

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

**INCLUSÃO DE CASCA DE SOJA NO
CONCENTRADO DE CAVALOS EM ATIVIDADE
FÍSICA MODERADA**

Ibrahim Miranda Cortada Neto

**CAMPO GRANDE, MS
2019**

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

**INCLUSÃO DE CASCA DE SOJA NO CONCENTRADO DE
CAVALOS EM ATIVIDADE FÍSICA MODERADA**

Soybean hulls inclusion in the concentrate for horses with moderate physical activity

Ibrahim Miranda Cortada Neto

Orientador: Prof. Dr. Gumercindo Loriano Franco

Tese apresentada como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal, do programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE, MS
2019

Certificado de aprovação

IBRAHIM MIRANDA CORTADA NETO

Inclusão de casca de soja no concentrado de cavalos em atividade física moderada

Inclusion of soybean hulls in the concentrate of horses in moderate physical activity

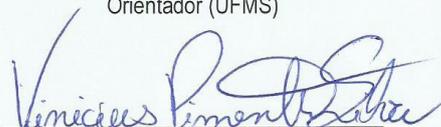
Tese apresentada à
Universidade Federal de Mato Grosso
do Sul, como requisito à obtenção do
título de Doutor em Ciência Animal.

Aprovado(a) em: 26-02-2019

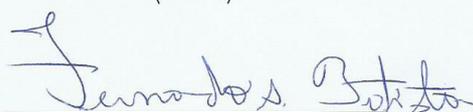
BANCA EXAMINADORA:



Dr. Gumercindo Loriano Franco
Orientador (UFMS)



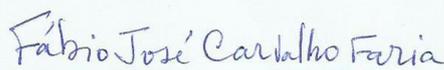
Dr. Vinícius Pimentel Silva
(UFRRJ)



Dr. Fernando Arévalo Batista
(UFMS)



Dr. Breno Fernandes Barreto Sampaio
(UFMS)



Dr. Fábio José Carvalho Faria
(UFMS)

Dedicatória

Aos meus pais Ibrahim Miranda Cortada Filho e Veronique Micheline Claude Louvet Cortada pelo amor, carinho e apoio incondicional em todos os momentos, além do exemplo de vida, de determinação e superação.

Às minhas irmãs Alessandra Louvet Cortada Rodrigues e Marie Louise Louvet Cortada pelo companheirismo e incentivo.

Aos meus padrinhos Benard Pierre Louvet e Virginie Louvet Guazzelli pelo companheirismo e apoio incondicional.

Aos meus avôs Ibrahim Miranda Cortada *in memoriam* e Marcel Louvet (Toty) *in memoriam* pelo exemplo de vida de dedicação, corretude, coragem e amor pelas “coisas” do campo e pelos cavalos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela proteção e inspiração necessária para a condução do curso e elaboração desta tese de doutorado.

Em especial ao Prof. Dr. Gumercindo Lorian Franco, um professor que se transformou em orientador, um orientador que se tornou um “Mestre” e AMIGO que, com entusiasmo incansável buscou dividir o conhecimento e promover o crescimento de todos aqueles que o cercaram.

Ao Prof. Dr. Breno Fernandes Barreto Sampaio, responsável pelo Setor de Equideocultura da UFMS, pelo apoio durante a idealização e realização do projeto.

Ao Prof. Dr. Vinicius Pimentel Silva, pelo auxílio nas análises para determinação de energia bruta dos alimentos.

À Professora Dra. Alda Izabel de Souza, assim como à técnica do Laboratório de Patologia Clínica, Dra. Franciela Cristina Pezarico, pela ajuda nas análises bioquímicas.

Aos meus amigos e companheiros na jornada da pós-graduação, Marcella Cândia D’Oliveira, Marcello Vedovatto e João Artemio Marin Beltrame, pela amizade, companheirismo e apoio ao longo de toda a caminhada.

Ao secretário da Pós-Graduação em Ciência Animal, Ricardo de Oliveira dos Santos, pelo companheirismo e apoio no atendimento das demandas junto à pós-graduação.

Aos estagiários bolsistas do curso de zootecnia, Leticia Nantes, Rafaela Nunes Coelho, Isabella Errobiarte de Mattos e Nayara Yone Bueno Yamashida, pelo empenho e colaboração na condução do experimento, coleta dos dados e análises laboratoriais.

Aos meus amigos e alunos do curso de zootecnia da UFMS, Rafael Padilha de Rezende e Luiz Gustavo Marinho Veras, pelo companheirismo e comprometimento ao longo da condução do experimento e sempre disponíveis para toda e qualquer “missão”.

Aos médicos veterinários Marcelo Augusto de Araújo, Natalia Bondezan Dias Neto, Ruth Silva Albuquerque e Mariana Green Freitas pelo auxílio nas coletas de sangue e cuidados sanitários com os animais.

Aos colegas de curso e amigos Gabriella de Oliveira Dalla Martha, Anderson Luiz de Lucca Bento, Raizza de Fátima Abadia Tulux Rocha e Camila da Silva Pereira pelas trocas de informações e experiências.

Aos seis cavalos Pantaneiros “Nicão”, “Negrinho”, “Baio Joãozinho”, “Roliço”, “Jacaré” e “Ventania”, protagonistas no experimento e responsáveis por desenvolver o interesse pela equideocultura em muitos dos nossos estagiários.

Aos cavalos “Leviano” e “Viking”, montaria dos *tropilheiros*, que gentilmente conduziram as *tropilhas* durante as suas atividades físicas.

Aos estagiários do Grupo de Estudos em Nutrição de Equinos (GENEq), que sem os quais seria impossível conduzir o experimento.

À Iguaphós Nutrição Animal por fornecer e produzir os concentrados utilizados no experimento.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul que permitiu a realização deste curso de doutorado e concedeu a bolsa de doutorado para condução do curso.

A todos que, direta ou indiretamente, me apoiaram e que por ventura não foram aqui citados.

“Calme, en avant e droit”

(Calma, em frente e reto)

General L’Hotte (1825 - 1904) – Equitador chefe de *Saumur*

Resumo

CORTADA NETO, I.M. Inclusão de casca de soja no concentrado de cavalos em atividade física moderada. Ano 2019. Tese - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2019.

O processo de digestão do cavalo ocorre em duas etapas: a primeira compreende a fase pré-cecal, momento onde a digestão ocorre por meio da secreção enzimática do hospedeiro; e na segunda fase, pós-cecal, há ação exclusiva dos microrganismos no intestino grosso (IG), fermentando o substrato ingerido. Os carboidratos digeridos e absorvidos no intestino delgado (ID) são fontes de glicose. Já os alimentos ricos em fibra são digeridos principalmente no IG. A fermentação microbiana no IG produz grandes quantidades de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), dentre eles o acetato, butirato e propionato. O propionato absorvido é utilizado na gliconeogênese, contribuindo na manutenção da glicemia sanguínea, o acetato pode ser utilizado na síntese de gordura ou como importante combustível muscular e o butirato é utilizado como fonte de energia pelo trato gastrointestinal (TGI). Coprodutos da agroindústria ricos em pectina são largamente utilizados na alimentação animal, a exemplo da casca de soja, polpa de beterraba e polpa cítrica. A pectina intensifica os processos fermentativos no IG, aumentando a produção de AGCC e, conseqüentemente, modulando os níveis glicêmicos e aumentando o suprimento de energia oriundo dos AGCC. Alimentos fibrosos reduzem o acúmulo muscular de lactato e íons de hidrogênio em cavalos submetidos a exercício de alta intensidade e baixa duração e, retardam o aparecimento de sinais de desidratação em cavalos de enduro. Apesar dos inúmeros benefícios, estes alimentos tendem a aumentar enchimento do trato TGI, criando um “peso de lastro” podendo diminuir o desempenho durante atividade física. Logo, objetivou-se avaliar níveis de inclusão de casca de soja no concentrado de cavalos em atividade física moderada sobre a ingestão, digestibilidade aparente dos nutrientes, variáveis no líquido fecal e parâmetros bioquímicos e fisiológicos associados ao exercício físico. Os tratamentos foram concentrados com 0, 250 e 500 g/kg de inclusão de casca de soja. Os cavalos foram alimentados com 12,5 g/kg PC de feno de capim-lhanero (*Brachiaria humidicola* cv. Llanero) e 10 g/kg PC de um dos três concentrados experimentais, divididos em duas refeições diárias. A inclusão de casca de soja reduziu a digestibilidade da matéria seca (MS) e energia bruta (EB), o menor valor de digestibilidade da proteína bruta (PB) foi observado no concentrado com 50% de casca de soja. A casca de soja aumentou a digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). A presença de casca de soja no suplemento concentrado não provocou alterações nos valores de pH e N-NH₃ no líquido fecal, mas aumentou a concentração dos AGCC, em especial o de ácido acético. A casca de soja foi eficiente em reduzir os valores de glicose sanguínea de 120 a 240 minutos após a alimentação, bem como, a inclusão de 50% de casca de soja gerou o menor valor de área abaixo da curva (AUC) para valores de glicose sanguínea entre o fornecimento do concentrado e 240 minutos após alimentação. Os concentrados não alteraram os valores de lactato plasmático e pH sanguíneo para nenhum dos horários de coleta compreendidos na fase pós alimentação (0-240 min.), durante o exercício físico (241 a 300 min.) e durante período de recuperação (300 a 315 min). Os valores de ureia e proteína total sérica referente aos horários que correspondem ao início, fim do exercício e após período de recuperação não foram influenciados pela inclusão de casca de soja. A inclusão de casca de soja no concentrado não alterou as variáveis

fisiológicas (frequência respiratória e frequência cardíaca) e a mudança de peso associado ao exercício físico, bem como, o consumo de água ao longo do dia. A inclusão de casca altera o sítio de digestão da dieta, aumenta a digestão das frações fibrosas, aumenta a contribuição dos AGCC no suprimento de energia e melhora a modulação da glicemia sanguínea.

Palavras-chave: amido, fibra, glicose, metabolismo, pectina

Abstract

CORTADA NETO, I.M Soybean hulls inclusion in the concentrate for horses with moderate physical activity. Ano. 2019 . Thesis - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2019-.

The process of digestion of the horse occurs in two stages: the first comprises the pre-cecal phase, moment at which digestion occurs through the enzymatic secretion of the host; and in the second phase, post-cecal, there is exclusive action of the microorganisms in the large intestine (LI) fermenting the ingested substrate. Carbohydrates digested and absorbed in the small intestine (SI) are sources of glucose. Foods rich in fiber are digested mainly in the LI. Microbial fermentation in the LI produces large amounts of short chain fatty acids (SCFA), among them acetate, butyrate and propionate. The absorbed propionate is used in gluconeogenesis, contributing to the maintenance of blood glucose, acetate can be used in the synthesis of fat or as important muscle fuel and butyrate is used as a source of energy by the gastrointestinal tract (GIT). Coproducts of agro-industry rich in pectin are widely used in animal feed, for example soybean hulls, beet pulp and citrus pulp. Pectin enhances the fermentative processes of the LI, increasing the production of SCFA and, consequently, modulating the glycemic levels and increasing energy supply from the SCFA. Fibrous foods reduce muscle accumulation of lactate and hydrogen ions in horses submitted to high intensity and low duration exercise and delay the onset of signs of dehydration in endurance horses. Despite the numerous benefits, these foods tend to increase filling of the GIT, creating a "ballast weight" that can decrease performance during physical activity. The objective of this study was to evaluate the inclusion of soybean hulls in the concentrate of horses in moderate physical activity on the intake, apparent digestibility of nutrients, variables in the fecal fluid and biochemical and physiological parameters associated to physical exercise. The treatments were concentrated with 0, 250 and 500 g/kg inclusion of soybean hulls. The horses were fed with 12.5 g / kg BW of lhanero grass hay (*Brachiaria humidicola* cv. Llanero) and 10 g / kg BW of one of the three experimental concentrates, divided into two equal meals. The inclusion of soybean hulls reduced the digestibility of dry matter (DM) and crude energy (CE), the lowest digestibility of crude protein (CP) was observed in the concentrate with 50% of soybean hulls. Soybean hulls increased the digestibility of neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF). The presence of soybean hulls in the concentrate did not cause changes in the pH and N-NH₃ values of fecal fluid, but increased the concentration of SCFA, especially acetic acid. Soybean hulls was effective in reducing blood glucose values from 120 to 240 minutes after feeding, as well as, the inclusion of 50% soybean hulls generated the lowest area value below the curve (AUC) for glucose values between the feeding and 240 minutes after feeding. Concentrates did not change plasma lactate and blood pH values at any time post-feeding (0-240min), during exercise (241-300 min) and during recovery (15 min) periods. The values of urea and total serum protein related to the schedules that correspond to the beginning, end of the exercise and after recovery period were not influenced by the inclusion of soybean hulls. The inclusion of soybean hulls in the concentrate did not alter the physiological variables (respiratory rate and heart rate) and the weight change associated with physical exercise, as well as the consumption of water throughout the day. The inclusion of house altered the digestion site of the diet, increased the digestion of the fibrous fractions of the diet, increasing the

contribution of SCFA in the energy supply and improving the modulation of blood glucose.

Keywords: fiber, glucose, metabolism, pectin, starch

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
1 Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal de equinos.....	13
2 Fornecimento de energia: Fibra <i>versus</i> concentrado.....	17
3 Alimentos fibrosos de alto potencial energético.....	19
4 Alimentos ricos em fibra na alimentação de cavalos atletas.....	21
Referências Bibliográficas.....	23
 ARTIGO 1: Inclusão de casca de soja no concentrado de equinos: ingestão e digestibilidade aparente de nutrientes e variáveis do líquido fecal.....	26
Resumo.....	27
Introdução.....	28
Materiais e Métodos.....	29
Resultados.....	34
Discussão.....	36
Conclusões.....	40
Literatura citada.....	40
 ARTIGO 2: Inclusão de casca de soja no suplemento concentrado de equinos: variáveis bioquímicas e fisiológicas.....	52
Resumo.....	53
Introdução.....	54
Materiais e Métodos.....	55
Resultados.....	59
Discussão.....	61
Conclusões.....	65
Literatura citada.....	65
 ANEXO.....	79

INTRODUÇÃO

1 ANATOMIA E FISIOLOGIA DO TRATO GASTROINTESTINAL DE EQUINOS

O processo de digestão do cavalo pode ser dividido em duas fases distintas: a primeira compreende a fase pré-cecal, no intestino delgado (ID), onde a maior parte da digestão ocorre por meio da secreção enzimática do hospedeiro; na segunda fase, pós-cecal, há ação exclusiva dos microrganismos (MO) no intestino grosso (IG) fermentando o substrato ingerido, e como resíduo da fermentação disponibiliza para o hospedeiro, o equino, compostos (ácidos graxos de cadeia curta, vitaminas e amônia) que serão absorvidos e utilizados nos processos metabólicos.

A boca, primeira parte do trato gastrointestinal (TGI) dos equinos e primeira etapa do processo de digestão, é responsável pela apreensão e mastigação dos alimentos. Os cavalos possuem lábios fortes e extremamente móveis, bem como incisivos (superiores e inferiores) que são utilizados para a apreensão da forragem durante o pastejo, conferindo uma alta eficiência na apreensão de alimento, o que possibilita o pastejo de forragens próximas ao nível do solo (Cintra, 2011).

Após a apreensão o alimento é mastigado, nesta etapa ocorre a redução do tamanho das partículas e umidificação do bolo alimentar por meio da adição de saliva, facilitando a deglutição. O tipo de alimento, volumoso ou concentrado, e seu processamento são fatores que determinam a intensidade com que ocorrerá a mastigação antes da deglutição do bolo alimentar. De modo geral os cavalos realizam aproximadamente 73-92 movimentos mastigatórios por minuto (Mayer, 1995) e, quando alimentado com feno de partículas longas (20 a 30 centímetros) são necessários 3000 a 3500 movimentos mastigatórios para a ingestão de 1 kg de matéria seca (MS) do mesmo, ao passo que, durante o consumo de feno de partículas curtas (5 a 10 centímetros) o animal realiza apenas 1000 movimentos mastigatórios para cada kg de MS de alimento ingerido (Brandi e Furtado, 2009).

O tempo de ingestão dos diferentes alimentos (aveia grão ou alimento peletizado: 10 min/kg MS; feno: 40-50 min/kg MS) e o volume (L) de saliva produzida estão diretamente relacionados ao número de movimentos mastigatórios realizados. A saliva é secretada e misturada ao alimento somente durante a mastigação, sendo liberada em uma quantidade de aproximadamente 3 L/kg matéria seca ingerida (MSI) de forragem, 6,5 L/kg MSI de feno e 1,9 L/kg MSI de alimento peletizado (Tabela 1) (Meyer et al., 1986).

Quando comparada com as outras espécies, a saliva dos equídeos apresenta baixíssima concentração de amilase salivar (Amilase salivar: cavalo 0,44 U/mL; humano: 77 U/mL e suínos 98 U/mL). No entanto, a saliva dos equídeos apresenta significativa concentração de cálcio, cloro, bicarbonato e sódio (Ca: 3,9 mmol/L; Cl: 60 mmol/L; bicarbonato: 48 mmol/L e Na: 67mmol/L) (Coenen et al., 1986). Funcionalmente a contribuição da saliva ocorre pela lubrificação do bolo alimentar, facilitando a deglutição e neutralização de conteúdos gástricos, que podem estimular a atividade fermentativa de bactérias intragástricas (Meyer et al., 1986; Meyer et al., 1995; Brandi e Furtado, 2009).

Tabela 1 – Secreção salivar (L/kg) em equinos consumindo diferentes alimentos

Alimento ingerido	L/kg MN ¹	L/kg MS ²	% MS bolo ³
Gramínea	0,59	2,95	12,6
Silagem gramínea / alfafa	2,35	4,49	15,2
Feno	5,80	6,53	14,4
Alimento peletizado	1,70	1,90	33,6
Polpa de beterraba 90*	2,23	2,34	29,0
Polpa de beterraba 49*	1,18	2,42	23,2
Polpa de beterraba 35*	0,63	1,87	20,6

¹litros de saliva secretado por kg de matéria natural (MN) ingerida;

²litros de saliva secretado por kg de matéria seca (MS) ingerida;

³teor de MS do bolo alimentar ingerido;

* % de umidade da polpa de beterraba após imersão em água;

Adaptado de Meyer et al. (1986).

O estômago do equino representa cerca de 10% da capacidade de armazenamento do TGI. O alimento permanece no estômago por um tempo limitado, variando entre duas e seis horas (Santos et al., 2010). A ingestão de alimentos estimula os movimentos peristálticos no estômago e seu esvaziamento, promovendo o fluxo da digesta ao duodeno (Gerring e Hunt, 1986). Quando o consumo de alimento é finalizado, como observado nos intervalos entre refeições, os movimentos peristálticos diminuem e a passagem de digesta para o duodeno é interrompida evitando a ocorrência do completo esvaziamento estomacal (Van Weyenberg et al., 2006).

