foram  
142 alimentados em quatro refeições, sendo que em cada refeição eles recebiam os seguintes  
143 tratamentos: [1] 1,0 kg aveia; [2] 1,0 kg milho; [3] 0,9 kg aveia + 0,1 kg melaço; [4] 0,9 kg

144 milho + 0,1 kg de melaço. A glicemia foi mensurada por quatro horas após a alimentação e a  
145 resposta glicêmica dos cavalos quando alimentados com aveia ou milho, sem efeito do  
146 melaço, foi semelhante, mesmo o milho tendo 40% mais de carboidratos não estruturais que  
147 a aveia. Segundo o autor, isso ocorreu porque o amido da aveia é muito mais digestível do  
148 que o amido do milho quebrado.

149 A adição de melaço à aveia não alterou a resposta glicêmica. Até três horas após a  
150 alimentação as curvas de glicose foram praticamente as mesmas para os dois tratamentos e,  
151 após três horas, a glicose permaneceu ligeiramente elevada nos cavalos alimentados apenas  
152 com aveia. Quando o melaço foi adicionado ao milho, houve um grande aumento na  
153 resposta glicêmica. O porquê adicionar melaço afetou o milho e a aveia de forma diferente  
154 pode ser explicado pela taxa com que os cavalos consumiram cada dieta. Quando  
155 alimentados somente com aveia e milho, a taxa média de ingestão do cavalo foi igual a 107  
156 e 105 g/minuto, respectivamente. Quando o melaço foi adicionado à aveia, a ingestão  
157 aumentou para 122 g/minuto e quando o melaço foi adicionado ao milho, a taxa de ingestão  
158 aumentou para 156 gramas/minuto, um aumento de 49%. Com esta alta taxa de ingestão, o  
159 açúcar no melaço foi digerido rapidamente, resultando em um grande aumento na glicemia.

160 Combinando melaço com uma fonte de amido mais digestível (aveia), a menor taxa  
161 de ingestão tamponou a resposta glicêmica do melaço. Portanto, os dados de Pagan (2012)  
162 sugerem que a forma como o melaço afeta a glicemia em cavalos dependerá, em grande  
163 medida, das outras fontes de carboidratos que estão na alimentação e a rapidez com que o  
164 cavalo come o concentrado.

165 Baseados nas informações disponíveis na literatura foram levantadas as seguintes  
166 hipóteses: a associação do melaço com a casca de soja ou aveia grão poderá alterar o nível  
167 de glicose e insulina e o efeito do melaço poderá levar a aumento dos níveis de glicose,  
168 insulina comprometendo assim o metabolismo dos animais? O melaço pode levar prejuízo à  
169 saúde dos animais? A suplementação com melaço líquido de cana altera a velocidade de  
170 consumo e o consumo de água? O melaço altera a digestibilidade dos nutrientes em  
171 equinos? Há alguma limitação para a utilização do melaço de cana líquido na suplementação  
172 de cavalos?

173 Esse estudo teve como objetivo avaliar o melaço de cana líquido à casca de soja ou a  
174 aveia grão, ingredientes com características bromatológicas muito distintas, sobre variáveis  
175 sanguíneas, digestibilidade e variáveis fecais em equinos realizando trabalho leve.

## REFERÊNCIAS

- 176  
177  
178  
179  
180 ANTHONY, D. W.; BROWN, D. R. The secondary products revolution, horse riding, and  
181 mounted warfare. **Journal of World Prehistory**, v. 24, n. 2-3, p. 131, 2011.  
182
- 183 BULMER, L. et al. The effects of a high-starch or high-fibre diet on equine reactivity and  
184 handling behaviour. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 165, p. 95-102, 2015.  
185
- 186 COVERDALE, J. A. et al. Soybean hulls as an alternative feed for horses. **Journal of Animal**  
187 **Science**, v. 82, n. 6, p. 1663-1668, 2004.  
188
- 189 DITTRICH, J. et al. Comportamento ingestivo de equinos e a relação com o aproveitamento  
190 das forragens e bem-estar dos animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 130-137,  
191 2010.  
192
- 193 DYER, J. et al. Molecular characterization of carbohydrate digestion and absorption in equine  
194 small intestine. **Equine Veterinary Journal**, v. 34, n. 4, p. 349-358, 2002.  
195
- 196 FOMBELLE, A; JULLIAND, V.; DROGOUL, C.; JACOTOT, E. Feeding and microbial  
197 disorders in horses: 1-Effects of an abrupt incorporation of two levels of barley in a hay diet on  
198 microbial profile and activities. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 21, n. 9, p. 439-  
199 445, 2001.  
200
- 201 FLEURANCE, G.; DUNCAN, P.; MALLEVAUD, B. Daily intake and the selection of feeding  
202 sites by horses in heterogeneous wet grasslands. **Animal Research**, v.50, n.2, p. 149-156,  
203 2001.  
204
- 205 FRANK, N. et al. Equine metabolic syndrome. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v.  
206 24, n. 3, p. 467-475, 2010.  
207
- 208 FRAPE, D. **Equine nutrition e feeding**. 3.ed. Victoria: Blackwell Publishing, 2004. 650p.  
209

- 210 GLINSKY, M.J.; SMITH, R.M.; SPIRES, H.R.; DAVIS, C.L. Measurement of volatile fatty  
211 acid production rates in the cecum of the pony. **Journal of Animal Science**, v. 42, n. 6, p.  
212 1465-1470, 1976.
- 213
- 214 HINTZ, H.F.; ARGENZIO, R.A.; SCHRYVER, H.F. Digestion coefficients, blood glucose  
215 levels and molar percentage of volatile acids in intestinal fluid of ponies fed varying forage  
216 grain ratios. **Journal of Animal Science**, v. 33, n. 5, p. 992-995, 1971.
- 217
- 218 JANCZAREK, I. et al. Taste Preferences of Horses in Relation to Their Breed and Sex.  
219 **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 64, p. 59-64, 2018.
- 220
- 221 JULLIAND, V.; DE FOMBELLE, A.; VARLOUD, M. Starch digestion in horses: the impact  
222 of feed processing. **Livestock Science**, v. 100, n. 1, p. 44-52, 2006.
- 223
- 224 KERBYSON, N.C.; KNOTTENBELT, D.K.; CARSLAKE, H.B.; CONWELL, R.C.;  
225 SUTTON, D.G.M; PARKIN, T.D.H. A comparison between omeprazole and a dietary  
226 supplement for the management of squamous gastric ulceration in horses. **Journal of Equine**  
227 **Veterinary Science**, v. 40, p. 94-101, 2016.
- 228
- 229 KIENZLE, E. Carbohydrate metabolism of the cat. 1. Activity of amylase in the  
230 gastrointestinal tract of the cat. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.69,  
231 p.92-101, 1993.
- 232
- 233 LAROUSSE DOS CAVALOS. [Tradução Adriana de Oliveira]. São Paulo: **Larousse do**  
234 **Brasil**, 2006. 288p.
- 235
- 236 LIMA, RA de S.; CINTRA, A. G. Revisão do estudo do complexo do agronegócio do  
237 cavalo. **Ministério da Agricultura, Brasília, DF**, 2016.
- 238
- 239 MILLS, D. S.; MCDONNELL, S. M.; MCDONNELL, S. (Ed.). **The domestic horse: the**  
240 **origins, development and management of its behaviour**. Cambridge University Press,  
241 2005.
- 242

- 243 MIRAGLIA, N.; BERGERO, D.; POLIDORI, M.; PEIRETTI, P.G.; LADETTO, G. The  
244 effects of a new fiber rich concentrate on the digestibility of horse rations. **Livestock Science**,  
245 v. 100, n. 1, p. 10-13, 2006.
- 246
- 247 OLCZAK, K.; CHRISTENSEN, J. W.; KLOCEK, C. Food motivation in horses appears stable  
248 across different test situations. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 204, p. 60-65, 2018.
- 249
- 250 PAGAN, J.D. (2012). **Using Molasses in Horse Feeds**.  
251 <http://www.equinews.com/article/using-molasses-horse-feeds>. Acessado em 20-01-2018.
- 252
- 253 PETHICK, D.W.; ROSE, R.J; BRYDEN, W.L.; GOODEN, J.M. Nutrient utilisation by the  
254 hindlimb of thoroughbred horses at rest. **Equine Veterinary Journal**, v. 25, n. 1, p. 41-44,  
255 1993.
- 256
- 257 PRATT, S.E.; LAWRENCE, L.M.; WARREN, L.K.; POWELL, D.M. The effect of exercise  
258 on the clearance of infused acetate in the horse. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 25,  
259 n. 6, p. 266-271, 2005.
- 260
- 261 RICHARDSON, K.; MURRAY, J.M.D. Fibre for performance horses: A review. **Journal of**  
262 **Equine Veterinary Science**, v. 46, p. 31-39, 2016.
- 263
- 264 SÄRKIJÄRVI, S., SAASTAMOINEN, M. Feeding value of various processed oat grains in  
265 equine diets. **Livestock Science**, v. 100, n. 1, p. 3-9, 2006.
- 266
- 267 SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; TEDESQUE, M. G.; SCARDOELI-TRUZZI, B. Avaliação do  
268 efeito do melaço de cana-de-açúcar como fonte de carbono para *Ankistrodesmus gracilis* e  
269 *Haematococcus pluvialis* (Chlorophyceae). **Brazilian Journal of Biology**, n. ahead, 2019.
- 270
- 271 VARAEE, M. et al. Supercritical fluid extraction of free amino acids from sugar beet and sugar  
272 cane molasses. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 144, p. 48-55, 2019.
- 273
- 274 WALLER, A.P.; GEOR, R.J.; SPRIET, L.L.; HEIGENHAUSER, G.J.F.; LINDINGER, M.I.  
275 Oral acetate supplementation after prolonged moderate intensity exercise enhances early  
276 muscle glycogen resynthesis in horses. **Experimental Physiology**, v. 94, n. 8, p. 888-898,  
277 2009.

278  
279 WERHAHN, H., HESSEL, E. F., BACHHAUNSEN, I., & VAN DEN WEGHE, H. F. Effects  
280 of different bedding materials on the behavior of horses housed in single stalls. **Journal of**  
281 **Equine Veterinary Science**, v. 30, n.8, p. 425-431, 2010.

## ARTIGO

**Melaço de cana líquido associado à aveia grão ou casca de soja na alimentação de equinos**Uriel de Almeida Curcio<sup>1</sup>, Gumercindo Lorian Franco<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campo Grande, MS, Brasil.