O estômago é anatomicamente dividido em duas porções, sendo a primeira aglandular, compreende a porção cranial e é coberta por epitélio estratificado escamoso, onde os valores de pH são mais elevados, variando entre 5 a 7. A menor acidez permite a sobrevivência de MO

que atuam sobre açúcares, amido e proteína. Os MO presentes no estômago produzem ácido láctico, ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e pequenas quantidades de gases (Tabela 2) (Varloud et al., 2007). Na porção glandular ocorrem à secreção de ácido clorídrico, pepsina, lipase, hormônio polipeptídico e gastrina (Merrit e Julliand, 2013).

O estímulo para a liberação hormonal se inicia com a ingestão de alimentos e está associado à distensão estomacal. Em função da acidez do conteúdo estomacal na porção glandular (pH de 1 a 2), ocorre uma constante produção de muco e liberação de bicarbonato (Brandi e Furtado, 2009).

Tabela 2 – Concentração de AGCC do conteúdo gástrico de quatro cavalos consumindo dieta peletizada

AGCC (mmol/L)	Tempo após alimentação				Valor de <i>p</i>
	-30	60	120	210	
L-Lactato	0,55	0,90	1,31	5,65	0,058
D-Lactato	0,80	0,95	1,83	2,33	0,163
Lactato Total	0,26	1,94	3,14	7,99	0,030
Acetato	1,46	3,16	5,93	6,58	0,011
AGCC Totais	1,96	4,18	7,00	8,17	0,014

Adaptado de Varloud et al. (2007).

Após deixar o estômago o bolo alimentar segue para o ID. Esta porção do TGI é relativamente curta (20 a 25 metros), quando comparado com demais animais de produção (p. ex. ruminantes), e os movimentos peristálticos promovem uma velocidade acelerada de movimentação do quimo (20 a 30 cm/min) e o tempo médio de retenção do quimo no ID varia entre 1,5 a 2 horas, dependendo da composição da dieta e da quantidade de alimento ingerido (Drogoul et al., 2000). No ID ocorre a absorção de glicose, aminoácidos, ácidos graxos, cálcio e vitaminas lipossolúveis (Meyer, 1995; Cintra, 2011). O ID tem capacidade limitada para digestão do amido, por limitação da enzima α -amilase pancreática (Kienzle, 1994), e absorção da glicose (limitação no transportador GLUT1) (Merrit e Julliand, 2013), com isto, a medida que ocorre um aumento na ingestão diária desse nutriente, aumenta a quantidade de amido não digerido que atinge o IG (Pagan et al., 1998).

O IG representa a última porção do TGI, formando uma importante câmara fermentativa que tem 60% da capacidade de armazenamento e 30% do comprimento do TGI (Santos et al., 2010). O processo de digestão do alimento no IG ocorre exclusivamente por ação de bactérias

e protozoários ciliados. Neste compartimento não ocorre secreção de enzimas pelo hospedeiro, sendo secretado apenas muco e bicarbonato. Para maximizar o aproveitamento dos alimentos, o tempo de retenção da dieta no IG varia de 21 a 40 horas (Brandi e Furtado, 2009), diminuindo dentro desta faixa à medida que ocorre incremento na ingestão de alimento. A redução no tempo de retenção de alimento no IG está diretamente relacionado a um menor coeficiente de digestibilidade do bolo alimentar, uma vez que, ocorre uma redução do tempo em que o substrato fica exposto aos microrganismos intestinais (Pagan et al., 1998).

No IG constata-se a presença de MO especializados tanto na digestão de alimentos fibrosos, quanto na digestão de carboidratos não fibrosos: *Clostridium spp.*, *Ruminococcus spp.*, *Butyrivibrio spp.*, *Eubacterium spp.*, *Streptococcus bovis*, *Lactobacillus spp.*, tendo como os principais produtos da fermentação os AGCC, principalmente os ácidos acético, propiônico e butírico, que podem atender até 70% da demanda energética, lactato e gases. A proporção dos três principais AGCC, bem como, a quantidade de lactato produzido está relacionado com a proporção volumoso e concentrado da dieta (Daly et al., 2001).

Em equinos consumindo exclusivamente forragem, observou-se no IG maior proporção de MO especializada na degradação da fibra. Essas dietas promovem estabilidade no pH intestinal, com valores próximos a neutralidade, levando a baixo risco de problemas metabólicos (Hintz et al., 1971; Julliand et al., 2001).

Nas dietas com elevada participação de cereais ricos em amido, o quimo que chega ao IG passa a ter uma composição diferente daquela consumida pelos cavalos na natureza. O amido, por possuir um maior potencial fermentativo, permite maior crescimento da fauna microbiana no IG e, por consequência, uma maior produção de AGCC (Willing et al., 2009), em especial o ácido propiônico, um importante precursor da glicose (Hintz et al., 1971).

Apesar dos benefícios proporcionados pela maior disponibilidade de substrato energético, nas dietas compostas por amido há uma maior produção de ácido lático (pK_a : 3,85). A produção de lactato está diretamente associada à acidificação do IG e a graves problemas metabólicos como as cólicas e laminites (Julliand et al., 2001).

Os AGCC produzidos no IG são absorvidos no epitélio intestinal e transportados para os diferentes tecidos onde serão metabolizados. O ácido acético é utilizado na síntese de tecido adiposo e fonte de energia (Pethick et al., 1993; Pratt et al., 2005). O ácido propiônico é metabolizado no fígado e transformado em glicose por meio da gliconeogênese, sendo a glicose utilizada como fonte de energia ou armazenada nos diferentes tecidos musculares na forma de glicogênio para ser utilizado como fonte de energia. Dentre os três AGCC o ácido butírico, é

produzido em menor quantidade, sendo utilizado quase que na totalidade pelo epitélio do IG como fonte de energia (Brandi e Furtado, 2009).

2 FORNECIMENTO DE ENERGIA: FIBRA VERSUS CONCENTRADO

Nos grãos de cereais há maior participação de carboidratos hidrolisáveis e uma menor participação de fibra em sua composição bromatológica. Quando cereais são fornecidos aos equinos, os carboidratos amiláceos são digeridos inicialmente no ID pela ação da α -amilase secretada no pâncreas e, em seguida pelas dissacaridasas (sacarase, maltase, lactase) secretadas pelas células do epitélio do ID. Após a digestão enzimática, os monossacarídeos resultantes (D-glicose, D-frutose e D-galactose) são então absorvidos pela membrana da borda em escova do epitélio intestinal pela ação de mecanismos de transporte específicos para cada monossacarídeo. A glicose e a galactose são transportadas via Na⁺/glicose co-transporte, mais presente na região proximal do ID, e que possui uma capacidade, relativamente, baixa de absorção. Desta forma, a digestão do amido e absorção de glicose no ID tem limitação fisiológica, com o maior aproveitamento dos açúcares ocorrendo na porção proximal (Richardson e Murray, 2016).

Os alimentos ricos em fibra são digeridos principalmente no IG. A fermentação microbiana produz grandes quantidades de AGCC, dentre eles o acetato, butirato e propionato. Estes substratos energéticos são então absorvidos para o sistema sanguíneo: o propionato é convertido a glicose e o acetato é convertido em gordura ou utilizados como fonte de energia. A concentração dos três principais AGCC no total de AGCC produzidos está totalmente ligada à natureza ou tipo dieta (Hintz et al., 1971; Glinsky et al., 1976; Coverdale et al., 2004).

As diferenças nas proporções de AGCC produzidos são observadas não somente quando comparamos forragem e concentrado, mas também, quando comparamos diferentes estágios vegetativos da forragem (Hoffman et al., 2001). Muller (2012), avaliando silagens pré-secadas produzidas em um campo consorciado (40% de timóteo [*Phleum pratense*]; 40% capim festuca [*Festuca pratensis*]; 20% de trevo vermelho [*Trifolium pratense*]) e colhidos em três estágios de crescimento (30, 60 e 90 dias) observou que os animais alimentados com pré-secado produzido com a forragem em estágio inicial de crescimento (30 d) excretaram fezes com maiores quantidades de AGCC, quando comparado com os demais tratamentos.

Pesquisas têm sido conduzidas para avaliar a viabilidade da utilização de dietas exclusivamente a base de forragem para equinos em crescimento e treinamento. Situação em que, tradicionalmente, utilizam-se dietas ricas em amido, pois se acredita que animais em

treinamento ou competição necessitam de elevadas quantidades de glicose absorvidas para manutenção dos níveis glicêmicos e do glicogênio muscular, o principal combustível muscular durante as atividades de alta intensidade e baixa duração.

No entanto, contrariando o que se imaginava, dietas a base de forragem podem atender as exigências energéticas de animais em crescimento e treinamento. Jansson e Lindberg (2012) avaliando dois planos nutricionais para cavalos da raça PSI, em treinamento, observaram que os cavalos alimentados com dieta a base de feno [ingestão diária de 110 MJ de energia metabolizável (EM) e 0 g de amido] apresentaram rendimento esportivo similar ao dos cavalos alimentados de forma tradicional (feno + concentrado) (ingestão diária de 110 MJ de EM e 2503 g de amido). Além da manutenção do desempenho esportivo, a dieta a base de feno proporcionou alterações metabólicas benéficas aos animais. Dentre elas, maiores valores de pH séricos pós-exercício e menores concentrações de lactato sanguíneo. A mobilização de glicogênio muscular foi similar entre os tratamentos.

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

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

Tentando desvendar o potencial energético do acetato no metabolismo de equinos em exercício Pratt et al. (2005) infundiram solução de acetato, via intravenosa, em cavalos submetidos ou não esforço físico moderado e se observou que a atividade física reduziu pela metade a meia vida da infusão de acetato (com exercício: 4,7 min.; em repouso: 11,7 min.) , não sendo identificado aumento nos níveis circulantes de β -hidroxibutirato, ácidos graxos livres e triglicerídeos, o que demonstrou que este substrato energético não foi utilizado em outras vias metabólicas.

3 ALIMENTOS FIBROSOS DE ALTO POTENCIAL ENERGÉTICO

A fermentação microbiana no IG dos equinos representa uma importante fonte de energia, podendo suprir de 30 a 70% da demanda energética diária (Menezes et al., 2014). Em função da importância do IG no atendimento das demandas energéticas, muitas pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo de avaliar a utilização de alimentos com altos teores de carboidratos não amiláceos, mas com baixa participação de amido em sua composição (Quadros et al., 2004; Braga et al., 2008; Brandi et al., 2014; Kabe et al., 2016; Borghi et al., 2017).

A evolução natural transformou o IG dos equinos em uma câmara especializada na fermentação de carboidratos presentes na parede celular das forragens. Estes carboidratos são tradicionalmente divididos em três grupos: celulose, hemicelulose e pectina (NRC, 2007). Dentre os três principais carboidratos presentes na parede vegetal, a pectina é aquele que é mais rapidamente fermentescível por microrganismos presentes no IG de equinos (NRC, 2007).

Alguns coprodutos bastante utilizados na alimentação animal, principalmente na dieta de ruminantes, são ricos em pectina (Tabela 3). A exemplo da polpa de beterraba, casca de soja e polpa cítrica, estes dois últimos são bastante comuns no cenário brasileiro.

Tabela 3 – Composição bromatológica da polpa de beterraba, casca de soja e polpa cítrica¹

Alimentos	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	Pect (%)	Amido (%)
Polpa de beterraba	9-10	45-46	23	33,7	3,0
Casca de soja	11-14	60-64	44-52	20,0	5,0
Polpa cítrica	6,9-7	22-28	22-25	29	3,2

¹Proteína bruta (PB); fibra em detergente neutro (FDN); fibra em detergente ácido (FDA); pectina (Pect)
Adaptado de Silva et al. (2016).

Alimentos ricos em pectina, quando comparados com os cereais tradicionais, tendem manter a produção de AGCC, sem trazer consigo os riscos de aparecimento de problemas metabólicos como acidose intestinal e laminite (Miraglia et al., 2006).

Lindberg e Palmgren-Karlsson (2001) avaliaram inclusão da polpa de beterraba em substituição da aveia na ração de equinos (145 g/kg MS de aveia substituído por 152 g/kg MS de polpa de beterraba para produzir dietas com 179 g/kg MS e 106 g/kg MS de amido, respectivamente). Os níveis de glicose sanguíneos foram acompanhados durante quatro horas após a alimentação. Nas primeiras duas horas o pico de glicose sanguínea do tratamento com aveia (7,5 mmol/L) foi significativamente superior ao tratamento com polpa de beterraba (6,8

mmol/L). No entanto, quatro horas após alimentação o nível de glicose sanguínea foi idêntico para ambos os tratamentos.

O fornecimento de 0,75 kg de polpa de beterraba melaçada por refeição produziu resultados estatisticamente similares para os picos de glicose sanguínea, média de glicose sanguínea e área abaixo da curva quando comparado ao mesmo fornecimento de aveia (Groff et al., 2001). A ausência de diferença do pico de glicose sanguínea é resultado da adição de melaço à polpa de beterraba, corroborando com Crandell et al. (1999) que, ao substituir 15% da energia digestível (ED) de um suplemento concentrado por polpa de beterraba melaçada encontrou valores de pico de glicose sanguínea similares. Esses trabalhos demonstram um efeito sinérgico dos açúcares oriundo do melaço e da pectina na disponibilidade de energia para o animal. O açúcar absorvido no ID contribui elevando os níveis glicose sanguínea nas primeiras horas após a refeição, ao passo que, os carboidratos hidrolisáveis da polpa de beterraba, em especial a pectina, são rapidamente fermentados no IG.

A polpa cítrica, subproduto da indústria de suco de laranja, é rica em pectina e tem se mostrado uma opção interessante na nutrição de equinos. Menezes et al. (2014) avaliaram diferentes níveis de substituição de farelo de trigo por polpa cítrica no concentrado para cavalos, e identificaram que os alimentos ricos em pectina podem contribuir na melhoria da digestibilidade total de dietas a base de forragem. Murray et al. (2008) avaliaram a substituição de parte do feno e da silagem de alfafa por polpa de beterraba (0 a 30% da MS). A inclusão da polpa de beterraba promoveu um aumento nos valores de digestibilidade aparente da alfafa e da dieta total. Este resultado revelou o potencial de alimentos fibrosos ricos em energia em melhorar o aproveitamento da dieta e reduzir a participação de grãos de cereais.

O incremento na produção de AGCC, em especial o propionato, proporcionado pelos alimentos fibrosos com alto potencial energético, promove um maior aporte de substratos com potencial glicogênico para animais durante a atividade física. Ao contrário, dos grãos de cereais que são digeridos principalmente no ID, cavalos de alto desempenho alimentados com fibras em energia podem ser beneficiados pela glicose produzida pela digestão enzimática de carboidratos e açúcares no ID em adição a um suprimento constante de substratos glicogênicos produzidos pela fermentação no IG (Coverdale et al., 2004; Richardson e Murray, 2016).

4 ALIMENTOS RICOS EM FIBRA NA ALIMENTAÇÃO DE CAVALOS ATLETAS

As estratégias nutricionais apropriadas para cavalos de esporte influenciam o desempenho esportivo e manutenção da saúde do animal. Dentre os pontos importantes podemos destacar o acúmulo muscular de metabólitos resultantes do metabolismo energético (lactato), prevenção à desidratação e o enchimento do TGI sobre o esforço exercido durante a atividade física (Danielsen et al., 1995; Harris et al., 1987).

Exercícios de alta intensidade promovem o acúmulo muscular de lactato e íons de hidrogênio (H^+), levando à acidose intracelular e provocando a fadiga muscular (Harris et al., 1987). Em cavalos de alto desempenho são utilizadas estratégias que intensificam o desaparecimento de lactato e H^+ por meio de alcalose induzida. A administração de solução de bicarbonato é um exemplo de estratégia bastante comum (Kline et al., 2005; Richardson e Murray, 2016).

Descobertas científicas têm demonstrado que o consumo de forragem contribui no desaparecimento do lactato e H^+ por meio de uma alcalose natural promovida por estes alimentos. Corroborando com esta hipótese, Jansson e Lindberg (2012) observaram que cavalos da raça PSI, submetidos a um teste de exercício intenso, alimentados exclusivamente com forragem pré-secada (mix de *Phleum pratense* e *Festuca pratensis*) apresentaram valores de pH sanguíneo significativamente superiores aos dos animais alimentados com a combinação de forragem pré-secada e concentrado (50:50). Os cavalos que consumiram apenas forragem apresentaram os menores valores de lactato plasmático. Segundo os autores, os menores valores de lactato plasmático e maiores valores para pH sanguíneo nos tratamentos exclusivamente com forragem podem ser consequência da capacidade de neutralização (ânions orgânicos da dieta) de íons H^+ . A capacidade de neutralizar a acidose promovida por exercício intenso, por vias naturais é uma estratégia importante a ser avaliada em cavalos atletas quando se estabelece a estratégia de alimentação.

A manutenção do volume de água corporal total durante a atividade física exige que ocorra um balanço entre a ingestão e a perda. No entanto, em cavalos de esporte este balanço não ocorre e, os quadros de desidratação são consequência das atividades físicas prolongadas. Nos cavalos de enduro a transpiração, geralmente, é maior do que a ingestão mesmo quando se oferece água e pasta repositora de eletrólitos durante os “vet-check” (Schott II et al., 1997). Nestas situações o IG desempenha um papel importante como reservatório de água e eletrólitos podendo atenuar a desidratação associada ao exercício. Um cavalo de 500 kg submetido a 2-3

horas de atividade física de baixa intensidade pode absorver, aproximadamente, 10 litros de água do TGI (Spooner et al., 2013).

Neste contexto, as fibras dietéticas contribuem de forma significativa na quantidade de água armazenada no IG e na disponibilidade da mesma para o animal. Os alimentos fibrosos, alimentos ricos em pectina, são hidrofílicos e tem grande capacidade de absorção de água. Somado a isso, estes alimentos apresentam uma menor velocidade de passagem ao longo do TGI, aumentando a quantidade de água retida no IG. Danielsen et al. (1995) avaliaram o efeito do exercício de baixa intensidade e longa duração sobre alterações no peso corporal e variáveis plasmáticas de cavalos alimentados exclusivamente com feno de gramínea ou em dieta com feno (50%) e alimento concentrado (50%). Em ambos os tratamentos experimentais a perda de peso corporal e transpiração foram iguais, no entanto, os animais alimentados exclusivamente com feno tiveram os menores valores de proteína plasmática, o que sugere maior capacidade de manutenção dos fluídos corporais proporcionado por esta dieta.

Apesar dos benefícios promovidos pelos alimentos fibrosos ao metabolismo dos equinos em exercício, estes alimentos tendem a aumentar o enchimento do TGI e o peso do animal, criando um “*peso morto*” que aumenta o gasto de energia para a execução das atividades físicas e podendo diminuir o desempenho esportivo (Richardson e Murray, 2016).

Ellis et al. (2002) avaliaram diferentes relações de volumoso : concentrado (100:00; 80:20; 60:40; 50:50) na alimentação de equinos da raça PSI e seus efeitos sobre o peso corporal e desempenho esportivo. O tratamento “100:00” apresentou valores de peso corporal maior do que o tratamento “80:20”, que por sua vez foi maior do que os tratamentos “60:40” e “50:50”. Durante os testes de exercício o tratamento “100:00” apresentou os maiores valores de batimentos cardíacos máximos ($186 \pm 10,8$ batimentos/min) e batimentos cardíacos médios ($105,0 \pm 6,4$ batimentos/min), sugerindo que o peso corporal extra, somente com forragem exigiu um maior esforço físico e, conseqüentemente um maior gasto de energia. Nestes casos, se deve avaliar a possibilidade de redução na ingestão de fibra no dia que antecede as competições, a fim de reduzir o peso extra promovido pela alimentação.

REFERÊNCIAS

- BORGHI, R.T.; RODRIGUES, P.G.; MOURA, R.S.; ALMEIDA, L.S.; FONTES, G.C.S.; FIDÊNCIO, C.F.; SANTOS, C.A.; MARCHESIN, W.A.; OLIVEIRA JUNIOR, G.M.; SOUZA, J.C. Digestibility of nutrients and digestive health in horses submitted to moderate exercise and supplemented with diets formulated with soybean hulls. **Journal of Equine Veterinary Science**. v. 59, p. 118-125, 2017. doi: doi.org/10.1016/j.jevs.2017.10.003
- BRANDI, R.A.; FURTADO, C.E. Importância nutricional e metabólica da fibra na dieta de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 246-258, 2009. doi: dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001300025
- BRANDI, R.A.; TRIBUCCI, A.M.O.; BALIEIRO, J.C.C.; HOFFMAN, R.M.; BUENO, I.C.S. Citrus pulp in concentrates for horses. **Food and Nutrition Sciences**. v. 5, p. 1272-1279, 2014. doi: 10.4236/fns.2014.513138
- BRAGA, A.C.; ARAUJO, K.V.; LEITE, G.C.; MASCARENHAS, A.G. Níveis de fibra em detergente neutro em dietas para equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 37, n. 11, p. 1965-1972, 2008. doi: dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008001100010
- CINTRA, A.G.C. **O cavalo: características, manejo e alimentação**. São Paulo: Roca, 384p, 2011.
- COENEN, M.; PROST, D.; GURER, C. Studies on saliva production and composition in the horse. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v. 56, p. 163, 1986.
- COVERDALE, J.A.; MOORE, J.A.; TYLER, H.D.; MILLER-AUWERDA, P.A. Soybean hulls as an alternative feed for horses. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 6, p. 1663-1668, 2004. doi: doi.org/10.2527/2004.8261663x
- CRANDELL, K.G.; PAGAN, J.D.; HARRIS, P.; DUREN, S.E. A comparison of grain, vegetable oil and beet pulp as energy sources for the exercised horse. In: PAGAN, J.D, GEOR, R.J. **Advances on Equine Nutrition II**. Nottingham: Nottingham Press University Nottingham UK, p. 487, 2001.
- DALY, K.; STEWART, C.S.; FLINT, H.J.; SHIRAZY-BEECHEY, S.P. Bacterial diversity within large intestine as revealed by molecular analysis of cloned 16S rRNA genes. **FEMS Microbiology Ecology**. v. 38, p. 141-151, 2001. doi: doi.org/10.1111/j.1574-6941.2001.tb00892.x
- DANIELSEN, K.; LAWRENCE, L.M.; SICILIANO, P.; POWELL, D.; THOMPSON, K. Effect of diet on weight and plasma variables in endurance exercised horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 27, n. 18, p. 372-377, 1995. doi: doi.org/10.1111/j.2042-3306.1995.tb04955.x
- DROGOUL, C.; PONCET, C.; TISSERAND, J.L. Feeding ground and pelleted hay rather than chopped hay to ponies: 1. Consequences for in vivo digestibility and rate of passage of digesta. **Animal Feed Science and Technology**, v. 87, n. 1, p. 117-130, 2000. doi: doi.org/10.1016/S0377-8401(00)00187-5
- ELLIS, J.M.; HOLLANDS, T.; ALLEN, D.E. Effect of forage intake on bodyweight and performance. **Equine Veterinary Journal**, v. 34, n. S34, p. 66-70, 2002. doi: doi.org/10.1111/j.2042-3306.2002.tb05393.x
- GERRING, E.E.L.; HUNT, J.M. Pathophysiology of equine postoperative ileus: effect of adrenergic blockade, parasympathetic stimulation and metoclopramide in an experimental model. **Equine Veterinary Journal**, v. 18, n. 4, p. 249-255, 1986.
- GLINSKY, M.J.; SMITH, R.M.; SPIRES, H.R.; DAVIS, C.L. Measurement of volatile fatty acid production rates in the cecum of the pony. **Journal of Animal Science**, v. 42, n. 6, p. 1465-1470, 1976. Doi: doi.org/10.2527/jas1976.4261465x
- GROFF, L.; PAGAN, J.; HOEKSTRA, K.; GARDNER, S.; RICE, O.; ROOSE, K. Effect of preparation method on the glycemic response to ingestion of beet pulp in Thoroughbred horses. In: 16th EQUINE NUTRITION AND PHYSIOLOGY SOCIETY SYMPOSIUM, **Proceedings...**, Kentucky, 2001. p.125-126.
- HARRIS, R. C.; MARLIN, D. J.; SNOW, D. H. Metabolic response to maximal exercise of 800 and 2,000 m in the thoroughbred horse. **Journal of Applied Physiology**, v. 63, n. 1, p. 12-19, 1987. doi: doi.org/10.1152/jappl.1987.63.1.12

- HINTZ, H.F.; ARGENZIO, R.A.; SCHRYVER, H.F. Digestion coefficients, blood glucose levels and molar percentage of volatile acids in intestinal fluid of ponies fed varying forage-grain ratios. **Journal of Animal Science**, v. 33, n. 5, p. 992-995, 1971. doi: doi.org/10.2527/jas1971.335992x
- HOFFMAN, R.M.; WILSON, J.A.; KRONFELD, D.S.; COOPER, W.L.; LAWRENCE, L.A.; SKLAN, D.; HARRIS, P.A. Hydrolyzable carbohydrates in pasture, hay, and horse feeds: direct assay and seasonal variation. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 2, p. 500-506, 2001. doi: 10.2527/2001.792500x
- JANSSON, A.; LINDBERG, J.E. A forage-only diet alters the metabolic response of horses in training. **Animal**, v. 6, n. 12, p. 1939-1946, 2012. doi: 10.1017/S1751731112000948
- JULLIAND, V.; FOMBELLE, A.; DROGOUL, C.; JACOTOT, E. Feeding and microbial disorders in horses: Part 3—Effects of three hay: grain ratios on microbial profile and activities. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 21, n. 11, p. 543-546, 2001. doi: doi.org/10.1016/S0737-0806(01)70159-1
- KABE, A.M.G.; DUARTE, A.S.; SOUSA, R.L.M.; BUENO, I.C.S.; MOTA, T.P.; CRANDELL, K.; VERVUERT, I.; CORREA, G.F.; BRANDI, R.A. Soybean hulls in equine feed concentrates: apparent nutrient digestibility, physicochemical and microbial characteristics of equine feeds. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 36, p. 77-82, 2016. doi: doi.org/10.1016/j.jevs.2015.10.008
- KIENZLE, E.; RADICKE, S.; LANDES, E.; KLEFFKEN, D.; ILLENSEER, M.; MEYER, H. Activity of amylase in the gastrointestinal tract of the horse. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 72, p. 234-241, 1994. doi: doi.org/10.1111/j.1439-0396.1994.tb00392.x
- KLINE, K.; FREY, L.P.; FOREMAN, J.H.; LYMAN, J.T. Effects of intravenous sodium bicarbonate and sodium acetate on equine acid-base status. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 25, n. 8, p. 349-354, 2005. doi: doi.org/10.1016/j.jevs.2005.07.003
- LINDBERG, J.E.; PALMGREN-KARLSSON, C. Effect of partial replacement of oats with sugar beet pulp and maize oil on nutrient utilization in horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 33, n. 6, p. 585-590, 2001. doi: doi.org/10.2746/042516401776563535
- MENEZES, M.L.; BRANDI, R.A.; BUENO, I.C.D.S.; BALIEIRO, J.C.D.C.; MOREIRA, C.G.; NASCIMENTO, O.C.D.A. Effects of diets with increasing levels of citrus pulp on the blood parameters linked to energy metabolism in horses. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 6, p. 589-597, 2014. doi: dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000600008
- MERRITT, A.M.; JULLIAND, V. Gastrointestinal physiology. In: GEOR, R.J., HARRIS, P.A., COENEN, M. **Equine Applied and Clinical Nutrition: Health, Welfare and Performance**, p. 3-32. 2013.
- MEYER, H; COENEN, M.; PROST, D. Digestive physiology of the horse. Feed insalivation and passage in the equine upper intestinal tract. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 56, p. 171-183, 1986.
- MEYER, H.; STÉFANO, H. **Alimentação de cavalos**. São Paulo: Varela, 303p, 1995.
- MIRAGLIA, N.; BERGERO, D.; POLIDORI, M.; PEIRETTI, P.G.; LADETTO, G. The effects of a new fiber-rich concentrate on the digestibility of horse rations. **Livestock Science**, v. 100, n. 1, p. 10-13, 2006. doi: doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.11.003
- MÜLLER, C.E. Equine digestion of diets based on haylage harvested at different plant maturities. **Animal Feed Science and Technology**, v. 177, n. 1, p. 65-74, 2012. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2012.06.002
- MURRAY, J.M.D.; LONGLAND, A.; HASTIE, P.M.; MOORE-COLYER, M.; DUNNET, C. The nutritive value of sugar beet pulp-substituted lucerne for equids. **Animal Feed Science and Technology**, v. 140, n. 1, p. 110-124, 2008. doi: doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.02.013
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients Requirements of Horses**. 6.ed. Washington D.C.: 341p, 2007.
- PAGAN, J.D.; HARRIS, P.; BREWSTER-BARNES, T.; DUREN, S.E.; JACKSON, S.G. Exercise affects digestibility and rate of passage of all-forage and mixed diets in thoroughbred horses. **The Journal of Nutrition**, v. 128, n. 12, p. 2704S-2707S, 1998. doi: doi.org/10.1093/jn/128.12.2704S

- PETHICK, D.W.; ROSE, R.J.; BRYDEN, W.L.; GOODEN, J.M. Nutrient utilisation by the hindlimb of thoroughbred horses at rest. **Equine Veterinary Journal**, v. 25, n. 1, p. 41-44, 1993. doi: doi.org/10.1111/j.2042-3306.1993.tb02899.x
- PRATT, S.E.; LAWRENCE, L.M.; WARREN, L.K.; POWELL, D.M. The effect of exercise on the clearance of infused acetate in the horse. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 25, n. 6, p. 266-271, 2005. doi: doi.org/10.1016/j.jevs.2005.05.009
- QUADROS, J.B.S.; FURTADO, C.E.; BARBOSA, E.D.; de ANDRADE, M.B.; M. B.; TREVISAN, A.G. Digestibilidade aparente e desenvolvimento de equinos em crescimento submetidos a dietas compostas por diferentes níveis de substituição do feno de tifton 85 pela casca de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 564-574. 2004. doi: dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000300006.
- RICHARDSON, K.; MURRAY, J.M.D. Fibre for performance horses: A review. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 46, p. 31-39, 2016. doi: doi.org/10.1016/j.jevs.2016.02.234
- SANTOS, A.S.; BESSA, R.; RODRIGUES, M. A. M., FERREIRA, L. Understanding the equine cecum-colon ecosystem: Current knowledge and future perspectives. **Animal**, v. 5, n. 1, p. 48-56, 2010. doi:10.1017/S1751731110001588
- SCHOTT II, H.C.; McGLADE, K.S.; MOLANDER, H.A.; LEROUX, A.J.; HINES, M.T. Body weight, fluid, electrolyte, and hormonal changes in horses competing in 50-and 100-mile endurance rides. **American Journal of Veterinary Research**, v. 58, n. 3, p. 303-309, 1997.
- SILVA, R.H.P.; SOUZA, A.C.R.; DA SILVA, D.F.I. Pectin-rich by-products in feeding horses – A review. **Cogent Food & Agriculture**, v. 2, p. 1193925, 2016 doi: dx.doi.org/10.1080/23311932.2016.1193925
- SPOONER, H.S.; NIELSEN, D.B.; SCHOTT II, H.S.; O'CONNOR-ROBISON, C.I.; HARRIS, P.A. Hydration status of horses performing endurance exercise: I. Evidence for a role of diet. **Comparative Exercise Physiology**, v. 9, n. 3-4, p. 189-197, 2013. doi: doi.org/10.3920/CEP13016
- VAN WEYENBERG, S.; SALES, J.; JANSSENS, G.P.J. Passage rate of digesta through the equine gastrointestinal tract: A review. **Livestock Science**, v. 99, n. 1, p. 3-12, 2006. doi: doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.04.008
- VARLOUD, M.; FONTY, G.; ROUSSEL, A.; GUYONVARCH, A.; JULLIAND, V. Postprandial kinetics of some biotic and abiotic characteristics of the gastric ecosystem of horses fed a pelleted concentrate meal. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 10, p. 2508-2516, 2007. doi: 10.2527/jas.2006-182
- WALLER, A.P.; GEOR, R.J.; SPRIET, L.L.; HEIGENHAUSER, G.J.F.; LINDINGER, M.I. Oral acetate supplementation after prolonged moderate intensity exercise enhances early muscle glycogen resynthesis in horses. **Experimental Physiology**, v. 94, n. 8, p. 888-898, 2009. doi: 10.1113/expphysiol.2009.047068
- WILLING, B.; VÖRÖS, A.; ROOS, S.; JONES, C.; JANSSON, A.; LINDBERG, J.E. Changes in faecal bacteria associated with concentrate and forage-only diets fed to horses in training. **Equine Veterinary Journal** v.41. , p. 908-914, 2009.

1 **Casca de soja na alimentação de equinos**

2 **Inclusão de casca de soja no concentrado de equinos: ingestão, digestibilidade aparente**
3 **dos nutrientes e variáveis no líquido fecal**

4 Ibrahim Miranda Cortada Neto^a, Gumercindo Lorian Franco^{a*}

5 ^aFaculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do
6 Sul, Campo Grande, MS, 79070-900, Brasil.

7 * Autor para correspondência: gumercindo.franco@ufms.br

8
9
10

11 **RESUMO**

12 O objetivo do estudo foi avaliar diferentes níveis de inclusão de casca de soja no
13 concentrado sobre a ingestão, digestibilidade aparente dos nutrientes, pH, nitrogênio
14 amoniacal (N-NH₃) e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) no líquido fecal. Foram
15 utilizados seis cavalos adultos da raça Pantaneiro (393 ± 24,84 kg; 144 ± 2,48 cm) em um
16 delineamento tipo quadrado latino 3 x 3 duplo. Os tratamentos foram os concentrados com 0,
17 250 e 500 g/kg de casca de soja em substituição ao milho e farelo de trigo. Os cavalos foram
18 alimentados com feno de capim-lhanero (*Brachiaria humidicola* cv. Llanero) e concentrado
19 nas quantidades de 12,5 g/kg PC e 10 g/kg PC, respectivamente, dividido em duas refeições
20 diárias. Os concentrados foram formulados para atender as exigências nutricionais de um
21 cavalo em trabalho moderado. A inclusão de casca de soja reduziu (P < 0,05) a
22 digestibilidade da matéria seca (MS) e digestibilidade aparente da PB, mas promoveu um
23 incremento na digestibilidade aparente do FDN e FDA em relação ao tratamento controle
24 (zero de casca). A casca de soja não alterou (P > 0,05), os valores de pH e N-NH₃ do líquido
25 fecal, mas aumentou (P < 0,05) a concentração de ácido acético e a concentração total de
26 AGCC. A inclusão de 500 g/kg de casca de soja no concentrado alterou o sítio de digestão da
27 dieta, aumentando a participação do intestino grosso tanto no processo de digestão como na
28 contribuição em oferecer energia para o cavalo.

29

30 **PALAVRAS CHAVE**

31 Amido, fibra, intestino grosso, metabolismo, pectina

32

33

34

35

36 INTRODUÇÃO

37 O processo evolutivo dos cavalos fez com que desenvolvessem características
38 fisiológicas e anatômicas de animais consumidores de dietas ricas em fibra e com baixa
39 participação de carboidratos não estruturais (Brandi e Furtado, 2009).

40 No entanto, a manutenção de cavalos em centros urbanos, com limitação de espaço
41 para pastos e produção de forragem, fez com que o cavalo fosse alimentado de forma
42 diferente daquela observada em seu estado natural (Fleurance et al., 2001), ou seja, recebendo
43 grandes porções de alimento concentrado, em especial cereais ricos em amido, como, o
44 milho, sorgo, trigo e aveia.

45 Quando comparado a outros monogástricos como, suínos e cães, os cavalos
46 apresentam limitação na produção e secreção de alfa-amilase pancreática responsável pela
47 digestão do amido no ID (Kienzle et al., 1994). Isto faz com que a espécie apresente limitada
48 capacidade digestão do amido e absorção de glicose e, eleva as chances de aparecimento de
49 problemas metabólicos como cólica, laminite e úlceras gástricas quando a ingestão de amido
50 for superior a 2 g/kg PC por refeição (de Fombelle et al., 2001; Julliand et al., 2006;
51 Kerbyson et al., 2016).

52 Na tentativa de minimizar os distúrbios metabólicos causados pela alimentação
53 tradicional, experimentos foram conduzidos com o objetivo identificar alimentos que
54 diminuem a ingestão de amido e aumentam a fermentação das frações fibrosas da dieta no IG
55 (Coverdale et al., 2004; Braga et al., 2008; Brandi et al., 2014; Kabe et al. 2016; Borghi et al.,
56 2017).

57 Em função das características bromatológicas da casca de soja, dentre elas, baixo teor
58 de amido (50 g/kg) e elevados teores de FDN e pectina (600 e 200 g/kg, respectivamente)
59 (Silva et al., 2016), alguns trabalhos avaliaram o seu potencial na alimentação de cavalos
60 como uma alternativa para substituir fontes de fibra (Coverdale et al., 2004) e cereais (Kabe

61 et al., 2016; Borghi et al., 2017). No entanto, os trabalhos que avaliaram substituição dos
62 cereais por casca de soja, mantiveram em sua maioria a inclusão de casca de soja no
63 concentrado sempre inferior a 30% (Kabe et al., 2016).