**RESUMO** - O objetivo deste estudo foi avaliar o fornecimento de melaço de cana líquido associado à aveia grão ou a casca de soja sobre a bioquímica sanguínea, hemograma e leucograma, metabólitos, eletrólitos sanguíneos, consumo, digestibilidade dos nutrientes e pH fecal em cavalos sob trabalho leve. O delineamento experimental foi o de quadrado latino 4 × 4, em esquema fatorial 2 x 2, composto por duas fontes de concentrado: aveia grão e casca de soja associadas ao melaço de cana líquido ou a água. Foram utilizados 4 cavalos da raça Pantaneiro, alojados em baias individuais, com peso corporal (PC) médio 382±29 kg e idade média de 9±1 anos. Os animais foram alimentados com feno de capim Llanero (15 g/kg de PC), concentrado (10 g/kg de PC) adicionado o melaço de cana ou água (1 g/kg de PC), dividido às 7 e 17h. As coletas foram realizadas em 4 períodos experimentais de 20 dias sendo 14 dias de adaptação, um dia para colheita de sangue, cinco dias para colheita de fezes. A aveia grão diferiu significativamente em relação a casca de soja sobre a concentração de insulina, proteína total (PT), tempo de consumo, digestibilidade dos nutrientes e a produção de massa fecal ( $p < 0,05$ ). As outras variáveis estudadas não foram alteradas pela presença de aveia grão ou casca de soja ( $p > 0,05$ ). A ingestão de melaço de cana líquido não teve efeito sobre as variáveis sanguíneas, consumo de água, consumo de feno, digestibilidade dos nutrientes e produção fecal total ( $p > 0,05$ ). O tempo de consumo das dietas e o pH fecal foram reduzidos com a inclusão de melaço ( $p > 0,05$ ). A suplementação com melaço de cana líquido a 1 g/kg de PC pode ser utilizada como palatabilizante e fonte energética para cavalos sem alterar a resposta glicêmica e insulinêmica, o consumo de ingredientes e água e digestibilidade de nutrientes.

**Palavras-chave:** amido, cavalos, fibra, pectina, sacarose

320 **ABSTRACT** – The aim of this study was to evaluate the supply of liquid cane molasses  
321 associated with grain oats or soybean hullson biochemistry, blood count and leukogram,  
322 metabolites, blood electrolytes, consumption, digestibility of nutrients and fecal pH in horses  
323 under light work. The experimental design was a  $4 \times 4$  Latin square, in a  $2 \times 2$  factorial scheme,  
324 composed of two sources of concentrate: grain oat and soybean hull associated with liquid  
325 sugarcane molasses or water. Four Pantaneiro horses were used, housed in individual stalls,  
326 with average body weight (BW)  $382 \pm 29$  kg and average age of  $9 \pm 1$  years. The animals were  
327 fed with Llanero grass hay (15 g / kg BW), concentrate (10 g / kg BW) added with sugarcane  
328 molasses or water (1 g/kg BW), divided at 7 am and 5 pm. The collections were carried out in 4  
329 experimental periods of 20 days, 14 days of adaptation, one day for blood collection, five days  
330 for feces collection and one week for rest of the animals. There was an effect of a concentrate  
331 source on blood variables for insulin concentration and total protein (PT), consumption time,  
332 nutrient digestibility and fecal mass production were altered by different concentrate sources.  
333 The other variables studied were not altered by the presence of oat grain or soybean hull.  
334 Ingestion of sugarcane molasses liquid had no effect on blood variables. Sugarcane molasses  
335 liquid reduced the consumption of diets and there was no effect on water consumption and hay  
336 consumption. There was no effect of molasses on the digestibility of nutrients. Supplementation  
337 with sugarcane molasses liquid resulted in a lower pH in the feces and did not influence total  
338 fecal production. Supplementation with liquid cane molasses at 1 g / kg BW can be used as a  
339 flavoring and energy source for horses without altering the glycemic and insulinemic response,  
340 the consumption of ingredients and water and the digestibility of nutrients.

341 **Keywords** - sugar, starch, horses, fiber, pectin

342  
343  
344  
345  
346  
347  
348  
349  
350  
351  
352  
353  
354  
355  
356  
357  
358  
359  
360

## 361 INTRODUÇÃO

362 O cavalo selvagem historicamente era um animal de vida livre, que foi domesticado.  
363 Com a presença nas cidades, seu espaço e consumo de forragem foram reduzidos. Alguns países,  
364 como a Alemanha, possuem a maioria de seus cavalos vivendo em estábulos (Werhahn et al.,  
365 2010). O ócio e a alimentação com elevada participação de grãos de cereais, tem levado ao  
366 desenvolvimento de doenças metabólicas e digestivas (Jouany et al., 2009), estereotípias (Nagy  
367 et al., 2008), além de estresse alimentar (Hothersall e Nicol, 2009).

368 Alimentos contendo amido, como os grãos cereais, raramente são encontrados na dieta  
369 natural desses animais. O cavalo possui baixa concentração de  $\alpha$ -amilase pancreática, enzima  
370 que atua na quebra do amido em dissacarídeos e de  $\alpha$ -dextrina no intestino delgado (Richards et  
371 al., 2006). Destrez et al. (2015) sugeriram nível de amido até 0,2% de peso corporal (PC) por  
372 refeição, sem afetar a atividade fibrolítica microbiana.

373 Ingredientes ricos em fibra como a pectina, têm sido avaliados na alimentação de equinos  
374 como fonte de energia em substituição ao amido (Kabe et al., 2016). Segundo Elghandour et al.  
375 (2017) a casca de soja em substituição ao milho apresentou melhor eficiência e cinética de  
376 fermentação. Alimentos que atenuem as respostas glicêmicas e insulinêmicas podem trazer  
377 benefícios à saúde do cavalo e evitar doenças metabólicas (Rodiek e Stull, 2007).

378 Assim como a fibra, outras fontes de energia têm sido pesquisadas como forma de  
379 substituição do amido. O melaço de cana é o líquido que é obtido como subproduto da fabricação  
380 do açúcar cristalizado a partir da cana-de-açúcar. Caracteriza-se como um xarope, que possui  
381 aproximadamente 75% de matéria seca (MS), 50% de açúcares totais, predominantemente  
382 sacarose. Tem sido utilizado na indústria do cavalo como suplemento energético, palatilizante  
383 e aglutinante em rações, melhorando a qualidade da peletização (Sipáuba-Tavares et al., 2019).

384 A hipótese do presente estudo foi verificar se associação do melaço com aveia grão ou  
385 casca de soja poderá alterar o nível de glicose e insulina e se o efeito do melaço leva a aumento  
386 dos níveis de glicose, insulina comprometendo assim o metabolismo dos animais, sobre a a saúde

387 dos cavalos e há alguma limitação para a utilização do melaço de cana líquido na suplementação  
388 de cavalos.

389 O objetivo desse trabalho foi avaliar o fornecimento de melaço de cana líquido associado  
390 à aveia grão ou a casca de soja sobre a bioquímica sanguínea, hemograma e leucograma,  
391 insulina, eletrólitos, velocidade de consumo de concentrado, consumo, digestibilidade de  
392 nutrientes, pH e produção fecal total em cavalos realizando trabalho leve.

393

## 394 MATERIAL E MÉTODOS

395 A pesquisa foi realizada no Laboratório de Metabolismo Animal da Faculdade de  
396 Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), em  
397 Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil (20°30'37.5"S 54°37'13.6"W). Os procedimentos  
398 experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no uso de Animais (CEUA) da UFMS  
399 (N° de protocolo 924/2017).

400 Foram utilizados quatro cavalos machos castrados, com idade  $9 \pm 1$  ano, da raça  
401 Pantaneira, com PC médio de  $382 \pm 29$  kg. Antes do experimento os animais passaram por  
402 exame clínico, para assegurar que estivessem hígidos, foram pesados semanalmente, antes do  
403 trato da manhã, para ajuste da quantidade de alimento oferecido.

404 As instalações consistiram em baias individuais (2,5 m x 4,0 m), com piso de concreto  
405 coberto com maravalha (retirada no período de colheita de fezes), equipadas com bebedouro,  
406 cocho de concreto para oferta de feno, cocho móvel de plástico para oferecimento de  
407 concentrado. As instalações permitiam contato visual entre os animais reduzindo o estresse dos  
408 mesmos.

409 O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 4 x 4, tendo quatro  
410 tratamentos, quatro animais e quatro períodos. Os tratamentos experimentais utilizados foram  
411 organizados em esquema fatorial 2 x 2, composto por duas fontes de concentrados: aveia grão  
412 [*Avena sativa* (L.) ] e casca de soja [*Glycine max* (L.) ] e associados ou não (com ou sem) ao

413 melação de cana líquido [*Saccharum officinarum* (L.) ]. A composição química dos ingredientes é  
414 descrita na Tabela 1.

415 Cada período experimental teve duração 20 dias, sendo 14 dias de adaptação e 6 dias de  
416 colheita de dados. Entre os períodos experimentais os animais passaram por período de limpeza  
417 do trato gastrointestinal de 7 dias, foram soltos em piquetes e alimentados apenas com feno. Os  
418 cavalos receberam diariamente 1,5 kg MS/100 kg de PC de feno de capim-Llanero (*Urochloa*  
419 *humidicola* (Rendle) Morrone & Zuloaga cv. Llanero), 1 kg MS/100 kg PC de suplemento  
420 concentrado (aveia grão ou casca de soja) associados ao melação de cana líquido ou água (1 g/kg  
421 de PC), suplemento mineral (100 g/cavalo dia; Macal®) e para os cavalos que recebiam aveia  
422 grão também era incorporado ao concentrado mais 50 g de carbonato de cálcio. A alimentação  
423 dos animais foi dividida igualmente em duas porções diárias, às 7h e 17h. A ingestão de alimento  
424 foi estimada de forma a atender as exigências de um equino adulto em atividade física leve,  
425 segundo NRC (2007).

426 Os animais foram submetidos à rotina de atividade física leve (NRC, 2007), com  
427 frequência cardíaca de até 70 bpm, assegurados por medição com monitor cardíaco digital  
428 integrado a GPS (Garmin Forerunner 910XT®) conforme descrito por (Allen et al. 2016). A  
429 atividade física consistiu no deslocamento dos cavalos conduzidos pelo cabresto, por 20 minutos  
430 ao passo e 40 minutos ao trote três vezes por semana. Nos dias em que não havia deslocamento  
431 os animais eram soltos numa área de 4000 m<sup>2</sup> para se exercitar e realizar seus comportamentos  
432 naturais, mas sem o consumo de pasto.