64 Se a inclusão de casca de soja no concentrado for superior a 300g/kg, pode haver uma
65 redução na ocorrência de distúrbios metabólicos associados ao manejo nutricional em função
66 da redução na ingestão de amido e garantir um consumo de pectina que pode melhorar a
67 degradação da dieta no IG e proporcionaria uma manutenção do desempenho físico dos
68 animais (Richardson & Murray, 2016).

69 Este experimento teve como objetivo avaliar o efeito da inclusão de casca de soja no
70 concentrado fornecido para cavalos, sobre a ingestão, digestibilidade aparente de nutrientes, e
71 pH, N-NH₃ e AGCC no líquido fecal.

72

73 **MATERIAIS E MÉTODOS**

74 Todos os procedimentos aplicados na execução deste experimento foram aprovados
75 pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
76 (UFMS), Mato Grosso do Sul, Brasil (protocolo nº 819/2016).

77 *Animais, tratamentos, instalações e colheita das amostras*

78 O experimento foi conduzido no Laboratório de Metabolismo Animal pertencente à
79 Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEZ) da UFMS, durante os meses de
80 março a junho de 2017.

81 Foram utilizados seis cavalos castrados da raça Pantaneiro com idade de 120 ± 24
82 meses, altura média de cernelha de $144 \pm 2,9$ centímetros, peso corporal (PC) de $393 \pm 24,8$
83 kg e escore de condição corporal variando entre 5-7 (escala de 1 – 9, Henneke et al., 1983).
84 Destes, quatro animais eram oriundos do rebanho da UFMS (coordenadas geográficas:
85 $20^{\circ}26'50.59''S$; $54^{\circ}50'54.69''O$) e dois da fazenda Baía das Pedras localizada no município

86 de Rio Verde do Mato Grosso, MS (coordenadas geográficas: 19°07'19.58"S;
87 55°14'35.67"O). Os animais chegaram ao laboratório quatro semanas antes do início do
88 experimento, passaram por exames clínicos e parasitológicos para assegurar a higidez e
89 quando necessário estes receberam antiparasitários. Os animais foram pesados semanalmente,
90 antes do trato da manhã, para ajuste da quantidade de alimento oferecido.

91 Os tratamentos experimentais consistiam em dois níveis de inclusão de casca de soja
92 no concentrado, sendo: 0; 250 e 500 g/kg de casca de soja (Tabela 1). Os concentrados foram
93 formulados para atender as exigências de um equino adulto em atividade física moderada
94 (NRC, 2007). Os concentrados foram misturados e peletizados em um estabelecimento
95 fabricante de suplementos e concentrados destinados à alimentação animal (Iguaphós
96 Nutrição Animal® – Iguatemi, MS).

97 Durante o período pré-experimento, os cavalos foram alojados em baias individuais
98 (2,4 x 4,0 m) com piso de concreto forrado com maravalha. As baias eram equipadas com
99 cochos de concreto para fornecimento do feno, cocho móvel de plástico para fornecimento do
100 concentrado e bebedouros automáticos, com sistema de reservatório independente, para o
101 controle do consumo de água. As baias permitiam o contato visual e a interação física entre
102 os animais, reduzindo os fatores estressantes inerentes ao confinamento. Durante os períodos
103 de colheita de fezes a maravalha era completamente retirada das baias.

104 Os animais foram alimentados com 1,25 kg MS de feno por 100 kg de PC de capim-
105 lhanero (*Brachiaria humidicola* (Rendle.) Schweickerdt., cultivar Llanero (CIAT 6133,
106 CPAC 3139, BRA 001449) e 1 kg MS de suplemento concentrado por 100 kg de PC,
107 divididos igualmente em duas porções diárias, às 7 e 17h.

108 Durante o período de adaptação, os cavalos eram trabalhados em dias alternados.
109 Foram conduzidos em lado a lado em grupo de três animais, atrelados pelo cabresto,
110 conduzidos por um cavaleiro montado, em que o cavalo utilizado na condução não pertencia

111 ao grupo de cavalos experimentais. O trabalho iniciava entre às 10h e 13h. O exercício físico
112 consistiu no deslocamento dos animais durante 70 minutos, sendo: 10 minutos ao passo, 50
113 minutos ao trote alongado, 10 minutos ao passo. Sempre que exercitados, em um dos cavalos
114 era instalado um frequencímetro *Gramim Forerunner 910 XT* (Allen et al., 2016), para
115 assegurar que os batimentos cardíacos permanecessem entre 90-100 bpm, caracterizando um
116 esforço físico moderado segundo o NRC (2007). Nos demais dias, os cavalos eram soltos
117 durante 240 minutos em piquete com piso de areia para livre movimentação.

118 O delineamento experimental foi o quadrado latino randomizado, 3 x 3 duplo, com 3
119 cavalos, 3 concentrados e 3 períodos. Ambos os quadrados latinos foram conduzidos
120 simultaneamente. Cada período teve duração de 22 dias e consistiu em dezessete dias de
121 adaptação aos tratamentos, seguidos de cinco dias de colheita de dados. Entre os períodos
122 experimentais foi realizado o *wash out*, soltando os cavalos em piquete e alimentando-os com
123 feno de capim-lhanero por seis dias, conforme sugere Kabe et al. (2016).

124 Do 18° ao 22° dia de cada período, foi realizado o controle do consumo de alimento,
125 de água, colheita de fezes e de líquido fecal. Quando houve sobra de feno as mesmas foram
126 pesadas no período da manhã antes do trato. Além das amostras das sobras, também foi
127 coletado em cada período, uma amostra do feno fornecido e de concentrado. As fezes foram
128 coletadas imediatamente após a excreção e acondicionadas em balde de plástico devidamente
129 identificado. A cada 6 horas as fezes eram pesadas, homogeneizadas, amostradas (10% do
130 peso) e armazenadas em freezer (- 20° C). Ao final do período de colheita de dados, as
131 amostras de cada cavalo foram descongeladas e homogeneizadas e então subamostras foram
132 secas a 55°C por 72 horas, moídas a 1 mm e seguiram para análise química.

133 No 20° dia de cada período, realizou-se a determinação dos valores de pH do líquido
134 fecal durante 24 horas. Depois de excretadas as fezes foram pesadas e amostradas para
135 quantificar a produção fecal, na sequência uma alíquota de 150 gramas de fezes frescas foi

136 espremida, o líquido extraído foi determinado o pH fecal utilizando peagâmetro digital
137 (marca: Tecnal; modelo: Tec-5) calibrado com solução tampão pH 4 e pH 7 (Hydock et al.,
138 2014). Os valores de pH obtidos ao longo das 24 horas de colheita, foram agrupados em
139 intervalos de 4 horas. Faixa 1: 7h -11h; faixa 2: 11h:01min-15h; faixa 3: 15h:01min-19h;
140 faixa 4: 19h01min-23h; faixa 5: 23h:01min-03h; e faixa 6: 03h:01min-6h:59min.

141 Das amostras de líquido fecal extraídas para determinação dos valores de pH, 5 mL
142 foi transferido para um tubo *Falcon* contendo 1 mL de ácido metafosfórico (diluído a 25%;
143 Kabe et al., 2016) e congelados para posterior determinação das concentrações de AGCC.
144 Outros 50 mL de líquido fecal foram armazenados congelados após acidificação com 1 mL
145 de H₂SO₄ para posterior determinação de N-NH₃ (Fenner, 1965). As amostras utilizadas para
146 determinação de AGCC e N-NH₃ foram agrupadas em intervalos de 4h assim como feito para
147 os valores s de pH fecal.

148 Nos dias de colheita total de fezes (18° ao 22° dia de cada período), às 10h e 16h os
149 cavalos foram conduzidos individualmente durante 30 minutos ao passo. Não foi observada
150 nenhuma defecação durante as caminhadas nessa fase do período.

151 *Análises laboratoriais*

152 As amostras dos concentrados, feno e fezes foram analisadas no Laboratório de
153 Nutrição Animal da FAMEZ/UFMS, de acordo com os métodos descritos pela AOAC
154 (1995), para matéria seca (MS) (AOAC, 930.15), proteína bruta (PB) (AOAC, 976.05),
155 matéria mineral (MM) (AOAC, 942.05), extrato etéreo (EE) (AOAC, 920.39), e por Van
156 Soest (1991) para fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Os
157 valores dos carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados de acordo com a equação
158 proposta por Hall (2000), onde: $CNF = 100 - (FDN + PB + MM + EE)$. A energia bruta do
159 feno, concentrados e das fezes foram determinadas por bomba calorimétrica (IKA 2000). O
160 amido foi determinado segundo a metodologia proposta por Carvalho & Hang (2002). A

161 partir dessas informações foram calculados os coeficientes de digestibilidade aparente
162 (nutriente ingerido - nutriente excretado/nutriente ingerido) da MS, PB, EE, FDN, FDA, MM,
163 EB e os valores de energia digestíveis das dietas (energia bruta ingerida – energia bruta
164 excretada nas fezes).

165 As determinações dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) foram realizadas por
166 cromatografia gasosa, segundo método preconizado por Erwin et al. (1961). Para tal, foi
167 utilizado um cromatógrafo a gás (Thermo Finningan), modelo Trace com detector de
168 ionização de chama (FID), equipado com coluna capilar de sílica fundida de 100 m de
169 comprimento, 0,25 mm de diâmetro e 0,2 µm de espessura. Foi utilizado Hélio (He) a 1,2
170 mL/min como gás de arraste.

171 *Análises estatísticas*

172 Todos os dados foram analisados utilizando o procedimento GLIMMIX do SAS (SAS
173 Inst. Inc., Cary, NC, USA, versão 9.4 - 2016) selecionando os testes de hipóteses tipo 1 e 3. O
174 modelo estatístico para consumo e digestibilidade, continha como efeito fixo o tratamento e,
175 como variável aleatória, baia (bloco), período e bloco. Os modelos estatísticos para AGCC,
176 pH e N-NH₃, continham como efeito fixo tratamento, hora e a interação resultante e, como
177 variável aleatória, baia (bloco), período e bloco. Estes últimos foram analisados como
178 medidas repetidas no tempo, usando hora como termo específico e baia*período (bloco)
179 como sujeito. Foi escolhida a estrutura de covariância que melhor se ajustou aos dados de
180 cada variável pelo menor critério de informação de Akaike. A função PDIFF foi utilizada
181 quando detectada significância no teste-F e todos os resultados foram reportados como
182 LSMEANS seguidos por erro padrão da média (EPM). A significância foi definida quando P
183 < 0,05 no teste *Student*.

184

185

186 **RESULTADOS**

187 Durante o período experimental não foi observado nenhum tipo de distúrbio
188 metabólico, estereotipia, claudicação e as sobras de feno foram pouco frequentes e em
189 pequena quantidade.

190 Os valores observados para a ingestão de feno e ingestão total de MS foram próximos
191 da estimativa (12,5 e 22,5 g/kg PC, respectivamente), não havendo efeito da inclusão de
192 casca de soja ($P > 0,05$) (Tabela 2). O mesmo foi observado para a ingestão de EB, onde os
193 valores foram semelhantes para os diferentes níveis de inclusão.

194 Os efeitos significativos da inclusão de casca de soja foram observados para a
195 ingestão dos seguintes nutrientes: PB, EE, FDN, FDA, MM e CNF ($P < 0,05$). A ingestão de
196 PB foi maior para o nível intermediário de casca de soja (250), seguido pelo concentrado
197 onde não havia casca de soja (0) e com o menor valor observado para o maior nível de
198 inclusão (500). A maior ingestão de EE e CNF foram observadas para o concentrado sem
199 casca (0), decrescendo à medida que aumentou a participação de casca de soja no
200 concentrado (250 para 500). Os valores de ingestão de FDN e MM foram maiores para os
201 concentrados com inclusão de casca de soja em relação aquele onde não havia a casca de
202 soja. O concentrado com o maior nível de casca de soja apresentou o maior valor para
203 ingestão de FDA, decrescendo à medida que foi diminuindo a participação de casca (0).

204 A inclusão de casca de soja no concentrado diminuiu a digestibilidade aparente da MS
205 e dos CNF da dieta ($P < 0,05$) (Tabela 3). Não houve efeito da inclusão de casca de soja sobre
206 a digestibilidade aparente do EE ($P > 0,05$). A digestibilidade da PB da dieta, no maior nível
207 de inclusão de casca de soja (500), foi menor do que aquelas observadas onde não havia
208 inclusão e no nível intermediário (0 e 250) ($P < 0,05$). A inclusão de casca de soja nos
209 concentrados promoveu modificações na digestibilidade aparente do FDN e FDA ($P < 0,05$).
210 O maior valor de FDN digestível foi observado no maior nível de inclusão (500), o

211 concentrado sem casca de soja apresentou o menor valor de digestibilidade aparente de FDN
212 e aquele com o nível intermediário (250) não diferiu dos demais concentrados. Para a FDA
213 digestível o concentrado com maior inclusão (500) foi superior aqueles com 0 e 250 g/kg MS
214 de casca de soja ($P < 0,05$). A inclusão de casca de soja no concentrado reduziu os
215 coeficientes de digestibilidade da EB da dieta ($P < 0,05$) e, conseqüentemente, houve redução
216 nos valores de ED das dietas.

217 A inclusão de casca de soja reduziu produção fecal ($P < 0,05$), mas não foi observada
218 diferença para a excreção de água fecal ($P > 0,05$) (Tabela 3).

219 Não houve efeito da inclusão de casca de soja sobre os valores de pH e N-NH₃ do
220 líquido fecal ($P > 0,05$) (Tabela 4), mas houve efeito de faixa de horário para os valores de
221 pH ($P < 0,05$) (Figura. 1A). O maior valor de pH do líquido fecal foi observado na primeira
222 faixa de horário (7h às 11h) e o menor valor observado para a terceira faixa de coleta
223 (15h:01min às 19h). As demais faixas de coletas apresentaram valores que não diferiram
224 entre si, mas foram diferentes da primeira e terceira faixa.

225 Foram observadas diferenças para efeito de inclusão da casca de soja em todos os seis
226 AGCC analisados e no volume total de AGCC do líquido fecal ($P < 0,05$) (Tabela 4). Apenas
227 o ácido acético, propiônico e butírico e o volume total de AGCC apresentaram diferença
228 significativa quando analisado a faixa de horário de coleta ($P < 0,05$) (Figura 1 B, C, D e E),
229 no entanto, em nenhum dos casos houve interação entre faixa de horário de coleta e
230 tratamento ($P > 0,05$). Houve um acréscimo na concentração de ácido acético, isobutírico,
231 butírico e total de AGCC com o aumento da inclusão de casca de soja. As inclusões de casca
232 de soja (250 e 500) não diferiram entre si nos volumes de ácido propiônico e valérico, mas foi
233 superior aquele sem inclusão (0). As maiores concentrações de ácido isovalérico foram
234 observadas para a maior inclusão de casca de soja (500), os demais concentrados não
235 diferiram entre si.

236 DISCUSSÃO

237 A quantidade diária de feno fornecido no experimento (12,5 g MS/kg PC) foi superior
238 ao limite mínimo sugerido pelo NRC (2007) para ingestão de volumoso (10 g MS/kg PC dia)
239 e muito próximo do valor recomendado como mínimo (Coenen e Vervuert, 2010; 13,2 g
240 MS/kg PC) para estimular a produção de saliva e diminuir o risco do aparecimento de
241 distúrbios comportamentais. No entanto, a capacidade máxima de ingestão de forragem, que
242 pode atingir níveis próximos a 30 g MS/kg PC dia (Dulphy et al. 1997; Argo et al. 2002;
243 NRC, 2007). Tanto o fornecimento de feno, quanto o total de alimento fornecido (feno +
244 concentrado) foram menores que os limites máximos de ingestão observados na literatura,
245 assegurando que a inclusão de casca de soja em até 500 g/kg não prejudicasse a ingestões de
246 feno, bem como na ingestão total de MS.

247 Os dois níveis de inclusão de casca de soja no concentrado alteraram a participação
248 dos ingredientes, bem como, a composição bromatológica dos concentrados (Tabela 1). No
249 concentrado com inclusão intermediária de casca de soja (250) esta substituiu o milho e, no
250 concentrado com a maior inclusão (500) observa-se que a casca de soja substituiu o milho e,
251 quase que integralmente, o farelo de trigo. Com o aumento da inclusão de casca de soja no
252 concentrado houve uma redução na concentração de PB, EE CNF, Amido e um aumento nas
253 concentrações de MM, FDN e FDA.

254 A ingestão de concentrado representou em média 466 g/kg da ingestão total de MS e,
255 quando associado a diferença na composição química dos concentrados observou-se uma
256 menor ingestão de PB para o concentrado com a maior participação de casca de soja em
257 relação aos demais. A ingestão de EE sofreu redução com o aumento na participação de casca
258 de soja no concentrado pelo fato de que os alimentos substituídos pela casca de soja nos
259 concentrados experimentais (milho no concentrado com 250 g/kg e; milho e farelo de trigo no
260 concentrado com 500 g/kg) possuem teores de EE maiores que aqueles observados para casca

261 de soja, conseqüentemente, a inclusão de casca de soja reduziu os teores de EE nos
262 concentrado e a ingestão de EE. A ingestão de CNF teve comportamento similar ao
263 observado para o EE, a inclusão de casca de soja promove aumento na concentração de FDN
264 dos concentrados o que reduz, conseqüentemente, a o teor de CNF na dieta e a ingestão deste
265 nutriente.

266 A ingestão de EB foi influenciada pelos concentrados experimentais. O maior valor de
267 ingestão de EB foi observado no grupo consumindo concentrado sem casca de soja, pois a
268 inclusão da casca de soja reduziu a ingestão de EE e aumentou a ingestão de MM, nutrientes
269 diretamente relacionados com valores energéticos dos alimentos.

270 A inclusão de casca de soja nos concentrados aumentou a ingestão de FDN e, a
271 ingestão de FDA foi maior à medida que houve aumento na participação de casca de soja no
272 concentrado. O aumento nas concentrações de FDN e FDA dietéticos promovido pela
273 inclusão de casca de soja nos concentrados (250; 500) reduziu concentração de CNF,
274 diminuindo a fração da dieta potencialmente digestível no ID e, conseqüentemente, reduzindo
275 a digestibilidade da MS destes concentrados. Os valores de digestibilidade da MS corroboram
276 com os dados de Braga et al. (2008) e Kabe et al. (2016) onde, ambos os autores ao avaliarem
277 a inclusão de casca de soja no concentrado para equinos observaram redução na
278 digestibilidade da MS associado a um incremento nos teores de FDN e FDA da dieta.

279 A inclusão de casca de soja em dietas para equinos altera a digestão e absorção dos
280 nutrientes no trato gastrointestinal, diminuindo a digestão enzimática no ID e aumentando a
281 fermentação no IG (Coverdale et al., 2004). O consumo de casca de soja promove a ingestão
282 de pectina, uma fonte de fibra rapidamente fermentescível e um importante constituinte da
283 FDN (Silva et al., 2016). Ao atingir o IG a pectina é extensivamente degradada pelos
284 microrganismos aumentando a digestibilidade da FDN. Este comportamento ficou evidente
285 quando analisamos os dados de digestibilidade da FDN e FDA, onde a maior inclusão de

286 casca de soja (500) apresentou os maiores valores de digestibilidade destas frações,
287 semelhante ao encontrado por Quadros et al. (2004).

288 O aumento no consumo de fibra de alto potencial de fermentação observado no
289 concentrado com maior inclusão de casca de soja (500) proporcionou melhores condições
290 para crescimento da biomassa microbiana do IG intensificando a degradação das frações
291 fibrosas, mas também aumentando a excreção de proteína microbiana nas fezes, fazendo com
292 que este concentrado apresentasse os menores valores para digestibilidade aparente da PB,
293 comportamento similar ao relatado por Coverdale et al. (2004). No nível intermediário de
294 inclusão de casca de soja (250) a mesma não promoveu alterações nos coeficientes de
295 digestibilidade da PB, FDN e FDA quando comparado ao concentrado sem casca (0). O
296 mesmo foi observado em trabalhos onde a inclusão de casca de soja e polpa cítrica foram
297 inferiores a 30% (Kabe et al., 2016; Brandi et al., 2014; Quadros et al., 2004), o que
298 demonstra que, para que a casca de soja possa contribuir no aumento da degradação de
299 frações fibrosas no IG a inclusão deste ingredientes devem ser superior a 30%.

300 Ambos os níveis de inclusão de casca de soja (250 e 500) reduziram os valores de ED
301 das dietas quando comparado com o concentrado sem casca de soja (0), consequência de
302 menores valores de EB associados a menores coeficientes de digestibilidade deste nutriente.
303 Apesar da redução na ED das dietas com casca de soja, todos os concentrados atenderam as
304 exigências de ED de um cavalo em atividade física moderada segundo o NRC (2007)
305 (Exigência de ED: 2,33 Mcal/kg MS; IMS de 20 g/kg PC).

306 Os concentrados com inclusão de casca de soja geraram um valor médio de pH do
307 líquido fecal de $6,2 \pm 0,25$. Valores de pH abaixo de 6,2 podem comprometer o crescimento
308 de bactérias responsáveis pela degradação da celulose e hemicelulose (Hussein et al., 2004) e,
309 consequentemente, reduzir a degradação da fibra e produção de AGCC (Medina et al., 2002;
310 Drogoul et al., 2001; Karlsoon et al., 2000; Goodson et al., 1988).

311 Apesar dos valores de pH do líquido fecal estarem próximos do nível crítico (Hussein
312 et al., 2004), os coeficientes de digestibilidade observados para FDN e FDA, bem como, a
313 produção total de AGCC observados neste experimento se assemelham aos dados
314 encontrados em outras publicações (Kabe et al., 2016; Brandi et al., 2014; Quadros et al.,
315 2004), o que deixa a incerteza se esses valores de pH provocaram redução na degradação da
316 fração fibrosa da dieta utilizada neste experimento.

317 Não foi identificado diferença entre os níveis de inclusão de casca de soja para os
318 valores de N-NH₃ do líquido fecal. A média dos valores de N-NH₃ do líquido fecal (7,88 ±
319 0,85) observados neste experimento é superior aos valores observados por Coverdale et al.
320 (2004) (4,05 ± 0,15) onde a ingestão de PB foi superior e o N-NH₃ foi determinado no líquido
321 cecal coletado uma vez ao dia via cânula, método diferente ao aplicado neste experimento.
322 Apesar das diferenças observadas quanto a outros experimentos, a ausência de diferença entre
323 os concentrados garante que a disponibilidade de N-NH₃ no IG não foi um fator limitante
324 para o crescimento microbiano em nenhum dos níveis de inclusão de casca de soja (0, 250 e
325 500).

326 A inclusão de casca de soja nos concentrados promoveu consumo de pectina (Silva et
327 al., 2016), que por sua vez, elevou os valores de digestibilidade das frações fibrosas da dieta
328 (Tabela 3) e, as concentrações de AGCC observados no líquido fecal reforçam a hipótese de
329 que, a inclusão de casca de soja intensificou a degradação da fração fibrosa no IG. A
330 produção dos diferentes AGCC, bem como, a produção total de AGCC foi diretamente
331 proporcional a inclusão de casca de soja, ou seja, os maiores valores foram encontrados para
332 o concentrado com maior inclusão (500), seguidos pelo nível intermediário (250) e com
333 menores valores para o a dieta onde não havia casca de soja (0). Assim como a casca de soja,
334 a polpa de beterraba e polpa cítrica tem na composição da fibra uma importante participação
335 de pectina, fibra com alto potencial de fermentação e, extremamente disponível aos

336 microrganismos presentes no ceco que atuam sobre o substrato intensificando a produção de
337 AGCC (Kabe et al., 2016; Coverdale et al., 2004; Moore-Colyer et al. 2000).

338 As maiores concentrações de ácido propiônico observados para os concentrados com
339 inclusão de casca de soja (250 e 500) sugere que houve uma maior quantidade de amido
340 chegando no IG. O aumento na ingestão de fibra, promovido pela casca de soja, eleva a taxa
341 de passagem da dieta no ID e reduz a extensão da digestão aumentando, conseqüentemente, a
342 quantidade de amido não digerido nesta porção do trato gastrointestinal (Drogoul et al., 2000;
343 Drogoul et al., 2001; Van Weyenberg et al., 2006; Jensen et al., 2014).

344

345 **CONCLUSÃO**

346

347 A inclusão de casca de soja no concentrado não reduz a ingestão de volumoso, e
348 promove aumento na participação de frações fibrosas no concentrado diminuindo
349 concentração de energia da dieta. No entanto, a inclusão de casca de soja altera o sítio de
350 digestão dos carboidratos, aumenta a digestibilidade das frações fibrosas da dieta e intensifica
351 a produção de AGCC, especialmente o ácido acético.

352 Concentrados com inclusão de até 500 g/kg de casca de soja atendem as exigências de
353 ED de cavalos em atividade física moderada.

354

355 **REFERÊNCIAS**

356

357 AOAC. 1995. Official methods of analysis. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.

358

359 Allen, K. J., E. van Erck-Westergren, e S. H. Franklin. 2016. Exercise testing in the equine
360 athlete. *Equi. Vet. Educ.* 28:89-98. doi: <https://doi.org/10.1111/eve.12410>

361

362 Argo, C. M. G., Z. Fuller, C. Lockyer, e J. E. Cox. 2002. Adaptative changes in appetite, growth
363 and feeding behavior of pony mares offered ad libidum access to a complete diet in either a
364 pelleted based form. *Anim. Sci.* 74:517-528. doi:
365 <https://doi.org/10.1017/S135772980005267X>

366

367 Borghi R. T., P. G. Rodrigues, R. S. Moura, L. S. Almeida, G. C. S. Fontes, C. F. Fidêncio, C.
368 A. Santos, W. A. Marchesin, G. M. Oliveira Júnior, e J. C. Souza. 2017. Digestibility of
369 nutrients and digestive health in horses submitted to moderate exercise and supplemented with
370 diets formulated with soybean hulls. *J. Equine Vet. Sci.* 59:118-125. doi:
371 <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.10.003>

372

373 Braga, A. C., K. A. Villela, C. L. Gonçalves, e A. G. Mascarenhas. 2008. Níveis de fibra em
374 detergente neutro em dietas para equinos. *Res. Bras. de Zootec.* 11:1965-1972.
375 <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008001100010>

376

377 Brandi, R. A., A. M. O. Tribucci, J. C. C. Balieiro, R. M. Hoffman, e I. C. S. Bueno. 2014.
378 Citrus pulp in concentrate for horses. *Food and Nutr. Sci.* 5:1272-1279. doi:
379 10.4236/fns.2014.513138

380

381 Brandi, R. A. e C. E. Furtado. 2009. Importância nutricional e metabólica da fibra na dieta de
382 equinos. *Res. Bras. de Zootec.* 38:246-258. doi: [http://dx.doi.org/10.1590-S1516-](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001300025)
383 [35982009001300025](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001300025)

384

385 Carvalho, H. H., e E. V. Hang. Alimentos – métodos físicos e químicos de análise. Porto
386 Alegre: UFRGS. 2002. 180p.

387

388 Coenen, M., Vervuert, I. 2010. A minimum of roughage and a maximum of starch – necessary
389 benchmarks for equine diets. *Pferdeheikunde*. 26:147-151. doi: 10.21836/PEM20100204

390

391 Coverdale, J. A., J. A. Moore, H. D. Tyler, e P. A. Miller-Auwerda. 2004. Soybean hulls as an
392 alternative feed for horses. *J. Animal. Science*. 82:1663-1668. doi: 0.2527/2004.8261663x

393

394 de Fombelle, A, V. Julliand, C. Drogoul, e E. Jacotot. 2001. Feeding and microbial disorders
395 in horses: 1-Effects of an abrupt incorporation of two levels of barley in a hay diet on

396 microbial profile and activities. *J. Equine Vet. Sci*. 21:439-445. doi: doi.org/10.1016/S0737-

397 0806(01)70018-4

398

399 Drogoul, C, C. Poncet, e J. L. Tisserand. 2000. Feeding ground and pelleted hay rather than
400 chopped hay to ponies: 1. Consequences for in vivo digestibility and rate of passage of

401 digesta. *Anim. Feed Sci Tech*. 87:117-130. doi: doi.org/10.1016/S0377-8401(00)00187-5

402

403 Drogoul, C., A. de Fombelle, e V. Julliand. 2001. Feeding and microbial

404 disorders in horses: 2—Effects of three hay:grain ratios on digesta passage rate and

405 digestibility in ponies. *J. Equine Vet. Sci*. 21:487–490. doi: https://doi.org/10.1016/S0737-

406 0806(01)70211-0

407

- 408 Dulphy J. P., W. Martin-Rosset, H. Doubroeuq, J. M. Ballet, A. Detour, e M. Jallier. 1997.
409 Compared feeding patterns in ad libitum intajes of dry forages by horse and sheep. *Livest.*
410 *Prod. Sci.* 52:49-56. doi: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(97\)00113-9](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(97)00113-9)Get
411
- 412 Erwin, E. S., G. J. Marco, e E. M. Emery. 1961. Volatile fatty acid analyses of blood and
413 rumen fluid by gas chromatography. *J. Dair. Sci.* 44:1768-1771.
414
- 415 Fenner, H. 1965. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam
416 distillation. *J. Dair. Sci.* 48:249-251.
417
- 418 Fleurance, G., P. Duncan, e B. Mallvaud. 2001. Daily intake and the selection of feeding sites
419 by horses in heterogeneous wet grasslands. *Anim. Res.* 50:149-156. doi:
420 <https://doi.org/10.1051/animres:2001123>
421
- 422 Goodson, J., W. J. Tyznik, J. H. Cline, e B. A. Dehorty. 1988. Effects of an abrupt change of
423 diet from hay to concentrate on microbial numbers and physical environment in the caecum
424 of the pony. *Appl. Environ. Microbiol.* 54:1946:1950.
425
- 426 Hall, M. B. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non
427 protein nitrogen. Florida: University of Florida, 2000. p.A25 (Bulletin, 339).
428
- 429 Henneke, D. R., G. D. Potter, J. L. Kreider, e B. F. Yeates. 1983. Relationship between
430 condition score, physical measurements and body fat percentage mares. *Equine Vet. J.*
431 15:371-372. doi: <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1983.tb01826.x>
432

- 433 Hydock, K. L., S. G. Nissley, e W. B. Staniar. 2014. A standard protocol for fecal pH
434 measurement in the horse. *The Prof. Anim. Sci.* 30: [http://dx.doi.org/10.15232/pas.2014-](http://dx.doi.org/10.15232/pas.2014-01346)
435 01346
- 436 Hussein H. S., L. A. Vogedes, G. C. J. Fernandez, e R. L. Frankeny. 2004. Effects of cereal
437 grain supplementation on apparent digestibility of nutrients and concentration of fermentation
438 end-products in the feces and serum of horses consuming alfafa cubes. 82:1986-1996. doi:
439 <https://doi.org/10.2527/2004.8271986x>
- 440
- 441 Jensen, R. B., D. Austbo, D. Blache, K. E. Bach Knudsen, e A. -H. Tauson. 2016. The effect
442 of feeding barley or hay alone or in combination with molassed sugar beet pulp on the
443 metabolic responses in plasma and caecum of horses. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 214:53-65. doi:
444 <dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.02.003>
- 445
- 446 Julliand, V., A. de Fombelle, C Drogoul, e E. Jacotot. 2001. Feeding and microbial disorders
447 in horses: Part 3—Effects of three hay: grain ratios on microbial profile and activities. *J.*
448 *Equine Vet. Sci.* 21:543-546. [https://doi.org/10.1016/S0737-0806\(01\)70159-1](https://doi.org/10.1016/S0737-0806(01)70159-1)
- 449
- 450 Julliand, V., A. de Fombelle, M. Varloud. 2006. Starch digestion in horses: The impact of
451 feeding processing. *L. Sci.* 100:44-52. doi: <doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.11.001>
- 452
- 453 Kabe, A. M. G., A. D. de Souza, R. L. de Moro Souza, I. C. da Silva Bueno, T. P. Mota, K.
454 Grandell, I. Vervuet, G. F. Correa, e R. A. Brandi. 2016. Soybean hulls in equine feed
455 concentrates: apparent nutrient digestibility, physicochemical and microbial
456 characteristics of equine feces. *J. Equine Vet. Sci.* 36:77-82. doi:
457 <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2015.10.008>

458

459 Karlsson, C. P., J. E. Lindberg, e M. Rundgren. 2000. Associative effects on total tract
460 digestibility in horses fed different ratios of grass hay and whole oats. *Livest. Prod. Sci.*
461 65:143–153. doi: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00178-5](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00178-5)

462

463 Kerbyson, N.C., D. K. Knottenbelt, H. B. Carslake, R. C. Conwell, D. G. M. Sutton, e T. D.
464 H. Parkin. 2016. A comparison between omeprazole and a dietary ssupplement for the
465 management of squamous gastric ulceration in horses. *J. Equine Vet. Sci.* 40:94-101. doi:
466 <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2016.02.228>

467

468 Kienzle, E, S. Radicke, E. Landes, D. Kleffken, M. Illenseer e H. Meyer. 1994. Activity of
469 amylase in the gastrointestinal tract of the horse. *J. Anim. Phys. Anim. Nutr.* 72:234-241. doi:
470 <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.1994.tb00392.x>

471

472 Medina, B., I. D. Girard, E. Jacotot, e V. Julliand. 2002. Effect of a preparation of
473 *Saccharomyces cerevisiae* on microbial profiles and fermentation patterns in the large
474 intestine of horses fed a high fiber or a high starch diet. *J. Anim. Sci.* 2002. 80:2600–2609.
475 doi: <https://doi.org/10.1093/ansci/80.10.2600>

476

477 Moore-Colyer, M. J. S., J. J. Hyslop, A. C. Longland, e D. Cuddeford. 2000. Intra-caecal
478 fermentation parameters in ponies fed botanically diverse fibre-based diets. *Anim. Feed Sci.*
479 *Tech.* 84:183–197. doi: [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(00\)00117-6](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(00)00117-6)

480

481 NRC. 2007. Nutrient requirements of horses. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

482

- 483 Quadros, J. B. S, C. E. Furtado, E. D. Brabosa, M. B. de Andrade, e A. G. Trevisan. 2004.
484 Digestibilidade aparente e desenvolvimento de equinos em crescimento submetidos a dietas
485 compostas por diferentes níveis de substituição do feno de tifton 85 pela casca de soja. R.
486 Bras. Zootec. 33:564-574.
487
- 488 Richardson, K., J. M. D. Murray. 2016. Fiber for performance horses: A review. J. Equine
489 Vet. Sci. 46:31-39. doi: doi.org/10.1016/j.evs.2016.02
490
- 491 Silva, R. H. S., A. C. R. Souza, e D. F. I. da Silva. 2016. Pectin-rich by-products in feeding
492 horses – A review. Cog. Food a. Agri. 2:1193925. doi:
493 doi.org/10.1080/23311932.2016.1193925
494
- 495 Van Soest, P. J., J. B. Robertson, e B. A. Lewis. Symposium: carbohydrate
496 methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. J.
497 Dair. Sci. 74:3583-3597.
498
- 499 Van Weyenberg, S., J. Sales, e G. P. J. Jassens. 2006. Passage rate of digesta through the
500 equine gastrointestinal tract: A review. Livestock Sci. 99:3-12. 2006. doi:
501 10.1016/j.livprodsci.2005.04.008
502
503
504

505 Tabela 1 – Participação dos ingredientes (g/kg) nos concentrados e composição química do
 506 feno e concentrados
 507

Ingrediente	Inclusão de casca de soja			
	g/kg			
Milho	250,0	00,0	00,0	
Farelo de Trigo	305,0	305,0	55,0	
Farelo de Arroz	200,0	200,0	200,0	
Aveia	200,0	200,0	200,0	
Casca de Soja	00,0	250,0	500,0	
Núcleo Mineral ²	30,00	30,00	30,00	
Carbonato de Cálcio	15,00	15,00	15,00	
Total	1000,0	1000,0	1000,0	
Composição química	Feno ¹	g/kg MS		
Matéria seca (MS)	874,7	897,5	897,7	894,5
Proteína Bruta (PB)	29,2	141,5	142,8	129,0
Extrato Etéreo (EE)	16,6	60,5	52,13	50,00
Fibra solúvel em detergente neutro (FDN)	864,6	266,4	376,4	428,5
Fibra solúvel em detergente ácido (FDA)	504,2	114,3	199,6	279,3
Matéria Mineral (MM)	63,7	86,2	93,2	95,3
Carboidratos Não Fibrosos (CNF)	89,6	445,4	335,5	297,2
Amido	-	413,9	322,3	303,2
Energia Bruta (EB), Mcal/kg MS	4,53	4,64	4,35	4,35

508 ¹Feno de capim-lhanero (*Brachiaria humidicola* (Rendle.) Schweickerdt., cultivar Llanero (CIAT 6133, CPAC 3139, BRA
 509 001449));

510 ² Iguaphós Equinos (g ou mg/kg): ; Cálcio – 116 g, Fósforo – 60 g; Sódio – 155 g; Enxofre – 14 g; Cobalto – 40 mg; Manganês
 511 – 1250 mg; Cobre – 625 mg; Iodo – 88 mg; Selênio – 102 mg; Zinco – 2500 mg.