433 No 15º dia do período experimental houve coletas de sangue, os animais foram pesados, 2h  
434 antes da primeira alimentação foi implantado cateter (1.8 x 2.35 mm /12G, Braun) na veia jugular  
435 esquerda em todos os animais e antes das coletas os cateteres foram lavados com solução  
436 fisiológica contendo heparina sódica a 0,1%. Para hemogasometria utilizou-se seringas (A-Line  
437 Luer Lock / 1 mL, BD), para determinações bioquímicas [aspartato aminotransferase (AST),  
438 gama glutamil transferase (GGT), proteína total (PT) e ureia)] coletou-se sangue com seringa

439 com heparina e tubo a vácuo, modelo vacuette, contendo heparina de lítio (Roche Diagnostics;  
440 analisador químico COBASTM C111), para concentração de insulina utilizou-se tubo de vidro  
441 siliconado sem anticoagulante com capacidade de 9 mL (Coelho et al., 2012; De Oliveira  
442 Ramalho et al., 2013), após a colheita as amostras foram centrifugadas a 3.500 rpm por 10  
443 minutos para separação do soro/plasma, sendo o plasma despejado em microtubos eppendorf de 2  
444 mL. Todas as variáveis fisiológicas e sanguíneas foram coletadas simultaneamente em todos os  
445 cavalos 5 minutos antes (-5), 30, 60, 120, 180, 240, 300 minutos após a oferta de concentrado  
446 (Gobesso et al., 2015). AST, GGT, PT e ureia foram analisados apenas para o tempo basal (- 5  
447 min). Em seguida, o sangue foi armazenado a -20°C e imediatamente encaminhado ao laboratório  
448 para as análises. As variáveis glicose, lactato, eletrólitos e pH sanguíneo foram determinadas por  
449 hemogasometria. Nas amostras para determinação de insulina utilizou-se a técnica  
450 radioimunoensaio (Kit Insulina Irma).

451 Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes foram determinados do 16º ao 20º  
452 dia, individualmente, por meio do controle da ingestão e excreção fecal de cada cavalo. A  
453 ingestão foi quantificada através do controle de consumo de concentrado e feno oferecidos dentro  
454 dos tratamentos, subtraídos pelas sobras de feno. A excreção foi quantificada por coleta total de  
455 fezes, sendo essas recolhidas imediatamente após a excreção, pesadas e uma alíquota de 10%  
456 congelada a -20°C. As amostras de alimentos e fezes passaram por análise química de acordo  
457 com os métodos descritos pela AOAC (2000), para matéria seca (MS) (AOAC, 930.15), proteína  
458 bruta (PB) (AOAC, 976.05), matéria mineral (MM) (AOAC, 942.05) e extrato etéreo (EE)  
459 (AOAC, 920.39), e por Van Soest (1991) para fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em  
460 detergente ácido (FDA).

461 Os tempos de consumo, de concentrado de feno e de água foram determinados entre o 16º e  
462 o 20º dia. O tempo de consumo de concentrado foi cronometrado em minutos, sendo o tempo  
463 gasto por cada animal para consumir o concentrado dentro dos tratamentos. O consumo de MS de  
464 feno foi mensurado através da diferença entre o peso do feno ofertado e as sobras recolhidas no

465 cocho. A determinação do consumo diário de água foi realizada através de reservatórios  
 466 individuais conectados aos bebedouros que eram reabastecidos completamente a cada dia. O  
 467 volume reabastecido no tanque no dia seguinte quantificava a ingestão de água pelos animais no  
 468 dia anterior.

469 Do 16º ao 20º dia do período experimental, logo após a excreção, as fezes foram recolhidas e  
 470 pesadas para determinar a produção fecal de cada cavalo. E no 19º dia de cada período foi  
 471 realizada a mensuração de pH, onde uma alíquota de 150 gramas de fezes frescas foi espremida  
 472 utilizando espremedor manual confeccionado em aço inoxidável, e do líquido extraído e coado  
 473 foi determinado o pH fecal utilizando peagâmetro digital calibrado com solução tampão pH 4 e  
 474 pH 7 (Hydock et al., 2014).

475 Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o procedimento GLIMMIX do SAS  
 476 University (2016). Os dados de AST, GGT, PT, ureia, digestibilidade, tempo de ingestão de  
 477 concentrado, ingestão de feno, ingestão de água e produção fecal foram analisados utilizando  
 478 ANOVA. O modelo estatístico utilizado foi:

$$479 \quad Y_{ijkl} = \mu + T_i + P_j + A_k + e_{ijk}$$

480 Em que,  $Y_{ijk}$  = observação do efeito tratamento  $i$ , período  $j$ , animal  $k$ ;  $\mu$  = média geral,  $T_i$  =  
 481 efeito do tratamento  $i$ ;  $P_j$  = efeito do período  $j$ ;  $A_k$  = efeito do animal  $k$ ; e  $e_{ijk}$  = erro aleatório  
 482 associado a cada observação.

483 Para as variáveis pH fecal, análises sanguíneas, o delineamento estatístico utilizado, foi de  
 484 parcelas subdivididas, onde as parcelas foram os tratamentos e as subparcelas as faixas de  
 485 horário. O modelo estatístico incluiu os efeitos de tratamento, período, animal e horário e  
 486 tratamento x horário. O modelo estatístico é demonstrado conforme:

$$487 \quad Y_{ijklm} = \mu + T_i + P_j + A_k + H_l + (TH)_{im} + e_{ijklm}$$

488 Em que:  $Y_{ijklm}$  = observação do efeito no tratamento  $i$ , período  $j$ , animal  $k$ ; horário  $l$ ;  $\mu$  = média  
 489 geral;  $T_j$  = efeito do tratamento  $i$  ( $i= 1$  (T 1), 2 (T 2), 3 (T 3), 4 (T 4));  $P_j$ = efeito de período  $j$  ( $j$ =  
 490 1, 2, 3 e 4);  $A_k$ = efeito de animal  $k$  ( $k= 1, 2, 3$  e 4);  $H_l$ = efeito de horário  $m$  [faixa de horário ( $l$ =

491 1,....., 4)]; TH<sub>jm</sub> = interação entre tratamento i e horário j; e e<sub>ijkl</sub> = erro aleatório associado a  
492 cada observação.

493 Quando foram observadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) as médias foram comparadas  
494 utilizando teste Tukey a 5% de significância.

495

## 496 **RESULTADOS**

497 As fontes de concentrado (F) não influenciaram a glicose nem o lactato, mas sim a  
498 insulina (Tabela 2). A insulina sérica foi maior para a aveia grão em relação à casca de soja  
499 (31,80 vs. 17,08  $\mu\text{UI mL}^{-1}$ , respectivamente). Não houve efeito da inclusão de melão de cana  
500 (M) sobre a glicose, lactato e insulina. Houve efeito de horário de coleta (H) para todas as  
501 variáveis e a glicose aumentou em 30 e 60 minutos e retornou ao nível basal 120 minutos após a  
502 alimentação (Figura 1).

503 Não houve efeito de interação entre fontes de concentrado com melão de cana líquido (F  
504 x M) e tampouco melão com os horários de colheita (M x H) para os metabólitos estudados  
505 glicose, insulina e lactato. A interação entre fonte e horário (F x H) foi significativa para insulina  
506 e lactato. A concentração de insulina para aveia grão foi maior em todos os tempos após a  
507 alimentação (Figura 2). A concentração de lactato foi maior para a casca de soja do tempo 300  
508 min. após a alimentação (Figura 3).

509 Não houve efeito de fonte (F), melão (M), interação F x M e F x H para nenhum dos  
510 eletrólitos (Tabela 3). Houve efeito de horário para o  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^{-}$  e  $\text{Na}^{+}$ . Para o  $\text{Ca}^{2+}$  houve diferença  
511 significativa entre os tempos de 30 e 60 min. após a alimentação (Figura 4). O  $\text{Cl}^{-}$  aumentou  
512 significativamente em relação ao valor basal em 60 min. e foi menor em 300 min. após a  
513 alimentação (Figura 5). A concentração de  $\text{Na}^{+}$  foi maior 30 e 60 min. após a alimentação (Figura  
514 7). Houve interação M x H sobre a concentração de  $\text{K}^{+}$ . Em 120 min. após a alimentação a  
515 presença do melão levou a maior concentração de  $\text{K}^{+}$  (Figura 6.).

516 O pH do sangue não foi alterado pelo efeito de fonte e melão, também não houve

517 interação F x M, F x H e M x H (Tabela 3). Houve efeito de horário, onde o pH do sangue foi  
518 menor 300 min. após a alimentação (Figura 8).

519 O melão não teve efeito sobre os valores da bioquímica sanguínea AST, GGT, PT, Ureia  
520 e também não houve interação F x H (Tabela 4). Foi observado efeito significativo de fonte  
521 somente para a PT, onde a aveia grão foi superior à casca de soja.

522 O tempo de consumo de concentrado foi influenciado tanto pela fonte como pelo melão,  
523 a aveia e o melão diminuíram significativamente o tempo de consumo e não houve interação F x  
524 M (Tabela 5). Para o consumo de feno e de água não houve efeito de fonte, de melão e nem  
525 interação F x M.

526 O melão não influenciou o coeficiente de digestibilidade de nenhum dos nutrientes e não  
527 houve interação F x M (Tabela 6). Para as fontes não houve efeito sobre a MS, mas influenciou a  
528 digestibilidade dos outros nutrientes. A digestibilidade da PB e do EE foi maior para a aveia grão  
529 e a da FDN e FDA foi maior para a casca de soja.

530 Houve efeito das fontes sobre a produção fecal, que foi maior para a casca de soja e não  
531 foi observada interação F x M (Tabela 7). Já o pH fecal diminuiu com o melão, não teve efeito  
532 de fontes e também não houve interação F x M.

533

## 534 **DISCUSSÃO**

535 Não foi verificado efeito de fonte de concentrado para glicose plasmática no presente  
536 estudo, apesar da diferença da fonte energética na aveia grão (amido), com predominância de  
537 digestão enzimática, para casca de soja (pectina), com digestão fermentativa. Outros  
538 experimentos encontraram diferenças na concentração de glicose para amido e fontes de fibra  
539 fermentável no intestino grosso. Lindberg e Karlsson (2001) em experimento com aveia (amido)  
540 e polpa de beterraba (fibra), encontraram maiores concentrações plasmáticas de glicose para a  
541 aveia em comparação com a casca de soja.

542 A concentração plasmática de glicose neste estudo não foi alterada pela presença do

543 melação de cana líquido na dieta (1g/kg PC). A natureza energética desse ingrediente com a  
544 presença de açúcares redutores, não foi suficiente para causar efeito nas concentrações  
545 plasmáticas. Houve efeito de horário nas coletas sendo o pico de glicose observado após 30min.  
546 de alimentação (99,35 mg/dL<sup>-1</sup>). Essa concentração plasmática se encontra dentro da faixa  
547 observada por DeBoer et al. (2018) em diferentes raças de cavalo consumindo diferentes  
548 forrageiras (94 a 101 mg/dL<sup>-1</sup>). A alimentação com melação de cana líquido apresentou valores  
549 semelhantes à alimentação em pastagens, não afetando o índice glicêmico natural dos equinos e  
550 não diferindo significativamente de uma dieta sem melação quando adicionado a aveia grão e  
551 casca de soja.