512

513

514

515

516

517

518

519

520

521

522

523

524

525 Tabela 2 - Inclusão de casca de soja (g/kg) no concentrado de equinos submetidos a atividade
 526 física moderada sobre a ingestão de nutrientes da dieta (g/kg PC)

Nutriente ¹	Inclusão de casca de soja			EPM	Valor <i>P</i>
	0	250	500		
MS Feno	11,22	11,60	11,32	0,664	0,260
MS Total	21,12	21,63	21,25	0,654	0,135
PB	1,73b	1,77a	1,62c	0,017	0,0001
EE	0,79a	0,72b	0,69c	0,007	0,0001
FDN	11,97b	13,45a	13,73a	0,534	0,0001
FDA	6,47c	7,53b	8,16a	0,319	0,0001
MM	1,56b	1,67a	1,66a	0,043	0,0003
CNF	5,43a	4,42b	3,93c	0,057	0,0001
EB, kcal/kg PC	96,99	96,32	94,62	2,884	0,113

527 ¹ MS feno: matéria seca de feno; MS Total: matéria seca total da dieta; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutra;
 528 FDA: fibra em detergente ácido ; MM: matéria mineral; CNF total: carboidratos não fibrosos totais; EB: energia bruta;
 529 Média seguida por letras diferentes (linhas) diferem entre si a um nível de significância de 5%. EPM - Erro Padrão da Média.

530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561

562 Tabela 3 - Inclusão de casca de soja (g/kg) no concentrado de equinos submetidos à atividade
 563 física moderada sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes, produção fecal e excreção de
 564 água fecal

Digestibilidade da	Inclusão de casca de soja			EPM	Valor <i>P</i>
	0	250	500		
MS (0 a 1)	0,590a	0,56b	0,56b	0,007	0,0090
Quantidade digerível (kg/kg MS)					
PB	0,76 ^a	0,75a	0,67b	0,016	0,0001
EE	0,94	0,92	0,93	0,013	0,0712
FDN	0,48b	0,51ab	0,53a	0,014	0,0387
FDA	0,45b	0,48b	0,51a	0,010	0,0086
MM	0,30b	0,32b	0,35a	0,009	0,0069
CNF	0,81a	0,72b	0,70b	0,065	0,0001
Energia (kcal/kg)					
EB, kcal/kg	0,61a	0,57b	0,57b	0,009	0,0084
ED, kcal/kg	2,761a	2,491b	2,498b	59,13	0,0010
Produção fecal, kg/dia	11,82a	11,31b	11,32b	0,161	0,0102
Excreção de água Fecal, kg/dia	8,64	9,23	9,48	0,559	0,1446

565 ¹ MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido;
 566 MM: matéria mineral; CNF: carboidratos não fibrosos; EB: energia bruta; ED: energia digestível;

567 ²Média seguida por letras diferentes (linhas) diferem entre si a um nível de significância de 5%; EPM - Erro Padrão da Média.
 568
 569
 570
 571
 572
 573
 574
 575
 576
 577
 578
 579
 580
 581
 582
 583
 584

585 Tabela 4 - Inclusão de casca de soja (g/kg) no concentrado de equinos submetidos à atividade
 586 física moderada sobre o pH, N-NH₃e AGCC no líquido fecal

No líquido fecal	Inclusão de casa de soja			EPM	Valor P		
	0	250	500		Trat ²	Horario ³ (H)	Trat x H ⁴
pH fecal	6,17	6,21	6,18	0,09	0,960	<0,001	0,150
N-NH ₃ , mg/dL	7,155	8,44	7,33	0,94	0,570	0,128	0,750
AGCC (mmol/mL)							
Acético,	32,78c	38,83b	47,01a	1,54	<0,001	0,0013	0,991
Propiônico	10,32b	13,21a	14,44a	0,59	<0,001	<0,001	0,941
Isobutírico	0,33c	0,47b	0,62a	0,03	<0,001	0,340	0,973
Butírico,	2,51c	3,43b	4,10a	0,15	<0,001	<0,001	0,922
Isovalérico	0,26b	0,38b	0,51a	0,04	0,0017	0,852	0,918
Valérico	0,27b	0,36a	0,42a	0,02	<0,001	0,173	0,960
Total AGCC	49,03c	59,31b	70,81a	3,80	<0,001	0,0013	0,992

587 ¹ Erro Padrão da Média

588 ² Trat: efeito de tratamento;

589 ³ Efeito da faixa de horário (H) em que as amostras foram agrupadas, sendo: 07h às 11h; 11h01min às 15h; 15h01min às 19h;
 590 19h01min às 23h; 23h01min às 03h e; 03h01min às 06h59min.

591 ⁴ Efeito da interação tratamento (trat) e faixa de horário (H);

592 Média seguida por letras diferentes (linhas) diferem entre si a um nível de significância de 5%; EPM - Erro Padrão da Média.

593

594

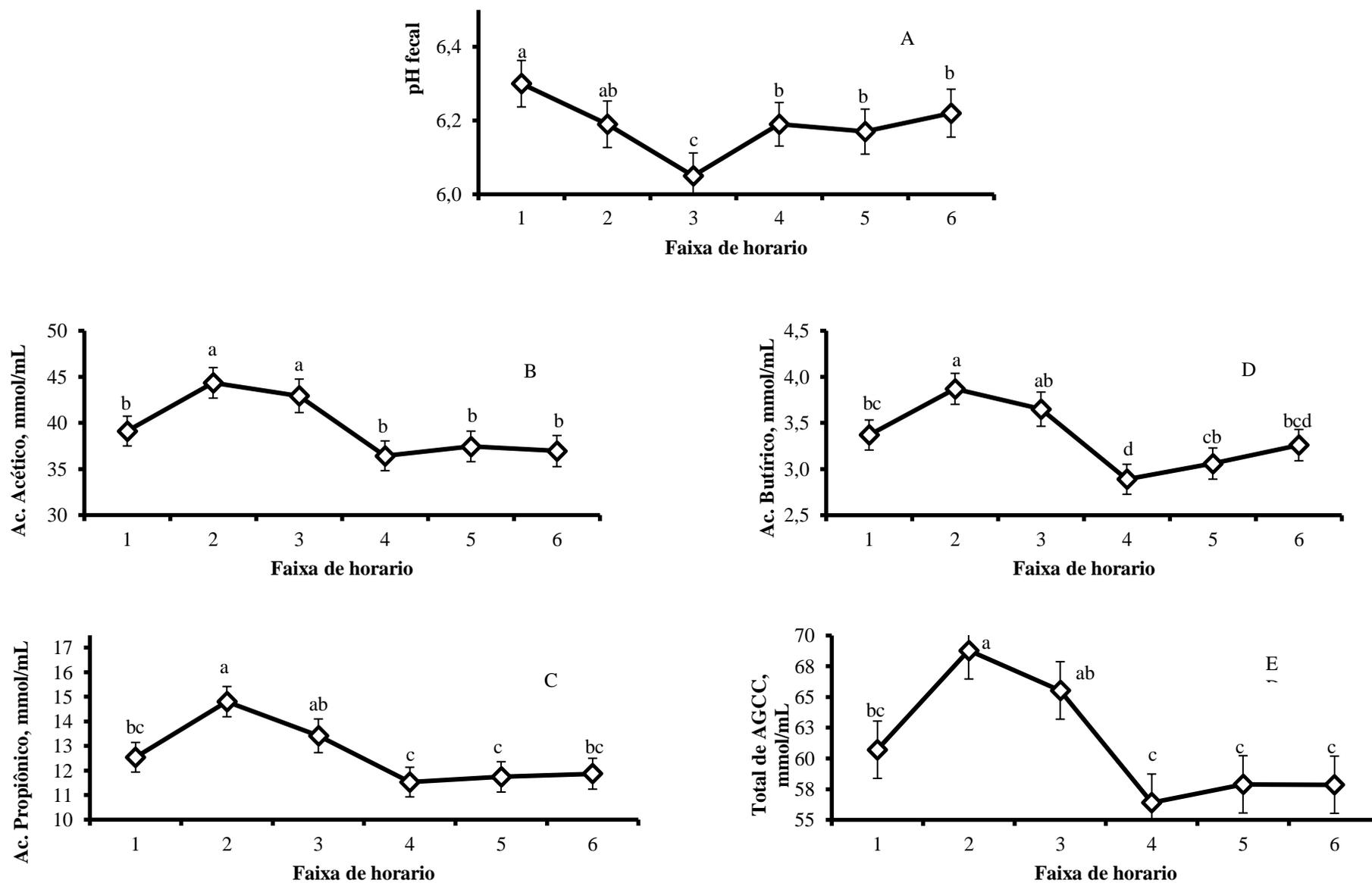


Figura 1. Inclusão de casca de soja (g/kg) no concentrado de equinos submetidos à atividade física moderada sobre os valores médios de pH Fecal (A), ac. Acético (B), Ac. Propiônico (C), Ac. Butírico (D) e Total de AGCC (E) nas faixas de horário. Faixa 1: 07h às 11h; Faixa 2: 11h01min às 15h; Faixa 3: 15h01min às 19h; Faixa 4: 19h01min às 23h; Faixa 5: 23h01min às 03h e; Faixa 6 03h01min às 06h59min. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$).

1 **Casca de soja para cavalos de esporte**

2 **Inclusão de casca de soja no concentrado para equinos em atividade física moderada:**

3 **bioquímica sanguínea e respostas fisiológicas ao exercício**

4 Ibrahim Miranda Cortada Neto^a, Gumercindo Lorian Franco^{a*}

5 ^a Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do

6 Sul, Campo Grande, MS, 79070-900, Brasil.

7 * Autor para correspondência: gumercindo.franco@ufms.br

8

9 RESUMO

10 O objetivou-se avaliar níveis crescentes de inclusão de casca de soja no concentrado
11 para cavalos em atividade física moderada sobre a bioquímica sanguínea e respostas
12 fisiológicas ao exercício moderado. Foram utilizados seis cavalos da raça Pantaneiro (peso
13 corporal (PC): $393 \pm 24,84$ kg; altura da cernelha $144 \pm 2,48$ cm) em um delineamento tipo
14 quadrado latino 3 x 3 duplo. Os tratamentos foram a inclusão de casca de soja em 0, 250 e
15 500 g/kg de concentrado. Os cavalos foram alimentados com feno de capim-lhanero
16 (*Brachiaria humidicola* cv. Llanero) e concentrado na quantidade de 12,5 g/kg PC e 10 g/kg
17 PC, respectivamente, divididos em duas refeições diárias (07h e 17h). A atividade física
18 moderada correspondia a exercícios em dias alternados durante 70 minutos (10 min. ao passo,
19 50 min. ao trote e 10 min. ao passo). Foram realizadas colheitas de sangue antes do
20 fornecimento do alimento da manhã e, 30, 60, 120, 180, 240, 300 e 315 min. após o
21 fornecimento do concentrado, os tempos 240, 300 e 315 min. corresponderam ao início,
22 término e tempo após o exercício, respectivamente. Houve efeito de tratamento para a glicose
23 sanguínea nos tempos: 120, 180 e 240 minutos pós-alimentação ($P < 0,05$). A maior inclusão
24 de casca (500) diminuiu a glicose sanguínea e o nível intermediário (250) não diferiu dos
25 demais nos tempos 120 e 180 min., mas diferindo do suplemento que não havia casca com
26 240 min. pós-alimentação. Os valores de área abaixo da curva para a glicose plasmática
27 diferiram entre os suplementos concentrados ($P < 0,05$), com o maior valor para o
28 concentrado sem a casca (0) e menor valor para o maior nível de inclusão (500), mas, ambos
29 iguais ao nível intermediário de inclusão (250). Não houve efeito do nível de inclusão ($P >$
30 $0,05$) para os valores de lactato plasmático, pH sanguíneo, proteína total, ureia plasmática e
31 eletrólitos. As respostas fisiológicas pré e pós-exercício teste e o período de recuperação não
32 diferiram entre os níveis de inclusão ($P > 0,05$). A inclusão de casca de soja em até 500g/kg
33 de concentrado produz uma menor glicose plasmática nas primeiras horas pós-alimentação.

34 **PALAVRAS CHAVE**

35 Amido, glicose, lactato, metabolismo, pectina

36

37 **INTRODUÇÃO**

38 A utilização e a manutenção de cavalos próximos aos grandes centros urbanos,
39 geralmente com limitação de espaço para pastagens, fez com que estes animais passassem a
40 ser estabulados e alimentados de forma diferente daquela observada em seu estado natural, a
41 qual é composta principalmente por gramíneas e alimentos fibrosos (de Fleurence et al.,
42 2001).

43 O manejo nutricional dos cavalos confinados à áreas urbanas é composto por
44 significativas porções de suplemento concentrado (8 a 12 g/kg PC) que geralmente tem em
45 sua composição química elevados teores de amido (350 a 450 g amido/kg concentrado)
46 (Furtado et al., 2011). No entanto, o consumo excessivo de amido pode provocar distúrbios
47 digestivos em equinos (Vervuet et al., 2009).

48 A fim de evitar o aparecimento de distúrbios digestivos e metabólicos a ingestão de
49 amido não deve exceder 1 g/kg PC por refeição (Vervuert, 2009), no entanto, há uma redução
50 na energia digestível (ED) do concentrado com a diminuição dos teores de amido, podendo
51 levar o animal a um balanço energético negativo e redução no desempenho esportivo.

52 O processo de evolução fez com que os cavalos se adaptassem ao consumo de dietas
53 ricas em fibra (baixos teores de amido) e desenvolvessem um eficiente mecanismo de
54 simbiose com a microbiota intestinal para degradação das frações fibrosas da dieta,
55 resultando na produção de substratos energéticos na forma de ácidos graxos de cadeia curta
56 (AGCC). Estas adaptações fisiológicas sugerem que os cavalos potencializam as vias
57 aeróbicas para obtenção de energia, durante o exercício físico, quando alimentados com
58 dietas ricas em fibra (Jansson & Lindberg, 2012).

59 Outra característica importante associada aos alimentos fibrosos, em especial aqueles
60 com elevados teores de pectina, é a capacidade de alterar a viscosidade da dieta elevando a
61 capacidade de retenção de água e eletrólitos no intestino grosso, sendo seu consumo
62 recomendado para animais realizando exercício moderado (Furtado et al., 2011).

63 O objetivo desse estudo foi avaliar níveis crescentes de inclusão de casca de soja no
64 concentrado para cavalos em atividade física moderada sobre a bioquímica sanguínea e
65 respostas fisiológicas ao exercício.

66

67 **MATERIAIS E MÉTODOS**

68 Todos os procedimentos aplicados na execução deste experimento foram apresentados
69 e aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Mato
70 Grosso do Sul (protocolo nº 819/2016).

71 *Animais, tratamentos, instalações e colheita das amostras*

72 O experimento foi conduzido no Laboratório de Metabolismo Animal da Faculdade
73 de Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEZ) da Universidade Federal de Mato Grosso do
74 Sul (UFMS) durante os meses de março a junho de 2017.

75 Foram utilizados seis cavalos castrados da raça Pantaneiro com idade de 120 ± 24
76 meses, altura média de cernelha de $144 \pm 2,9$ cm, peso corporal (PC) de $393 \pm 24,8$ kg e
77 escore de condição corporal variando entre 5-7 (escala de 1 – 9, Henneke et al., 1983).

78 Destes, quatro animais eram oriundos do rebanho da UFMS (coordenadas geográficas:
79 $20^{\circ}26'50.59''S$; $54^{\circ}50'54.69''O$) e dois da fazenda Baía das Pedras localizada no município
80 de Rio Verde do Mato Grosso, MS (coordenadas geográficas: $19^{\circ}07'19.58''S$;
81 $55^{\circ}14'35.67''O$). Os animais chegaram ao laboratório quatro semanas antes do início do
82 experimento, passaram por exames clínicos e parasitológicos para assegurar a hígidez e

83 quando necessário estes receberam antiparasitário. Os animais foram pesados semanalmente,
84 antes do trato da manhã, para ajuste da quantidade de alimento oferecido.

85 Os tratamentos experimentais consistiam em níveis de inclusão de casca de soja no
86 concentrado, sendo: 0; 250 e 500g/kg de concentrado (Tabela 1). Os concentrados foram
87 formulados para atender as exigências de um equino adulto em atividade física moderada
88 (NRC, 2007). Os concentrados foram misturados e peletizados em um estabelecimento
89 fabricante de suplementos e concentrados destinados à alimentação animal (Iguaphós
90 Nutrição Animal® – Iguatemi, MS).

91 Durante o período pré-experimental, os cavalos foram alojados em baias individuais
92 (2,4 x 4,0 m) com piso de concreto forrado com maravalha. As baias eram equipadas com
93 cochos de concreto para fornecimento do feno, cocho móvel de plástico para fornecimento do
94 concentrado e bebedouros automáticos com sistema de reservatório independente para o
95 controle do consumo de água. As baias permitiam o contato visual e a interação física entre
96 os animais.

97 Os animais foram alimentados com feno de capim-lhanero (*Brachiaria humidicola*
98 Rendle.) Schweickerdt., cultivar Llanero (CIAT 6133, CPAC 3139, BRA 001449) e
99 concentrado na quantidade de 1,25 e 1,0 kg/100 kg PC, para o feno e suplemento
100 concentrado, respectivamente, e divididos em duas refeições, às 7h e 17h.

101 Durante o período de adaptação, os cavalos eram trabalhados em dias alternados.
102 Foram conduzidos lado a lado em grupos de três animais, atrelados pelo cabresto, conduzidos
103 por um cavaleiro montado, em que o cavalo utilizado na condução não pertencia ao grupo de
104 cavalos experimentais. As atividades físicas iniciavam sempre entre às 10h e 13h. O exercício
105 físico consistiu no deslocamento dos animais durante 70 min., sendo: 10 min. ao passo, 50
106 min. ao trote alongado e 10 min. ao passo. Sempre que exercitados, em um dos cavalos era
107 instalado o frequencímetro *Gramim Forerunner 910 XT* (Allen et al., 2016), para assegurar

108 que os batimentos cardíacos permanecessem entre 90 a 100 bpm, caracterizando um esforço
109 físico moderado segundo o NRC (2007). Nos demais dias, os cavalos eram soltos durante 240
110 minutos em um piquete com piso de areia para livre movimentação.

111 O delineamento experimental foi o quadrado latino randomizado, 3 x 3 duplo, com 3
112 cavalos, 3 concentrados e 3 períodos. Ambos os quadrados latinos foram conduzidos
113 simultaneamente. Cada período teve duração de 17 dias e consistiu em dezesseis dias de
114 adaptação aos concentrados, seguido de um dia de colheita de dados. Entre os períodos
115 experimentais foi realizado o *wash out* (Kabe et al., 2016), onde os cavalos foram soltos em
116 piquete desprovido de pastagem por seis dias, e eram alimentados com feno de capim-
117 lhanero.

118 No décimo sétimo dia de cada período experimental os animais foram submetidos ao
119 exercício teste e foram realizadas colheitas de sangue para bioquímica sanguínea. Uma hora
120 antes da alimentação da manhã os cavalos foram pesados e foi implantado cateter (1.8 x 2.35
121 mm / 12G, Braun) na veia jugular esquerda e suturado para evitar movimentação. O cateter
122 foi lavado com solução fisiológica contendo heparina sódica a 0,1% antes das coletas de
123 amostras de sangue.

124 Amostras de sangue foram colhidas antes do horário de alimentação (7h) e 30, 60,
125 120, 180, 240, 300 e 315 minutos após a alimentação, sendo que os últimos três horários de
126 coleta correspondem ao início e término do exercício e período de recuperação pós-exercício
127 teste. Foi utilizada seringa para gasometria (A-Line Luer Lock / 3 mL, BD) na coleta de
128 amostras para determinações bioquímicas e nos últimos três horários de coleta também se
129 utilizou tubo contendo ativador de coágulo e gel separador para determinações das
130 concentrações de proteína total e ureia sérica.

131 Quatro horas após a alimentação da manhã os cavalos realizaram o exercício teste que
132 consistiu no deslocamento, sem carga, durante 60 minutos (10 minutos ao passo e 50 minutos

133 ao trote alongado). No início, ao término e quinze minutos após a conclusão do exercício
134 foram tomadas com estetoscópio a frequência cardíaca no flanco esquerdo próximo ao
135 musculo cardíaco, e a frequência respiratória, no terço superior da traqueia. Todas as medidas
136 foram tomadas ao mesmo tempo em todos os cavalos.

137 Durante o dia de colheita de dados, registrou-se o horário em que os animais
138 finalizaram o consumo de concentrado do período da manhã, a fim de determinar o tempo de
139 ingestão.

140 Os cavalos foram pesados uma hora antes do fornecimento do concentrado da manhã
141 e 15 minutos após a conclusão do exercício para. Estas informações foram utilizadas para
142 determinar a mudança de PC associado ao exercício.

143 Foi realizado o controle de consumo de água ao longo das 24 horas do dia da colheita
144 de dados.

145 *Análises laboratoriais*

146 As amostras dos concentrados e do feno foram analisadas no Laboratório de Nutrição
147 Animal da FAMEZ/UFMS, de acordo com os métodos descritos pela AOAC (1995), para
148 matéria seca (MS) (AOAC, 930.15), proteína bruta (PB) (AOAC, 976.05), matéria mineral
149 (MM) (AOAC, 942.05), extrato etéreo (EE) (AOAC, 920.39), e por Van Soest (1991) para
150 fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Os valores dos
151 carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados de acordo com a equação proposta por Hall
152 (2000)), onde: $CNF = 100 - (FDN + PB + MM + EE)$. A energia bruta do feno, concentrados
153 e das fezes foram determinadas por bomba calorimétrica (IKA 2000). O amido foi
154 determinado segundo a metodologia proposta por Carvalho & Hang (2002).

155 As análises de amostras sanguíneas foram realizadas no Laboratório de Patologia
156 Clínica da FAMEZ/UFMS. As determinações bioquímicas foram realizadas com analisador
157 químico COBASTM C111 (Roche Diagnostics). As leituras para determinação de ureia e

158 proteínas totais foram realizadas utilizando aparelho de bioquímica semiautomático TP-
159 Analyzer (Thermo-Plate, Brasil).

160 *Análises estatísticas*

161 Todos os dados foram analisados por meio do procedimento GLIMMIX do SAS (SAS
162 Inst. Inc., Cary, NC, USA, versão 9.4 - 2016) selecionando os testes de hipóteses tipo 1 e 3. O
163 modelo estatístico para mudança do PC, consumo de água, tempo para consumo do
164 concentrado e respostas fisiológicas, teve como efeito fixo o tratamento (inclusão de casca de
165 soja) e como variável aleatória, baia (bloco), período e bloco. Os modelos estatísticos para
166 glicose, lactato, pH, ureia, proteína total e eletrólitos sanguíneos, tinham como efeito fixo o
167 tratamento, hora e a interação resultante e como variável aleatória, baia (bloco), período e
168 bloco. Estes últimos foram analisados como medidas repetidas no tempo, usando hora como
169 termo específico e baia*período (bloco) como sujeito. Foi escolhida a estrutura de
170 covariância que melhor se ajustou aos dados de cada variável pelo menor critério de
171 informação de Akaike. A função PDIFF foi utilizada quando detectada significância no teste-
172 F e todos os resultados são reportados como LSMEANS seguidos por erro padrão da média
173 (EPM). A significância foi definida quando $P < 0,05$ no teste de *Student*.

174

175 **RESULTADOS**

176 A glicose plasmática não diferiu entre os níveis de inclusão de casca de soja no
177 concentrado ($P > 0,05$) nos tempos 0, 30, 60, 300 e 315 min. após a alimentação (Figura 1).
178 Para as coletas realizadas aos 120 e 180 min. após a alimentação, os maiores valores de
179 glicose foram observados para o concentrado com zero de inclusão de casca de soja e as
180 menores concentrações o maior nível de inclusão de casca (500) e o nível intermediário de
181 inclusão (250) não diferiu dos demais ($P < 0,05$). Com 240 min. após o fornecimento, o
182 suplemento concentrado sem casca de soja alcançou o maior valor de glicose, sendo superior

183 aos demais níveis de inclusão (250 e 500) ($P < 0,05$). Houve diferença entre os níveis de
184 inclusão de casca de soja ($P < 0,05$) para as áreas abaixo da curva (Figura 2) geradas com os
185 valores de glicose plasmática coletados no momento da alimentação até 240 min após o
186 fornecimento do concentrado. O concentrado sem inclusão de casca de soja (0) foi superior a
187 aquele com maior inclusão (500), mas ambos não diferiram ($P < 0,05$) do nível intermediário
188 de inclusão (250).

189 Os valores de lactato plasmático não diferiram entre os níveis de inclusão de casca de
190 soja em nenhum dos tempos de coleta ($P > 0,05$) (Figura 3A). No entanto, houve diferença
191 para os valores médios de lactato plasmático em função do tempo de coleta ($P < 0,05$) (Figura
192 3B).

193 Não foi observado diferença entre os níveis de inclusão de casca de soja sobre os
194 valores de pH sanguíneo ($P > 0,05$) para nenhum dos tempos de coleta (Figura 4A) mas,
195 diferenças estatísticas foram identificadas quando comparado os horários de coleta para os
196 valores médio de pH sanguíneo dos três concentrados ($P < 0,05$) (Figura 4B).

197 Os valores de ureia sérica (Figura 5A) e proteína total plasmática (Figura 5B), não
198 diferiram entre os níveis de inclusão ($P > 0,05$) para nenhum dos três tempos de coleta (240,
199 300 e 315 min.), para ambas as variáveis não foi identificado efeito do tempo de coleta.

200 Assim como observado para os valores de lactato plasmático e pH sanguíneo, não
201 houve efeito do nível de inclusão de casca de soja sobre os eletrólitos plasmáticos (Potássio,
202 Cloro, Sódio e Cálcio) para nenhum dos tempos de coleta (0, 30, 60, 120, 180, 240, 300 e 315
203 min.) ($P > 0,05$) (Tabela 2). No entanto, houve diferença para dos eletrólitos plasmáticos em
204 função do tempo de coleta ($P < 0,05$) (Tabelas 2).

205 Quando analisado o tempo para consumo do concentrado, não se identificou diferença
206 entre os três níveis de inclusão de casca de soja ($P > 0,05$). O tempo médio gasto para
207 consumo dos concentrados foi de $26,9 \pm 5,9$ min.

208 Na Tabela 3 estão apresentados os valores das respostas fisiológicas, mudança de PC
209 e consumo de água associados ao exercício teste. Não foram observadas diferenças
210 significativas entre os níveis de inclusão de casca de soja para nenhuma destas variáveis ($P >$
211 0,05).

212

213 **DISCUSSÃO**

214 As concentrações de glicose plasmática não diferiram entre os níveis de inclusão de
215 casca de soja nos três primeiros horários (0, 30 e 60 min.) (Figura 1A), que compreende a
216 primeira hora pós alimentação. O tempo de retenção dos alimentos no estomago é, em média,
217 de 2 a 6 horas (Gerring e Hunt, 1986; Van Weyenberg et al., 2006), o que fez com que as
218 diferenças nas concentrações de glicose plasmática fossem observadas somente após 120
219 min. do fornecimento do concentrado e, se mantendo até 240 minutos após a alimentação,
220 quando teve início o exercício teste. Vertvuert et al. (2009) avaliaram seis níveis de ingestões
221 de amido (menor: 0,3 g/kg PC; maior: 2,0 g/kg PC) e observaram que, quando a ingestão de
222 amido foi igual ou superior a 1,1 g/kg PC houve aumento nas concentrações plasmáticas de
223 glicose a partir de 90 min. após a alimentação. O mesmo foi descrito por Bochnia et al.
224 (2017) que, ao avaliar duas fontes de concentrado (aveia grão: 398 g amido/kg MS;
225 concentrado rico em fibra e extrato etéreo: 48,6 g amido/kg PC) em dietas isoenergéticas,
226 observaram que a maior ingestão de amido promovido pela aveia elevou as concentrações
227 plasmáticas de glicose após 90 minutos do fornecimento do concentrado e se mantendo por
228 mais 90 minutos.

229 A casca de soja se mostra efetiva em reduzir os valores de glicose plasmática. Isto se
230 deve não somente a sua contribuição na redução dos teores de amido do concentrado, mas
231 também pelas suas características bromatológicas, a exemplo dos maiores valores de FDN e
232 FDA que de cereais tradicionalmente utilizados na alimentação de equinos. Quando

233 comparado o nível intermediário de inclusão de casca de soja (250) com o maior (500)
234 observou-se que a diferença na concentração de amido foi pequena (21,1 g/kg MS), no
235 entanto, identifica-se diferença nos valores de glicose plasmática entre os concentrados sem
236 casca de soja e com aquele com a maior inclusão (500) para os tempos 120 e 180 min. após a
237 alimentação, ao passo que o nível intermediário de inclusão (250) não diferiu dos demais. A
238 diferença nos valores de glicose plasmática observada entre os concentrados sem casca (0) e
239 com maior inclusão de casca (500) pode ser explicado em parte pelos maiores valores de
240 FDN e FDA do concentrado com 500 g/kg de casca de soja (Tabela 1). O incremento na
241 ingestão de fibra eleva a taxa de passagem da dieta (Drogoul et al., 2000; Drogoul et al.,
242 2001; Van Weyenberg et al., 2006; Jensen et al., 2014), promovendo redução do tempo de
243 permanência do quimo no ID e, conseqüentemente, reduzindo extensão da digestão dos
244 carboidratos não estruturais e assim, a absorção de glicose no concentrado com maior nível
245 de inclusão (500), refletindo em menores valores de glicose plasmática.

246 O exercício teste fez com que todos os três tratamentos apresentassem concentrações
247 similares de glicose plasmática após o exercício (300 e 315 minutos). Uma vez que, atividade
248 física intensifica o desaparecimento de glicose plasmática (Carlson et al., 1965; Takagi e
249 Sakurai, 1971;) e os valores acabam se tornando similares aqueles observados na fase pré-
250 prandial. A contribuição de cada um dos substratos energéticos no atendimento da energia é
251 determinada pela intensidade do exercício (Pratt e Lawrence, 2014), mas em todas as
252 situações a glicose plasmática é um dos primeiros substratos utilizados. Os concentrados com
253 casca de soja, provavelmente, ativaram vias metabólicas alternativas que utilizam substratos
254 como, acetato produzido durante a fermentação microbiana do IG (Petchck et al., 1993; Pratt
255 et al., 2005) e ácido graxos livres oriundos da hidrólise do tecido adiposo, triglicerídeos
256 plasmáticos e triglicerídeos do tecido muscular (Pratt e Lawrence, 2014).

257 Os valores de área abaixo da curva gerados com os valores de glicose plasmática não
258 difeririam entre os concentrados sem inclusão de casca de soja (0) e aquele com nível
259 intermediário de inclusão (250), onde as ingestões de amido foram de 2 e 1,6 g/kg
260 PC/refeição, respectivamente. Estes resultados corroboram com os dados de Vervuert et al.
261 (2009), que não encontraram diferença para área abaixo da curva para ingestões de amido de
262 1,1 a 2,0 g/kg PC/refeição. Apesar do concentrado com maior nível de inclusão de casca de
263 soja (500) promover uma ingestão de amido de 1,52 g/kg PC/refeição, a área abaixo da curva
264 para glicose plasmática foi inferior e diferente do concentrado sem de casca de soja (0),
265 comportamento diferente do observado por Vervuert et al. (2009). Esta inconsistência pode
266 ser explicada pela alteração na taxa de passagem da digesta promovida pela maior
267 participação de casca de soja no suplemento com a maior inclusão (500) (McLean et al.,
268 2000; Métayer et al., 2004).

269 Os valores de lactato plasmático não diferiram entre os níveis de inclusão de casca de
270 soja no concentrado para nenhum dos horários de colheita. Alterações nos valores de lactato
271 plasmático podem ocorrer quando se observa alteração na degradação de carboidrato não
272 estrutural no IG ou, quando animais são submetidos a exercícios de alta intensidade
273 predominando as vias anaeróbicas (Gore e Withers, 1990). Para todos os níveis de inclusão de
274 casca de soja no concentrado o manejo alimentar garantiu uma ingestão de forragem de 11,4
275 \pm 1,4 g/kg PC, próximo do nível mínimo recomendado pelo NRC (2007) de 12,5 g/kg PC, e
276 ingestão de amido igual ou inferior a 2,0 g/kg PC/refeição (Vervuert et al., 2009) o que
277 garantiu uma adequada fermentação intestinal sem o surgimento de distúrbios metabólicos. O
278 exercício teste realizado não foi suficientemente intenso a ponto de privilegiar as vias
279 anaeróbicas para o atendimento de energia, não permitindo que os tratamentos experimentais
280 pudessem influenciar na modificação dos valores de lactato plasmático (Hodson, 1985 e Gore
281 e Withers, 1990). O mesmo pode ser observado para os valores de pH sanguíneo, onde

282 diferenças não foram encontradas entre os níveis de inclusão de casca de soja, e corroboram
283 com o trabalho de McKenzie et al (2003), que não encontraram diferenças para os valores de
284 lactato e pH sanguíneo em cavalos alimentados com dietas a base de amido ou gordura e
285 submetidos a atividade física.

286 Valores de ureia sérica são influenciados por fontes endógenas e exógenas (ex.
287 catabolismo do excesso de amino ácidos oriundos da dieta ou tecidos e absorção de NH₃). A
288 utilização de proteína como fonte de energia pode contribuir com as alterações nos valores de
289 ureia (Direkvandi e Kamyab Kalantari, 2018). Os valores de proteína total e ureia sérica não
290 diferiram entre os suplementos concentrados, uma vez que, a ingestão de proteína entre os
291 concentrados foram próximas e, o exercício não intensificou a utilização de energia oriunda
292 da degradação de tecido proteico. Estes dados corroboram com os achados de Oslman et al.
293 (2004), Jensen et al. (2016) e Direkvandi e Kamyab Kalantari (2018).

294 As concentrações de eletrólitos plasmáticos estão de acordo com os valores
295 apresentados por Scoht e Hinchcliff (1993). Quando os cavalos são submetidos a esforço
296 físico de longa duração, a mudança na concentração de eletrólitos do fluido plasmático não
297 reflete a magnitude de perda total eletrólitos do corpo (Scoht e Hinchcliff, 1993) e, em animais
298 de enduro a redução na concentração plasmática de Na, K e Cl é de 2, 0 e 10%,
299 respectivamente, após as primeiras 25 milhas. Se associado o comportamento padrão dos
300 eletrólitos plasmáticos de animais de enduro ao exercício teste realizado pelos animais, a
301 possibilidade que os concentrados possam promover alguma diferença é reduzida.

302 Ao exemplo de dietas ricas em óleo de soja que aumentam as vias oxidativas para
303 obtenção de energia para o esforço físico e, conseqüentemente, provocando redução nas
304 frequências cardíacas e respiratórias (Brandi et al., 2009) havia a hipótese que a inclusão de
305 casca de soja no concentrado promoveria uma redução nos valores de frequência respiratória
306 e cardíaca após exercício, uma vez que, vias metabólicas mais eficientes seriam ativadas. No

307 entanto, o esforço físico aos quais os cavalos foram submetidos não possibilitou que os
308 concentrados pudessem expressar seu potencial em alterar parâmetros fisiológicos associados
309 ao exercício físico.

310

311 **CONCLUSÃO**

312 A inclusão de casca de soja em 500 g/kg de concentrado foi eficiente em reduzir os
313 valores de glicose plasmática após alimentação, diminuindo a possibilidade de ocorrência de
314 síndrome metabólica.

315 Para tentar identificar a contribuição da casca de soja sobre parâmetros fisiológicos
316 pré e pós-exercício é necessário aumentar a intensidade do exercício teste.

317

318 **REFERÊNCIAS**

319 AOAC. 1995. Official methods of analysis. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.

320

321 Allen, K. J., E. van Erck-Westergren, Franklin, S. H.. 2016. Exercise testing in the equine
322 athlete. *Equi. Vet. Educ.* 28:89-98. doi: <https://doi.org/10.1111/eve.12410>

323

324 Bochnia, M., S. Schurer, J. Gottschalk, A. Einspanier, D. Hillegeist, M. Wensch-Dorendorf,
325 J. M. Greef, M Glatter, e A Zeyner. 2017. Effects of isoenergetic quantities of a low-starch
326 muesli feed high in fat and fiber vs. oat grains on the glycemic and isulinemic responses and
327 feed intake patterns in sport ponies. *J Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 101:43-50.

328

329

330 Borghi, R. T., P. G. Rodrigues, R. S. Moura, L. S. Almeida, G. C. S. Fontes, C. F. Fidêncio, C.

331 A. Santos, W. A. Marchesin, G. M. Oliveira Junior, J. C. Sousa. 2017. Digestibility of nutrients

332 and digestive health in horses submitted to moderate exercise and supplemented with diets
333 formulated with soybean hulls. *J. Equi. Vet. Sci.* 59:118-125. doi:
334 doi.org/10.1016/j.jevs.2017.10.003

335

336 Brandi, R. A., C. E. Furtado, E. N. Martins, E. V. V. Freitas, J. C. Lacerda Neto, A. Queiroz
337 Neto, e L. B. Ribeiro. 2009. Desempenho de equinos submetidos a enduro alimentados com
338 níveis de óleo de soja na dieta. *Rev. Bras. Saúde Prod. An.* 10:311-321.