552 Não foram encontrados na literatura pesquisas avaliando glicose em suplementação com  
553 melação de cana em equinos. Porém em outras espécies os valores concordam com Monteiro et al.  
554 (2017) que ao suplementar vacas leiteiras com melação de cana líquido não obtiveram resposta  
555 significativa para aumento da concentração de glicose e Ellis et al. (2016) utilizaram o melação de  
556 cana antes da primeira alimentação em 38 humanos, não encontrando diferença significativa para  
557 aumento de glicose.

558 A resposta insulinêmica não foi alterada pelo efeito do melação nas dietas experimentais,  
559 entretanto apresentou efeito de fonte, horário e interação F x H. A insulina regula a homeostase  
560 energética coordenando o armazenamento, mobilização e utilização de AGL (ácidos graxos  
561 livres) e glicose no tecido adiposo, fígado e músculo (Vick et al., 2007). A resistência à  
562 insulina em cavalos tem sido associada ao desenvolvimento de síndrome metabólica,  
563 laminite e osteocondrose. Pesquisas mostraram que alimentos com mais de 40% de carboidratos  
564 não estruturais (amido e açúcares) reduzem a sensibilidade à insulina em cavalos não treinados,  
565 em comparação com um alimento que utiliza gordura como fonte de energia primária (Hess et  
566 al., 2013).

567 No presente estudo não houve aumento em relação ao melação de cana líquido (fonte de  
568 açúcar) em cavalos sob trabalho leve, por outro lado, a aveia apresentou maiores concentrações

569 do que a casca de soja (31,80; 17,08 uUI/mL, respectivamente), fato também relatado por  
570 Lindberg e Karlsson (2001) que encontraram diferentes concentrações de insulina em dietas com  
571 aveia e polpa de beterraba. O amido presente na aveia manteve a concentração insulinêmica  
572 elevada até 300min. após a alimentação em relação a pectina da casca de soja. A alimentação  
573 com casca de soja demonstrou que pode ser utilizada em substituição a fontes de amido em  
574 dietas de equinos. Dessa forma resultando em uma menor resposta insulinêmica e menores riscos  
575 associados à resistência à insulina.

576 O melaço de cana líquido não demonstrou aumento na concentração plasmática de lactato  
577 em comparação com as dietas sem melaço. Em experimento com suplementação a base de  
578 açúcar Szucsik et al. (2006) utilizou dextrose (730 g/kg) na alimentação de éguas Standardbread  
579 e também não encontrou aumento no lactato. Van Weyenberg et al. (2016) citaram que após 3h  
580 (180min.) do consumo da ração a mesma já atinge o ceco e o cólon ventral. Foi verificada a  
581 inteiração F x H no horário 300 min. após a alimentação. A casca de soja aumentou o lactato em  
582 relação a aveia nesse horário. A digesta com casca, contendo pectina fermentável, atingiu o  
583 intestino grosso gerando fermentação em AGCC e maior produção de lactato em relação a aveia  
584 que teve digestão enzimática de carboidratos no intestino delgado. As concentrações observadas,  
585 contudo, são relativamente baixas devido ao exercício leve.

586 A composição do melaço de cana possui a presença de cálcio, potássio e sódio (Sipaúba-  
587 Tavares et al., 2019). A oferta de 1g/kg PC dia foi suficiente para alterar a interação M x H onde  
588 em 120 min. após a alimentação as concentrações sanguíneas de K<sup>+</sup> foram maiores com a  
589 presença do melaço. Outros experimentos são necessários para determinar se o melaço pode  
590 aumentar as concentrações de K<sup>+</sup> visto que no presente experimento apenas o horário citado foi  
591 alterado com essa interação. Entretanto, o horário de coleta sanguínea pós-alimentação alterou a  
592 concentração de todos os eletrólitos em função do metabolismo de cada eletrólito. Em cavalos  
593 Standardbread de corrida (Walker e Collins, 2017) alimentados com ração e feno, e não  
594 suplementados com eletrólitos, foram encontrados maiores com concentrações de eletrólitos K<sup>+</sup>,

595 Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> (4.82, 141.36 e 104.27, respectivamente). Os dados do presente experimento se  
596 encontram nos intervalos de referência (Na<sup>+</sup>, 133–141 mmol/L; K<sup>+</sup>, 3.05–4.65 mmol/L; Ca<sup>2+</sup>,  
597 1.34–1.72 mmol/L; Cl<sup>-</sup>, 100–110 mmol/L) propostos por Hughes e Bardell (2019). Os valores  
598 encontrados sugerem que a alimentação com aveia e casca de soja, associadas ou não ao melaço  
599 de cana, além de suplemento mineral mantiveram os eletrólitos em intervalos de referência para  
600 equinos submetidos ao trabalho leve.

601 O pH do sangue não sofreu alteração pela presença do melaço de cana e de fonte nas  
602 dietas experimentais. O horário teve influência nessa concentração. Suagee-Bedore et al. (2018)  
603 também encontraram efeito de horário no pH de cavalos alimentados com concentrado comercial  
604 (7,43 para o tempo basal e 7,38 após 6 horas de alimentação). Hughes e Bardell (2019)  
605 propuseram 7,37 a 7,49 como valores referência para pH sanguíneo, todas as concentrações dos  
606 tratamentos experimentais estiverem dentro dessa faixa indicando que a suplementação com  
607 melaço de cana associado à casca de soja ou aveia não extrapolou valores de referência para  
608 equinos.

609 Não foram observados efeitos do melaço, assim como fonte em relação a AST, GGT, PT  
610 e Ureia. Kisadere et al. (2019) definiram  $168,84 \pm 9,69$  U/L como valores de referência para  
611 AST em experimento com cavalos Appaloosa, utilizando 25 animais. No presente estudo as  
612 concentrações de AST foram maiores que esses valores de referência. Laboratórios brasileiros  
613 citam até 366 U/L como valor de referência máximo, as concentrações de AST do estudo estão  
614 abaixo desse valor. Dessa forma descarta-se a hipótese de lesão hepática aguda ou crônica que é  
615 quando essa concentração está elevada. Para GGT, Kisadere et al. (2019) definiram  $18,48 \pm 1,31$   
616 U/L como valor de referência, utilizando 31 animais. As concentrações de GGT do presente  
617 estudo estiveram próximas a recomendação do autor. Wanderley et al. (2010) citaram que  
618 possíveis alterações no volume sérico de PT, podem estar associados a desidratação. Neste  
619 estudo não foram encontradas alterações, indicando que os animais não sofreram desidratação e  
620 os valores são próximos ao encontrado pelo autor em cavalos Mangalarga Marchador antes do

621 exercício ( $64,69 \pm 0,84$  g/L). As concentrações de ureia sérica são influenciadas pelo  
622 catabolismo do excesso de aminoácidos na dieta ou dos tecidos e  $\text{NH}_3$  absorvido (Direkvandi e  
623 Kamyab Kalantari (2018). Nesse estudo não houve diferenças para ureia nos tratamentos, visto  
624 que os tratamentos foram calculados para atender as exigências de cavalos realizando trabalho  
625 leve.

626 O tempo de consumo de concentrado sofreu redução quando o melaço de cana foi  
627 adicionado aos tratamentos, devido grande aceitabilidade desse ingrediente por equinos. Os  
628 dados demonstram que o melaço de cana pode ser um excelente palatilizante em dietas para  
629 cavalos, mesmo em dietas mais fibrosas. Em experimento realizado (Van der Berg et al.,2016)  
630 com 16 animais, quatro dietas combinadas a quatro odores, onde os cavalos apresentaram  
631 preferência pelas dietas contendo odor doce, concordando com o presente experimento. A fonte  
632 de concentrado teve efeito significativo no tempo de consumo, sendo a aveia (39,67 min)  
633 consumida mais rapidamente que a casca de soja (47,64 min) indicando a preferência dos  
634 animais pela dieta com amido em relação a fibra.

635 Não houve no experimento diferenças significativas sobre o aumento da ingestão de água  
636 em equinos consumindo melaço. O mesmo não foi um fator de maior ingestão de líquidos,  
637 apesar de a sua natureza conter grande quantidade de açúcares, que convencionalmente é um  
638 fator que favorece o maior consumo de água. Cavalos alimentados com dietas fibrosas  
639 apresentam maior consumo de água em comparação com dietas com pouca fibra (Meyer, 1995),  
640 porém no presente estudo não foi constatada diferença para ingestão de água em relação à aveia e  
641 casca de soja.

642 A digestibilidade de nutrientes não foi alterada pela presença do melaço nas dietas,  
643 possivelmente pela pouca contribuição dos nutrientes estudados em sua composição química,  
644 visto que o mesmo não possui quantidades significativas de PB, FDN e FDA. As fontes de  
645 concentrado, entretanto apresentaram efeitos distintos nos coeficientes de digestibilidade, a aveia  
646 apresentou maiores coeficientes de digestibilidade em PB e EE em relação a casca de soja.

647 Quadros et al. (2004) em experimento substituindo casca de soja por feno de tifton citaram que a  
648 casca de soja possui considerável quantidade de proteína ligada a pectina e a componentes de  
649 parede celular. Em tese parte desses nutrientes não foram absorvidos pelo intestino grosso (IG) e  
650 foram quantificados nas fezes, reduzindo assim o coeficiente em relação a aveia que possui  
651 menor quantidade de fibra em sua composição. Brandi et al. (2014) citaram que a inclusão da  
652 casca de soja possivelmente subestime o coeficiente de digestibilidade para PB pelo fato que a  
653 participação de fibra estimula o crescimento da população de microrganismos no ID, e ao ser  
654 excretada nas fezes, leva à subestimação da digestibilidade da proteína na dieta. Possivelmente  
655 esse fator também seja valido para os valores de EE que possuem lipídeos de membrana em sua  
656 estrutura celular. O coeficiente de PB esteve acima do que em experimento realizado por Arruda  
657 et al. (2009) com casca de soja na alimentação de equinos, que encontraram valores de  
658 digestibilidade de 39,41% em comparação com 42,62% do presente estudo.

659 Os coeficientes de digestibilidade de FDN e FDA foram maiores para a casca de soja em  
660 relação à aveia. Quadros et al. (2004) relataram maiores coeficientes quando se adicionou a casca  
661 de soja ao feno, sendo que a casca de soja uma fonte de pectina uma fibra mais degradável no IG  
662 em relação ao feno. Arruda et al. (2009) e Coverdale et al. (2004) citaram a qualidade da pectina  
663 prontamente fermentescível aumentando os valores de digestibilidade de FDN e FDA para casca  
664 de soja, demonstrando a qualidade desse ingrediente na nutrição de equinos.

665 A produção de massa fecal não foi influenciada pela adição de melaço nos tratamentos  
666 pela pequena participação em matéria seca nas dietas em relação ao concentrado e feno. A aveia  
667 apresentou uma menor produção fecal (14,42 kg), demonstrando que a natureza fibrosa da casca  
668 de soja (16,96 kg) possui maiores componentes de parede celular indigestíveis na sua  
669 composição. O pH fecal sofreu redução com a utilização de melaço nas dietas, em tese a maior  
670 concentração de açúcar levou uma maior fermentação e produção de AGCC no intestino  
671 posterior reduzindo o pH nas fezes dos equinos. Os dados estão dentro da faixa de variação (pH  
672 = 6.1 – 7.1) observada em experimento com feno de capim e níveis de aveia (Zeyner et al., 2004)

673 demonstrando que as dietas estão dentro de faixas aceitáveis de pH fecal.

674

## 675 **CONCLUSÃO**

676 A inclusão de 1g/kg/PC de melaço de cana líquido pode ser utilizada em dietas de equinos,  
677 associada a aveia grão ou casca de soja, sem alterar variáveis sanguíneas e metabólicas.

678 A suplementação com melaço de cana líquido reduziu o tempo de consumo de cavalos sem  
679 alterar o consumo de feno, água e a digestibilidade de nutriente e pode ser utilizado como  
680 palatabilizante em dietas desses animais.

681 A presença de melaço de cana nas dietas não aumentou a produção fecal e estimulou  
682 fermentação no intestino grosso levando menores valores de pH, podendo ser utilizado sem  
683 prejuízo nessas variáveis.

684

## 685 **REFERÊNCIAS**

686

687 Arruda, A. M. V. D., Ribeiro, L. B., & Pereira, E. S. (2009). Avaliação de alimentos alternativos  
688 para cavalos adultos da raça Crioulo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(1), 61-68.

689

690 AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. 2000. *Official methods of analysis*. 19.ed.  
691 AOAC International. Washington, D.C.: 1219p.

692

693 Allen, K. J., van Erck-Westergren, E., & Franklin, S. H. (2016). Exercise testing in the equine  
694 athlete. *Equine Veterinary Education*, 28(2), 89-98.

695

696 Brandi, R. A., Tribucci, A. M., Balieiro, J. C., Hoffman, R. M., & Bueno, I. C. (2014). Citrus  
697 pulp in concentrates for horses. *Food and Nutrition Sciences*, v. 5, p. 1272-1279.

698

699 Coelho, C. S., Gama, J. A., Lopes, P. F., & Souza, V. R. (2011). Glicemia e concentrações  
700 séricas de insulina, triglicérides e cortisol em equinos da raça Mangalarga Marchador após  
701 exercício físico. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 31(9), 756-760.

702

703 Coverdale, J. A., Moore, J. A., Tyler, H. D., & Miller-Auwerda, P. A. (2004). Soybean hulls as

- 704 an alternative feed for horses. *Journal of animal science*, 82(6), 1663-1668.  
705
- 706 DeBoer, M. L., Hathaway, M. R., Kuhle, K. J., Weber, P. S. D., Reiter, A. S., Sheaffer, C. C., ...  
707 & Martinson, K. L. (2018). Glucose and insulin response of horses grazing alfalfa, perennial  
708 cool-season grass, and teff across seasons. *Journal of equine veterinary science*, 68, 33-38.  
709
- 710 Destrez, A., Grimm, P., Cézilly, F., & Julliand, V. (2015). Changes of the hindgut microbiota  
711 due to high-starch diet can be associated with behavioral stress response in horses. *Physiology &  
712 behavior*, 149, 159-164.  
713
- 714 De Oliveira Ramalho, L., Caiado, J. C. C., de Souza, V. R. C., & Coelho, C. S. (2012). Glicemia  
715 e concentrações séricas de insulina, triglicérides e cortisol em equinos da raça quarto de milha e  
716 mestiços usados em provas de laço em dupla. *Brazilian Journal of Veterinary Research and  
717 Animal Science*, 49(4), 318-324.  
718
- 719 Direkvandi, E., e R. Kamyab Kalantari. 2018. Fecal volatile fatty acids and blood metabolites  
720 348 in the Turkmen horses associated with type and source of cereals grains. *J Appl. Anim. Res.*  
721 349 46:1078-1083.  
722
- 723 Elghandour, MM, Cardenas-Chantres, JC, Esquivel-Velázquez, A., Barbabosa-Pliego, A.,  
724 Cipriano, M., & Salem, AZ (2017). Produção in vitro de gás cecal e metano de cascas de soja  
725 contendo dietas na presença do extrato de *Salix babylonica* como modulador de fermentação em  
726 equinos. *Journal of Equine Veterinary Science*, 53 , 45-54.  
727
- 728 Ellis, T. P., Wright, A. G., Clifton, P. M., & Ilag, L. L. (2016). Postprandial insulin and glucose  
729 levels are reduced in healthy subjects when a standardised breakfast meal is supplemented with a  
730 filtered sugarcane molasses concentrate. *European journal of nutrition*, 55(8), 2365-2376.  
731
- 732 Gobesso, A. A. O., Etchichury, M., de Freitas Jr, J. E., Rennó, F. P., & Tosi, H. (2015).  
733 Evaluation of Pre-Cecal, Ileal Digestibility and Glycemic Response in Fistulated Horses Fed  
734 with Different Starch Sources. *Food and Nutrition Sciences*, 6(01), 151.  
735
- 736 Hess, T. M., Rexford, J., Hansen, D. K., Ahrens, N. S., Harris, M., Engle, T., ... & Allen, K. G.  
737 (2013). Effects of  $\Omega$ -3 (n-3) fatty acid supplementation on insulin sensitivity in horses. *Journal of  
738 equine veterinary science*, 33(6), 446-453.

- 739  
740 Hothersall, B., & Nicol, C. (2009). Role of diet and feeding in normal and stereotypic behaviors  
741 in horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 25(1), 167-181.  
742
- 743 Hydock, K. L., Nissley, S. G., & Staniar, W. B. (2014). A standard protocol for fecal pH  
744 measurement in the horse. *The Professional Animal Scientist*, 30(6), 643-648.  
745
- 746 Hughes, Jodie; Bardell, David. Determination of reference intervals for equine arterial blood-gas,  
747 acid-base and electrolyte analysis. *Veterinary anaesthesia and analgesia*, v. 46, n. 6, p. 765-771,  
748 2019.  
749
- 750 Jouany, J. P., Medina, B., Bertin, G., & Julliand, V. (2009). Effect of live yeast culture  
751 supplementation on hindgut microbial communities and their polysaccharidase and glycoside  
752 hydrolase activities in horses fed a high-fiber or high-starch diet. *Journal of animal  
753 science*, 87(9), 2844-2852.  
754
- 755 Kabe, A. M. G., de Souza, A. D., de Moro Sousa, R. L., da Silva Bueno, I. C., Mota, T. P.,  
756 Crandell, K., ... & Brandi, R. A. (2016). Soybean hulls in equine feed concentrates: Apparent  
757 nutrient digestibility, physicochemical and microbial characteristics of equine feces. *Journal of  
758 Equine Veterinary Science*, 36, 77-82.  
759
- 760
- 761 Kisadere, I., Bayraktar, M., & Salykov, R. (2019). Some hematological and biochemical  
762 reference values of the thoroughbred Appaloosa horse breeds reared in Kyrgyzstan. *Comparative  
763 Clinical Pathology*, 28(6), 1651-1660.  
764
- 765 Lindberg, J. E., & Karlsson, C. P. (2001). Effect of partial replacement of oats with sugar beet  
766 pulp and maize oil on nutrient utilisation in horses. *Equine veterinary journal*, 33(6), 585-590.  
767
- 768 Meyer, H.; Stéfano, H. 1995. *Alimentação de cavalos*. São Paulo: Varela, 303p,  
769
- 770 Monteiro, A. P. A., Bernard, J. K., Guo, J. R., Weng, X. S., Emanuele, S., Davis, R., ... & Tao, S.  
771 (2017). Effects of feeding betaine-containing liquid supplement to transition dairy cows. *Journal  
772 of dairy science*, 100(2), 1063-1071.  
773

- 774 Nagy, K., Schrott, A., & Kabai, P. (2008). Possible influence of neighbours on stereotypic  
775 behaviour in horses. *Applied animal behaviour science*, 111(3-4), 321-328.  
776
- 777 NRC - National Reserach Council. 2007. *Nutrients Requirements of Horses*. 6.ed. Washington  
778 D.C.: 341p.  
779
- 780 Quadros, J. B. D. S., Furtado, C. E., Barbosa, E. D., Andrade, M. B. D., & Trevisan, A. G.  
781 (2004). Apparent digestibility and development of growing horses fed diets with different levels  
782 of substitution of tifton 85 hay for soybean hulls. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(3), 564-  
783 574.  
784
- 785 Richards, N., Hinch, G. N., & Rowe, J. B. (2006). The effect of current grain feeding practices  
786 on hindgut starch fermentation and acidosis in the Australian Racing Thoroughbred. *Australian  
787 veterinary journal*, 84(11), 402-407.  
788
- 789 Rodiek, A.V., & Stull, C.L. (2007). Índice glicêmico de dez alimentos para cavalos  
790 comuns. *Jornal de ciência veterinária eqüina*, 27 (5), 205-211.  
791
- 792 Sipaúba-Tavares, L. H.; Tedesque, M. G.; Scardoeli-Truzzi, B. Avaliação do efeito do melão de  
793 cana-de-açúcar como fonte de carbono para *Ankistrodesmus gracilis* e *Haematococcus pluvialis*  
794 (*Chlorophyceae*). *Brazilian Journal of Biology*, n. ahead, 2019.  
795
- 796 Suagee-Bedore, Jessica K.; Wagner, Ashley L.; Girard, Ivan D. Feeding DigestaWell Buffer to  
797 Horses Alters the Effects of Starch Intake on Blood pH, Lipopolysaccharide, and Interleukin-  
798 1 $\beta$ . *Journal of Equine Veterinary Science*, v. 61, p. 36-45, 2018.  
799
- 800 Szucsik, A., Baliskonis, V., & McKeever, K. H. (2006). Effect of seven common supplements on  
801 plasma electrolyte and total carbon dioxide concentration and strong ion difference in  
802 Standardbred horses subjected to a simulated race test. *Equine and Comparative Exercise  
803 Physiology*, 3(1), 37-44.  
804
- 805
- 806 Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Symposium: carbohydrate  
807 methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy  
808 Science*, 74(10), 3583-3597.

- 809  
810 Van Weyenberg, S.; Sales, J.; Janssens, G.P.J. Passage rate of digesta through the equine  
811 gastrointestinal tract: A review. *Livestock Science*, v. 99, n. 1, p. 3-12, 2006.  
812
- 813 Vick, M. M., Adams, A. A., Murphy, B. A., Sessions, D. R., Horohov, D. W., Cook, R. F., ... &  
814 Fitzgerald, B. P. (2007). Relationships among inflammatory cytokines, obesity, and insulin  
815 sensitivity in the horse. *Journal of animal science*, 85(5), 1144-1155.  
816
- 817 Walker, E. J.; Collins, S. A. The effect of exercise intensity and use of an electrolyte supplement  
818 on plasma electrolyte concentrations in the Standardbred horse. *Canadian Journal of Animal  
819 Science*, v. 97, n. 4, p. 668-672, 2017.  
820
- 821 Wanderley, E. K., Manso Filho, H. C., Manso, H. E. C. C. C., Santiago, T. A., & McKeever, K.  
822 H. (2010). Metabolic changes in four beat gaited horses after field marcha simulation. *Equine  
823 Veterinary Journal*, 42, 105-109.  
824
- 825 Werhahn, H., Hessel, E. F., & Van den Weghe, H. F. (2012). Competition horses housed in  
826 single stalls (II): effects of free exercise on the behavior in the stable, the behavior during  
827 training, and the degree of stress. *Journal of Equine Veterinary Science*, 32(1), 22-31.  
828
- 829 Werhahn, H., Hessel, E. F., Bachhausen, I., & Van den Weghe, H. F. (2010). Effects of different  
830 bedding materials on the behavior of horses housed in single stalls. *Journal of equine veterinary  
831 science*, 30(8), 425-431.  
832
- 833 Zeyner, A., Geißler, C., & Dittrich, A. (2004). Effects of hay intake and feeding sequence on  
834 variables in faeces and faecal water (dry matter, pH value, organic acids, ammonia, buffering  
835 capacity) of horses. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 88(1-2), 7-19.  
836

837 ANEXOS

838

839 Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais

Nutrientes	Composição química (g/kg MS)			
	Feno	Aveia	Casca de Soja	Melaço de Cana Líquido <sup>1</sup>
MS	870,9	895,0	913,9	795,2
MM	56,5	31,0	45,4	67,0
PB	25,9	133,0	103,1	-
EE	5,4	26,1	9,2	5,6
FDN	761,5	363,5	700,8	-
FDA	449,1	189,7	483,5	-
CNF	142,0	501,7	103,1	-
HEM	306,8	168,4	233,5	-
Amido	-	396,4	-	1,7
BRIX 20°C	-	-	-	747,5

840 MS – matéria seca; MM- matéria mineral; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; FDN –  
 841 fibra em detergente neutro; FDA – fibra em detergente ácido; CNF – carboidratos não  
 842 fibrosos; HEM – hemicelulose; BRIX – grau brix; <sup>1</sup> Níveis de garantia melaço de cana líquido  
 843 Suplemento Mineral - Níveis de garantia em g/kg – Ca, 200; P, 100; Na, 89; Cl, 13,7; S 5;  
 844 mg/kg – Co, 46; Mn, 250; Cu, 375; Cr, 40; Fe, 1960; I, 95; Se, 11; Zn, 2400; F, 720.

845

846

847

848

849

850

851

852 Tabela 2. Concentrações médias de glicose, insulina e lactato em equinos alimentados com aveia grão ou casca de  
 853 soja associada ou não ao melaço de cana líquido

Itens	Fonte (F)		Melaço (M)		Valor de <i>P</i>			
	Aveia	Casca	Com	Sem	F	M	Horário (H)	F x H
Glicose	92,14 ± 4,60	90,89 ± 4,29	92,84 ± 4,21	90,21 ± 4,19	0,7779	0,4351	<0,0001	0,4253
Insulina	31,80 ± 5,53 <sup>a</sup>	17,08 ± 5,89 <sup>b</sup>	25,63 ± 6,19	23,25 ± 6,69	0,0112	0,7264	<0,0001	0,0386
Lactato	0,68 ± 0,16	0,81 ± 0,16	0,76 ± 0,15	0,73 ± 0,15	0,4263	0,8265	0,0005	0,0230

854 Glicose = mg/dL; insulina = μUI/mL; lactato = mmol/L. Não houve interação F x M e M x H para glicose, insulina e  
 855 lactato (*P* <0,05). Letras diferentes nas linhas diferem significativamente entre si (*P* <0,05).

856

857

858

859

860

861

862 Tabela 3. Concentrações médias de eletrólitos e pH em equinos alimentados com aveia ou casca de soja associada ou não  
 863 ao melão de cana líquido.

Itens	Fonte (F)		Melaço (M)		Valor de <i>P</i>			864
	Aveia	Casca	Com	Sem	F	M	Horário (H)	M x H
Ca <sup>2+</sup>	1,67 ± 0,04	1,68 ± 0,04	1,69 ± 0,04	1,67 ± 0,04	0,8532	0,4544	0,0150	0,1834
Cl <sup>-</sup>	99,99 ± 0,51	98,37 ± 0,51	99,39 ± 0,50	98,97 ± 0,50	0,3156	0,8195	<0,0001	0,0588
K <sup>+</sup>	3,59 ± 0,15	3,76 ± 0,14	3,71 ± 0,14	3,65 ± 0,14	0,2559	0,6584	<0,0001	0,0302
Na <sup>+</sup>	139,07 ± 0,61	138,26 ± 0,60	138,51 ± 0,59	138,82 ± 0,58	0,2191	0,5733	<0,0001	0,5260
pH	7,38 ± 0,01	7,38 ± 0,01	7,38 ± 0,01	7,38 ± 0,01	0,7046	0,2078	<0,0001	0,9379

876 Ca<sup>2+</sup>= mmol/L; Cl<sup>-</sup> = mmol/L; K<sup>+</sup> = mmol/L; Na<sup>+</sup> = mmol/L; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Não houve interação F x M e F x H para nenhum dos eletrólitos e  
 877 pH (P >0,05).

878

879

880

881

882

883

884

885

886

887 Tabela 4. Valores da bioquímica do sangue em equinos alimentados com aveia grão ou casca de soja  
 888 associada ou não ao melaço de cana líquido.

Itens	Fonte (F)		Melaço (M)		Valor de P		
	Aveia	Casca	Com	Sem	F	M	F x M
AST	222,49 ± 18,07	215,41 ± 18,07	223,12 ± 17,96	214,78 ± 17,96	0,5176	0,4134	0,5324
GGT	16,91 ± 2,94	17,60 ± 2,94	17,43 ± 2,94	17,08 ± 2,94	0,7376	0,8532	0,8557
PT	64,18 ± 3,38 <sup>a</sup>	60,24 ± 3,38 <sup>b</sup>	62,61 ± 3,38	61,82 ± 3,38	0,0036	0,3601	0,2797
Ureia	25,60 ± 3,46	20,36 ± 3,46	23,90 ± 3,46	22,06 ± 3,46	0,1610	0,5746	0,7725

889 Aspartato aminotransferase (AST) = U/L; Gama glutamil transferase (GGT) = U/L; Proteína total (PT) =  
 890 g/L; Ureia = mg/dL. Letras diferentes nas linhas diferem significativamente entre si (P <0,05).

891  
 892  
 893  
 894  
 895  
 896  
 897  
 898  
 899  
 900  
 901  
 902  
 903  
 904  
 905  
 906  
 907  
 908  
 909  
 910  
 911

912 Tabela 5. Tempo para o consumo de concentrado (min), consumo de feno (kg MS) e consumo diário de água  
 913 (L) em equinos alimentados com aveia ou casca de soja associada ou não ao melaço de cana líquido.

Itens	Fonte(F)		Melaço(M)		Valor de <i>P</i>		
	Aveia	Casca	Com	Sem	F	M	F x M
Tempo de consumo	39,67 ± 5,28 <sup>b</sup>	47,64 ± 5,28 <sup>a</sup>	41,09 ± 5,28 <sup>b</sup>	46,26 ± 5,28 <sup>a</sup>	<0,0001	<0,0001	0,0708
Consumo de feno	4,35 ± 0,30	4,70 ± 0,30	4,56 ± 0,30	4,49 ± 0,30	0,5664	0,6701	0,7423
Consumo de água	25,45 ± 3,31	26,14 ± 3,31	26,41 ± 3,31	25,20 ± 3,31	0,5562	0,2999	0,9036

914 Tempo de consumo = min; Consumo de feno = kg/MS/dia; Consumo de água = Litros/dia. Letras minúsculas  
 915 diferentes nas linhas diferem significativamente entre si (P<0,05).

916  
 917  
 918  
 919

920

921

922 Tabela 6. Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS) de nutrientes em equinos alimentados com aveia  
 923 ou casca de soja associada ou não ao melação de cana líquido.

Itens	Fonte(F)		Melaço(M)		Valor de <i>P</i>		
	Aveia	Casca	Com	Sem	F	M	F x M
MS	47,82 ± 2,86	47,97 ± 2,86	49,85 ± 2,86	45,95 ± 2,86	0,9350	0,0688	0,5134
PB	75,13 ± 1,66 <sup>a</sup>	42,62 ± 1,73 <sup>b</sup>	59,22 ± 1,73	58,53 ± 1,67	<0,0001	0,4787	0,1420
EE	63,63 ± 4,25 <sup>a</sup>	30,32 ± 4,24 <sup>b</sup>	47,69 ± 4,25	46,25 ± 4,25	<0,0001	0,6792	0,7040
FDN	35,22 ± 3,45 <sup>b</sup>	49,95 ± 3,45 <sup>a</sup>	44,17 ± 3,45	41,00 ± 3,45	0,0018	0,2969	0,7475
FDA	34,25 ± 2,66 <sup>b</sup>	50,45 ± 2,66 <sup>a</sup>	44,19 ± 2,66	40,51 ± 2,66	0,0006	0,2714	0,1250

924

925

926

927

928

929

930

931

932

933

934

935

936

937

938

939

940

941

942

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; Letras diferentes nas linhas diferem significativamente entre si (P<0,05).

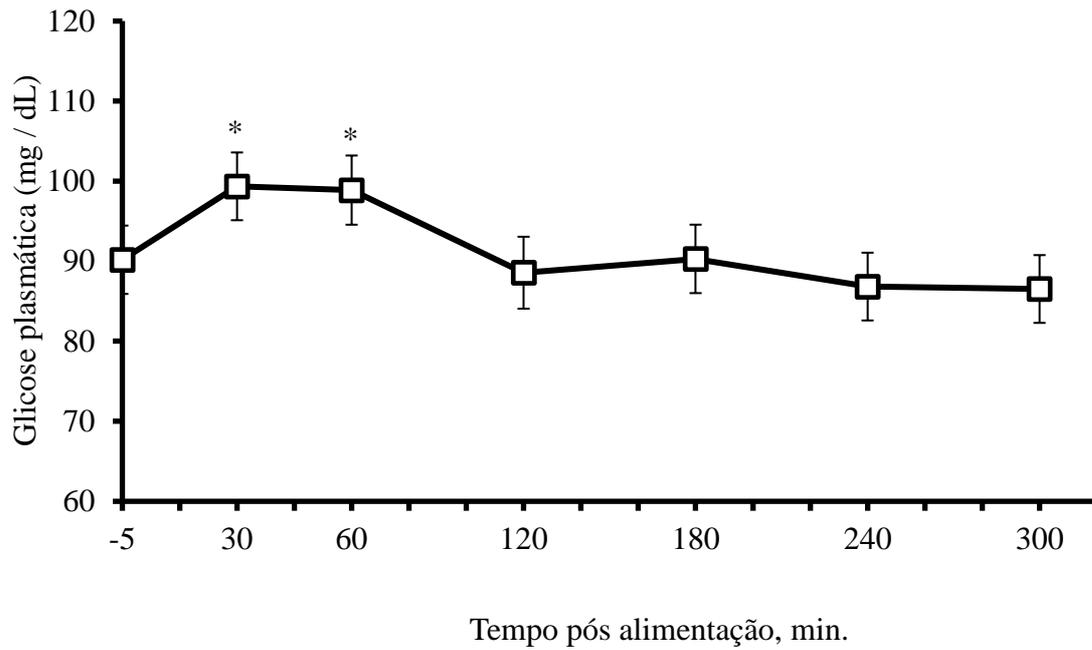
943 Tabela 7. Produção diária de massa fecal (kg) e pH fecal em equinos alimentados com aveia ou casca de soja  
 944 associados ou não ao melaço de cana líquido.

Itens	Fonte(F)		Melaço(M)		Valor de <i>P</i>		
	Aveia	Casca	Com	Sem	F	M	F x M
Produção fecal	14,42 ± 0,90 <sup>b</sup>	16,96 ± 0,90 <sup>a</sup>	15,40 ± 0,90	15,98 ± 0,90	0,0056	0,3696	0,6758
pH fecal	6,84 ± 0,16	6,68 ± 0,16	6,64 ± 0,16 <sup>b</sup>	6,88 ± 0,16 <sup>a</sup>	0,0590	0,0060	0,9983

945 Produção fecal = kg/dia. Letras minúsculas diferentes nas linhas diferem significativamente entre si ( $P < 0,05$ ).

946

947



948

949 Figura. 1. Efeito do horário de coleta na concentração de glicose plasmática  
950 (mg/dL) em equinos alimentados com aveia grão ou casca de soja associados  
951 ou não ao melaço líquido de cana.

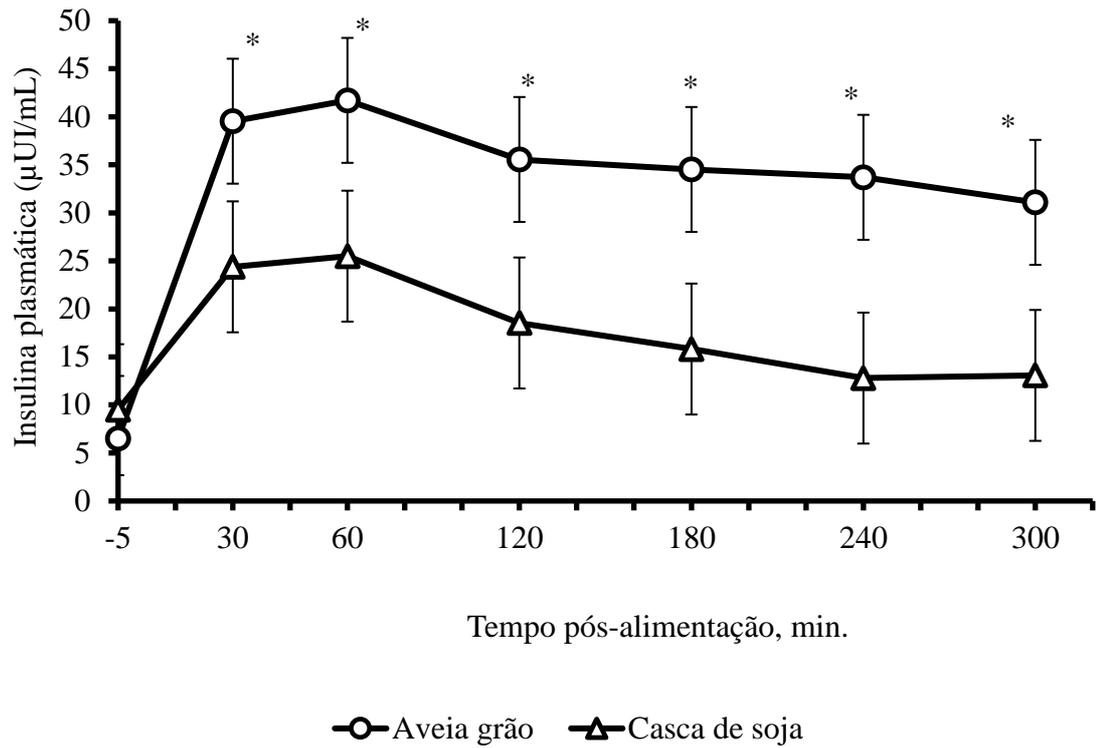
952 Tempo: Colheita antes do fornecimento do concentrado da manhã (-5 min), e  
953 tempos após a alimentação (30, 60, 120, 180, 240 e 300 min.)

954 Não houve interação Fonte (F) x Melaço (M), F x horário (H) e M x H.  
955 Houve efeito de horário ( $P < 0,0001$ ). A glicose aumentou 30 e 60 min. e  
956 retornou ao nível basal 120 minutos após a alimentação.

957

958

959



960

961

962

963

964

965

966

967

968

969

970

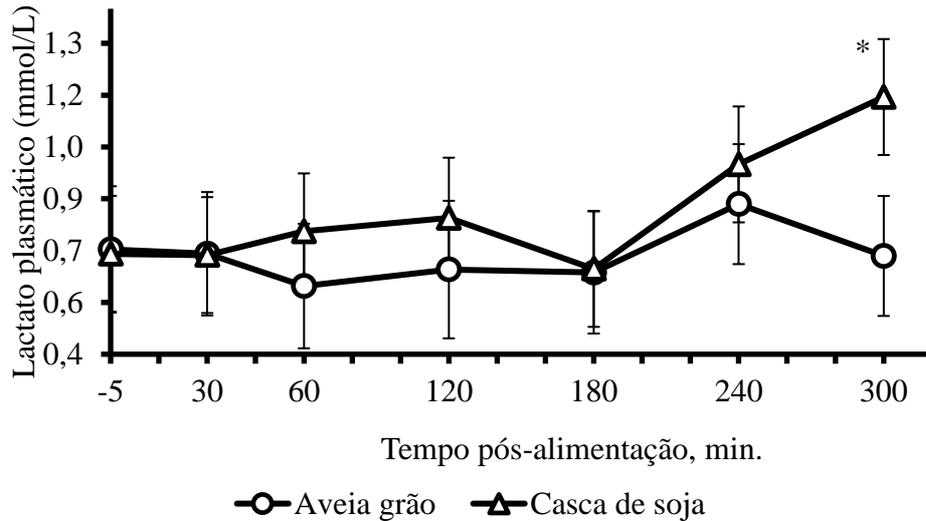
971

Figura. 2. Efeito da fonte de concentrado (aveia grão ou casca de soja) x horário de coleta sobre a concentração de insulina plasmática ( $\mu\text{UI/mL}$ ) em equinos alimentados com aveia grão ou casca de soja associados ou não ao melaço líquido de cana.

Tempo: Colheita antes do fornecimento do concentrado da manhã (-5 min) e tempos após a alimentação (30, 60, 120, 180, 240 e 300 min.).

Houve efeito da fonte x horário após a alimentação ( $P < 0,0386$ ). A concentração de insulina para aveia grão foi maior em todos os tempos após a alimentação.

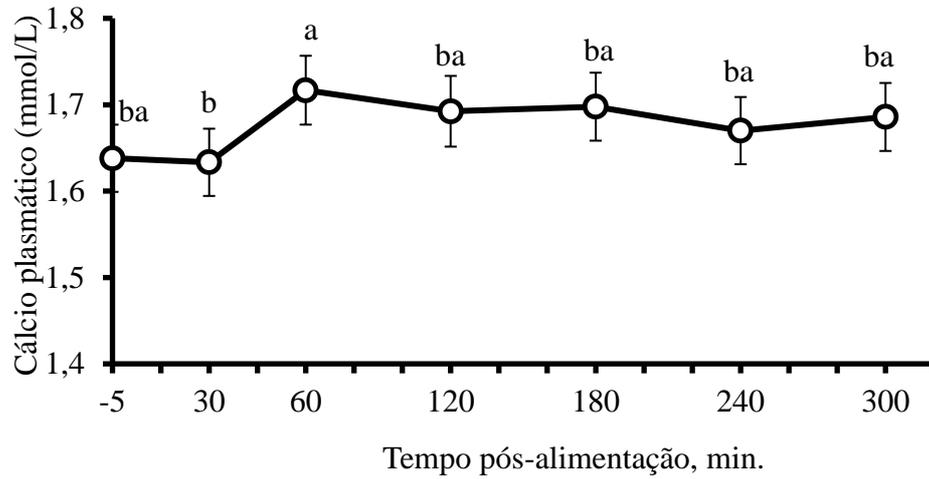
972  
973



974  
975  
976  
977  
978  
979  
980  
981  
982  
983  
984  
985  
986  
987  
988  
989  
990

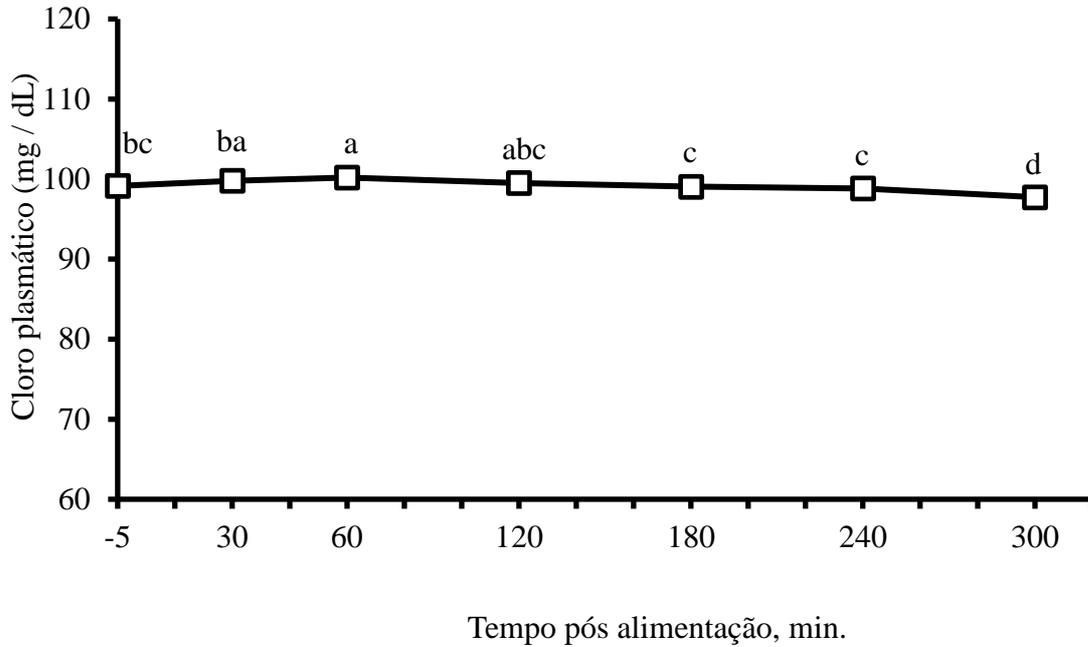
Figura 3. Efeito da fonte de concentrado (aveia grão ou casca de soja) x horário sobre a concentração de lactato plasmático (mmol/L) em equinos alimentados com aveia grão ou casca de soja associados ou não ao melaço líquido de cana.

Tempo: Colheita antes do fornecimento do concentrado da manhã (-5 min), e tempos após a alimentação (30, 60, 120, 180, 240 e 300 min.). Houve efeito da fonte x horário após a alimentação ( $P < 0,0230$ ). A concentração de lactato foi maior para a casca de soja do tempo 300 min. após a alimentação.

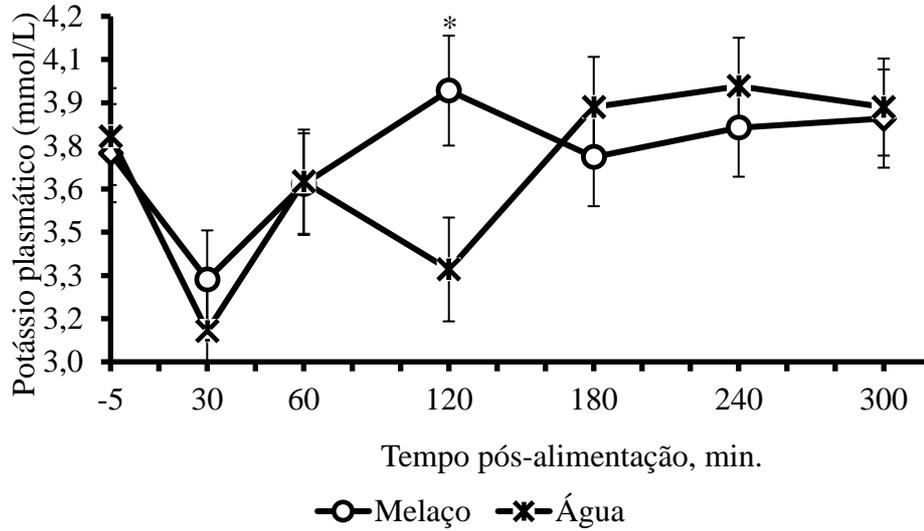


991  
 992 Figura 4. Efeito do horário de coleta sobre a concentração de cálcio  
 993 plasmático (mmol/L) em equinos alimentados com aveia grão ou casca  
 994 de soja associados ou não ao melaço líquido de cana.  
 995 Tempo: Colheita antes do fornecimento do concentrado da manhã (-5  
 996 min), e tempos após a alimentação (30, 60, 120, 180, 240 e 300 min.).  
 997 Houve efeito do horário de coleta após a alimentação sobre a  
 998 concentração de cálcio ( $P < 0,0150$ ). Houve diferença entre os tempos de  
 999 30 e 60 min. após a alimentação.

1000  
 1001



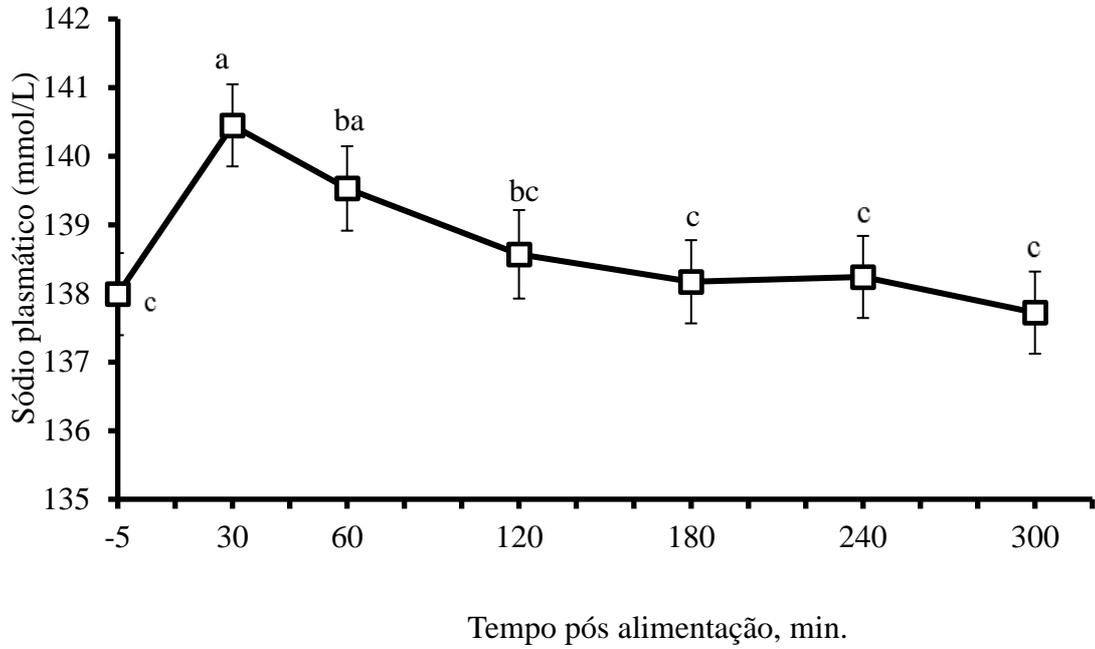
1002  
 1003 Figura. 5. Efeito do horário de coleta sobre a concentração plasmática de cloro  
 1004 (mmol/L) em equinos alimentados com aveia grão ou casca de soja associados ou  
 1005 não ao melado líquido de cana.  
 1006 Tempo: Colheita antes do fornecimento do concentrado da manhã (-5 min), e  
 1007 tempos após a alimentação (30, 60, 120, 180, 240 e 300 min.)  
 1008 Não houve interação Fonte (F) x Melado (M), F x horário (H) e M x H. Houve  
 1009 efeito de horário de coleta ( $P < 0,0001$ ). O cloro aumentou em 60 min. foi maior do  
 1010 que o horário -5 pré-alimentação. O cloro em 300 min. após a alimentação foi  
 1011 menor que em outros horários.  
 1012  
 1013  
 1014



1015  
 1016  
 1017  
 1018  
 1019  
 1020  
 1021  
 1022  
 1023  
 1024  
 1025  
 1026

Figura 6. Efeito do melado líquido de cana x horário sobre a concentração de potássio plasmático (mmol/L) em equinos alimentados com aveia grão ou casca de soja associados ou não ao melado líquido de cana.

Tempo: Colheita antes do fornecimento do concentrado da manhã (-5 min), e tempos após a alimentação (30, 60, 120, 180, 240 e 300 min.). Houve interação melado (M) x horário ( $P < 0,0302$ ) sobre a concentração de potássio. A concentração de potássio foi maior para o melado 120 min. após a alimentação.

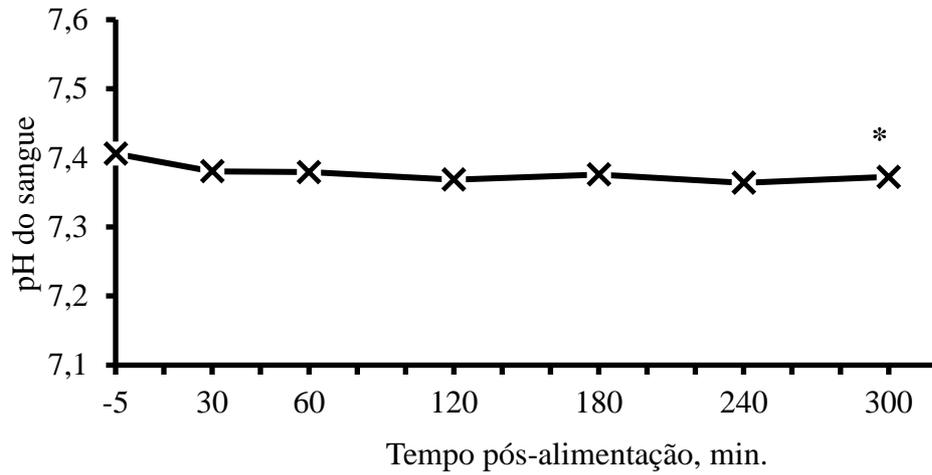


1027  
 1028  
 1029  
 1030  
 1031  
 1032  
 1033  
 1034  
 1035  
 1036  
 1037

Figura. 7. Efeito do horário de coleta sobre a concentração de sódio (mmol/L) em equinos alimentados com aveia grão ou a casca de soja associados ou não ao melado líquido de cana.

Tempo: Colheita antes do fornecimento do concentrado da manhã (-5 min), e tempos após a alimentação (30, 60, 120, 180, 240 e 300 min.)

Não houve interação Fonte (F) x Melado (M), F x horário (H) e M x H. Houve efeito de horário ( $P < 0,0001$ ). O sódio aumentou 30 e 60 min. e retornou ao nível basal 120 minutos após a alimentação.



1038  
 1039  
 1040  
 1041  
 1042  
 1043  
 1044  
 1045  
 1046

Figura 8. Efeito do horário de coleta sobre o pH do sangue em equinos alimentados com aveia grão ou casca de soja associados ou não ao melado líquido de cana. Tempo: Colheita antes do fornecimento do concentrado da manhã (-5 min), e tempos após a alimentação (30, 60, 120, 180, 240 e 300 min.). Não houve interação Fonte (F) x Melado (M), F x horário (H) e M x H. Houve efeito de horário ( $P < 0,0001$ ). O pH do sangue foi menor 300 min. após a alimentação.