339

340 Carlson, L. A., S. Froberg, e S. Persson. 1965. Concentration and turnover of the free fatty
341 acids of plasma and concentrations of blood glucose during exercise in horses. *Acta Physiol.*
342 *Scand.* 63:434-441. doi: doi.org/10.1111/j.1748-1716.1965.tb04086.x

343

344 Carvalho, H. H., e E. V. Hang. *Alimentos – métodos físicos e químicos de análise.* Porto
345 Alegre: UFRGS. 2002. 180p.

346

347 Direkvandi, E., e R. Kamyab Kalantari. 2018. Fecal volatile fatty acids and blood metabolites
348 in the Turkmen horses associated with type and source of cereals grains. *J Appl. Anim. Res.*
349 46:1078-1083. doi: doi.org/10.1080/09712119.2018.1464927

350

351 Drogoul, C, C. Poncet, e J. L. Tisserand. 2000. Feeding ground and pelleted hay rather than
352 chopped hay to ponies: 1. Consequences for in vivo digestibility and rate of passage of
353 digesta. *Anim. Feed Sci Tech.* 87:117-130. doi: doi.org/10.1016/S0377-8401(00)00187-5

354

- 355 Drogoul C., A. de Fombelle, e V. Julliand. 2001. Feeding and microbial disorders in horses:
356 2; effect of three hay:grain ratios on digesta passage rate and digestibility in ponies. *J. Equi.*
357 *Vet. Sci.* 21:487-491.
- 358
- 359 de Fleurance, G., P. Duncan, Mallvaud B.. 2001. Daily intake and the selection of feeding
360 sites by horses in heterogeneous wet grasslands. *Anim. Res.* 50:149-156. doi:
361 <https://doi.org/10.1051/animres:2001123>
- 362
- 363 Furtado, C. E., Brandi, R. A., Ribeiro, L. B. 2011. Utilização de coprodutos e demais
364 alimentos alternativos para dietas de equinos no Brasil. *R. Bras. Zootec.* 40:214-223.
- 365
- 366 Gerring, E.E.L., e J. M. Hunt. 1986. Pathophysiology of equine postoperative ileus: effect of
367 adrenergic blockade, parasympathetic stimulation and metoclopramide in an experimental
368 model. *Equine Vet. J.* 18:249-255. doi: doi.org/10.1111/j.2042-3306.1986.tb03618.x
- 369
- 370 Gore, C. J., Withers, R. T. 1990. Effect of exercise intensity and duration on postexercise
371 metabolism. *J. Appl. Phys.* 68:2362-2368. doi
- 372
- 373 Hall, M. B. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non
374 protein nitrogen. Florida: University of Florida, 2000. p.A25 (Bulletin, 339).
- 375
- 376 Henneke, D. R., PotterKreider, J. L., Yeates, B. F.. 1983. Relationship between condition
377 score, physical measurements and body fat percentage mares. *Equine Vet. J.* 15:371-372. doi:
378 doi.org/10.1111/j.2042-3306.1983.tb01826.x

379

380 Hodson D. R. 1985. Energy considerations during exercise. *Vet. Clin. North Am. Equine*
381 *Pract.* 1:447-460. doi: doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30744-7

382

383 Jansson, A., Lindberg, E. 2012. A forage-only alters the metabolic response of horses in
384 training. *Anim.* 6:1939-1946. doi: 10.1017/S1751731112000948

385

386 Jensen, R. B., D. Austbo, K. E. Bach Knudsen, e A. –H. Tauson. 2014. The effect of dietary
387 carbohydrate composition on apparent total tract digestibility, feed mean retention time,
388 nitrogen and water balance in horses. *Animal.* 8:178-1796.doi:10.1017/S175173111400175X

389

390 Jensen, R. B., D. Austbo, D. Blache, K. E. Bach Knudsen, e A. –H. Tauson. 2016. The effect
391 of feeding barley or hay alone or in combination with molassed sugar beet pulp on the
392 metabolic responses in plasma and caecum of horses. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 214:53-65. doi:
393 dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.02.003

394

395 Kabe, A. M. G., A. D. de Souza, R. L. de Moro Souza, I. C. da Silva Bueno, T. P. Mota, K.
396 Grandell, I. Vervuet, G. F. Correa, e R. A. Brandi. 2016. Soybean hulls in equine feed
397 concentrates: apparent nutrient digestibility, physicochemical and microbial characteristics of
398 equine feces. *J. Equine Vet. Sci.* 36:77-82. doi: https://doi.org/10.1016/j.jevs.2015.10.008

399

400 McKenzie, E. C., S. J. Valberg, S. M. Godden, J. D. Pagan, J. M. MacLeay, R. J. Geor, e G.
401 P. Carlson. 2003. Effect of dietary starch, fat, and bicarbonate content on exercise responses
402 and serum creatine kinase activity in equine recurrent exertional rhabdomyolysis. *J. Vet.*
403 *Intern. Med.* 17:693-701. doi: doi.org/10.1111/j.1939-1676.2003.tb02502.x

404

405 Métayer, N., M. Lhote, A. Bahr, N. D. Cohen, I. Kim, A. J. Roussel, e V. Julliand. 2004.

406 Meal size and starch content affect gastric emptying in horses. *Equine Vet. J.* 36:436-440.

407 doi: doi.org/10.2746/0425164044868468

408 McLean, B. M. L., J J. Hyslop, A. C. Longland, D. Cuddeford, e T. Hollands. 2000. Physical

409 processing of barley and its effects on intra-cecal fermentation parameters in ponies. *Anim.*

410 *Feed. Sci. Tech.* 85:79-87. doi: [/doi.org/10.1016/S0377-8401\(00\)00132-2](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(00)00132-2)

411

412 NRC. 2007. Nutrient requirements of horses. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

413

414 Olsman, A. F. S., C. M. Huurdeman, W. L. Jansen, J. Haaksma, M. M. Sloet Van

415 Oldruitenborgh-Oosterbaan, e A. C. Beynen. 2004. Macronutrient digestibility, nitrogen

416 balance, plasma indicators of protein metabolism and mineral absorption in horses fed a

417 ration rich in sugar beet pulp. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 88:321-331. doi:

418 doi.org/10.1111/j.1439-0396.2004.00487.x

419

420 Pethick, D. W., R. J. Rose, W. L. Bryden, e J. M. Gooden. 1993. Nutrient utilisation by the

421 hindlimb of Thoroughbred horse at rest. *Equine Vet. J.* 25:41-44. doi:

422 doi.org/10.1111/j.2042-3306.1993.tb02899.x

423

424 Pratt, S. E., L. M. Lawrence, L. K. Warren, e D. M. Powell. 2005. The effect of exercise on

425 the clearance of infused acetate in the horse. *J. Equi. Vet. Sci.* 25:267-271. doi:

426 [10.1016/j.jevs.2005.05.008](https://doi.org/10.1016/j.jevs.2005.05.008)

427

- 428 Pratt, S. E. P., e L. M. Lawrence. 2014. Nutrition of the performance horse. In: D. R.
429 Hodgson, K. H. McKeever, e C. M McGowman, editors, *The Athletic Horse*. Saunders, St.
430 Luis, Missouri. p. 34-55.
- 431
- 432 Schott, H. C., e K. W. Hinchcliff. 1993. Fluids, electrolytes, and bicarbonate. In: K. W.
433 Hinchcliff, e R. A. Sams, editors, *Vet clin. of North Ame.: equine practice-drug use in*
434 *performance horses*. Saunders, Philadelphia. p. 577.
- 435
- 436 Takagi, S., e N. Sakurai. 1971. Changes of glucose, pyruvate, and lactate in blood of horses at
437 rest and during exercise. *Exp. Rep. Equine Hth. Lab.* 8:100-109. doi:
438 10.11535/jes1961.1971.100
- 439
- 440 Van Weyenberg, S., J. Sales, e G. P. J. Jassens. 2006. Passage rate of digesta through the
441 equine gastrointestinal tract: A review. *Livestock Sci.* 99:3-12. 2006. doi:
442 10.1016/j.livprodsci.2005.04.008
- 443
- 444 Van Soest, P. J., J. B. Robertson, e B. A. Lewis. Symposium: carbohydrate
445 methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *J.*
446 *Dairy. Sci.* 74:3583-3597
- 447
- 448 Vervuert, I., K., Voigt, T., Hollands, D., Cuddeford, Coenen, M. 2009. Effect of feeding
449 increasing quantities of starch on glycaemic and insulinaemic responses in healthy horses.
450 *The Vet. J.* 182:67-72. doi: 10.1016/j.tvjl.2008.04.011

Tabela 1 – Participação dos ingredientes (g/kg) nos concentrados e composição química do feno e concentrados

Ingrediente	Inclusão de casca de soja			
	g/kg			
Milho	250,0	00,0	00,0	
Farelo de Trigo	305,0	305,0	55,0	
Farelo de Arroz	200,0	200,0	200,0	
Aveia	200,0	200,0	200,0	
Casca de Soja	00,0	250,0	500,0	
Núcleo Mineral ²	30,00	30,00	30,00	
Carbonato de Cálcio	15,00	15,00	15,00	
Total	1000,0	1000,0	1000,0	
Composição química	Feno ¹	g/kg MS		
Matéria seca (MS)	874,7	897,5	897,7	894,5
Proteína Bruta (PB)	29,2	141,5	142,8	129,0
Extrato Etéreo (EE)	16,6	60,5	52,13	50,00
Fibra solúvel em detergente neutro (FDN)	864,6	266,4	376,4	428,5
Fibra solúvel em detergente ácido (FDA)	504,2	114,3	199,6	279,3
Matéria Mineral (MM)	63,7	86,2	93,2	95,3
Carboidratos Não Fibrosos (CNF)	89,6	445,4	335,5	297,2
Amido	-	413,9	322,3	303,2
Energia Bruta (EB), Mcal/kg MS	4,53	4,64	4,35	4,35

¹Feno de capim-lhanero (*Brachiaria humidicola* (Rendle.) Schweickerdt., cultivar Llanero (CIAT 6133, CPAC 3139, BRA 001449));

²Iguaphós Equinos (g ou mg/kg): ; Cálcio – 116 g, Fósforo – 60 g; Sódio – 155 g; Enxofre – 14 g; Cobalto – 40 mg; Manganês – 1250 mg; Cobre – 625 mg; Iodo – 88 mg; Selênio – 102 mg; Zinco – 2500 mg.

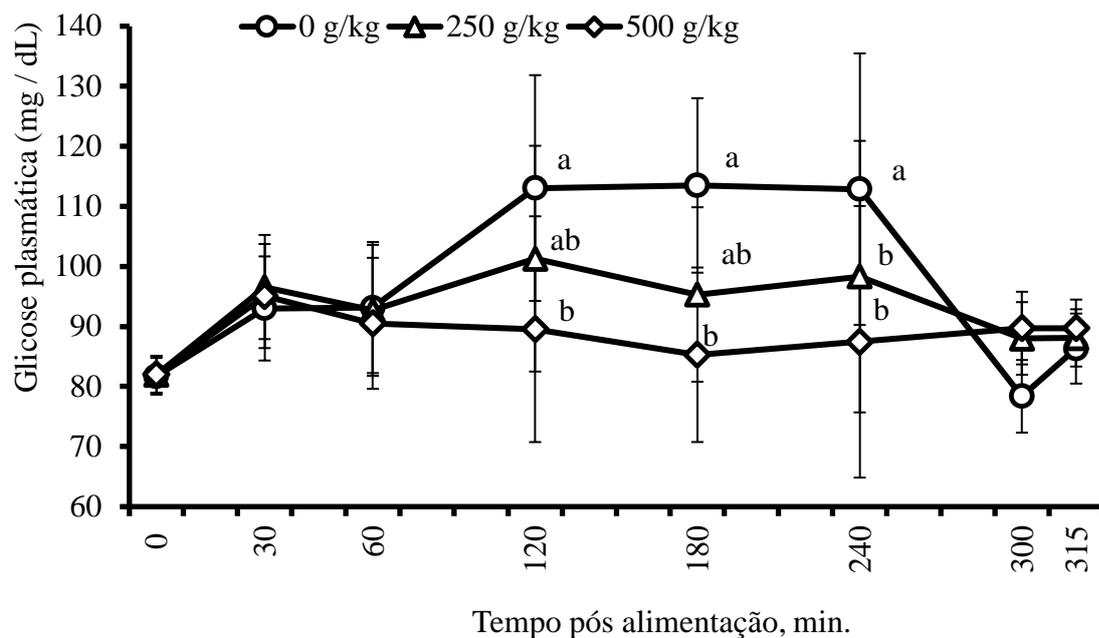


Figura. 1. Efeito dos diferentes níveis de inclusão de casa de soja (g/kg) no concentrado sobre as concentrações de glicose plasmática (mg/dL). Tempo: fornecimento do concentrado da manhã (0 min), início do exercício físico (240 min), final (300 min) e período de recuperação (315 min); Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$) dentro do mesmo horário de coleta.

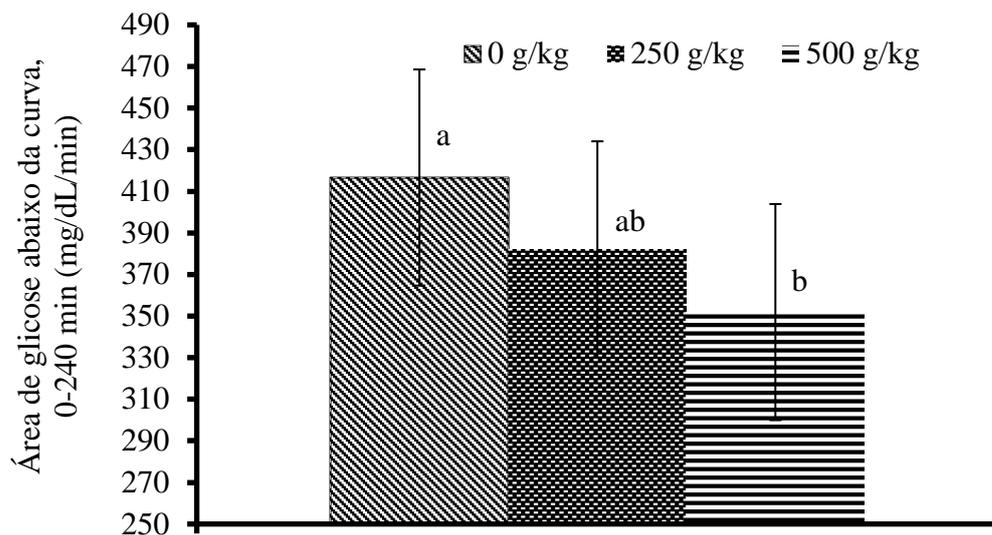


Figura 2. Efeito dos diferentes níveis de inclusão de casca de soja (g/kg) no concentrado sobre a área de glicose abaixo da curva até 240 min. após o fornecimento do concentrado; Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$).

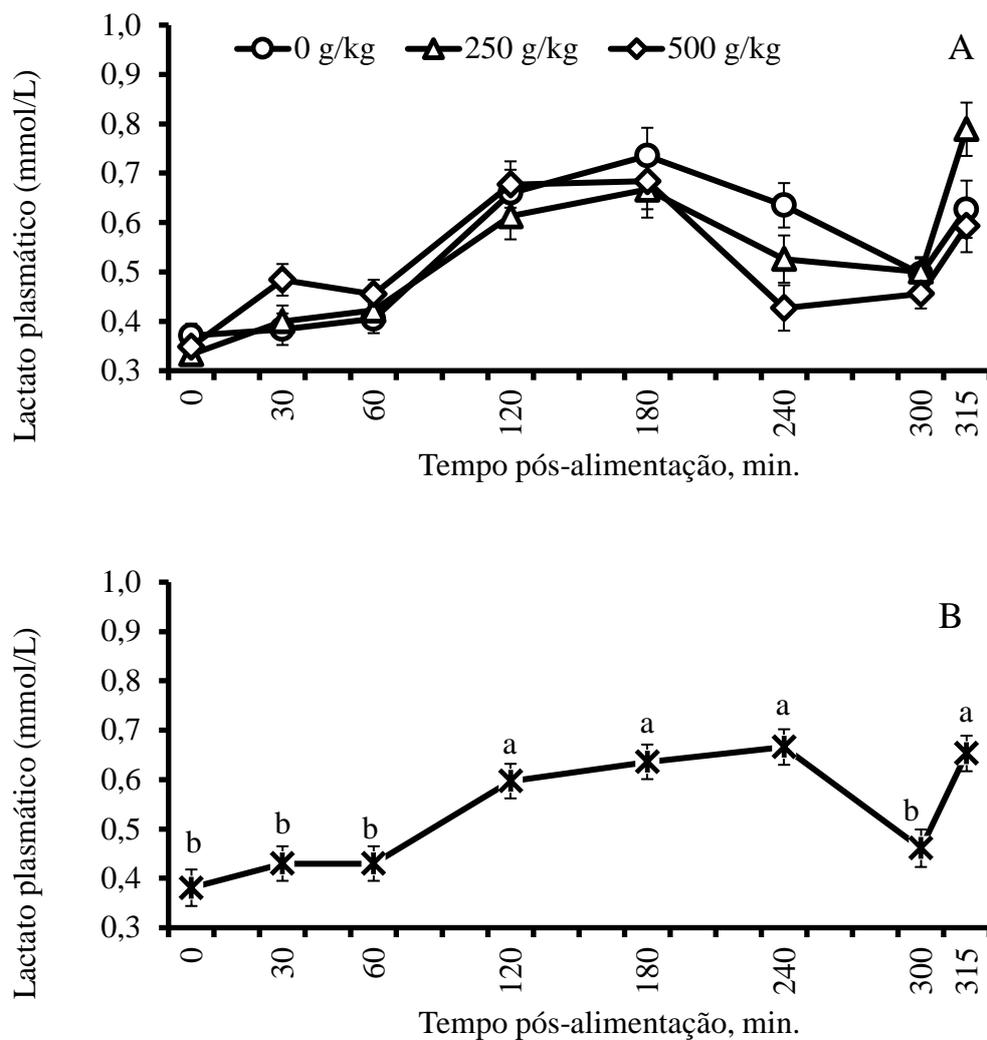


Figura. 3. Efeito dos diferentes níveis de inclusão de casa de soja (g/kg) no concentrado sobre as concentrações de lactato plasmático (mmol/L) (A) e valores médios de concentrações de lactato plasmático (mmol/L). Tempo: fornecimento do concentrado da manhã (0 min), início do exercício físico (240 min), final (300 min) e período de recuperação (315 min); Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$).

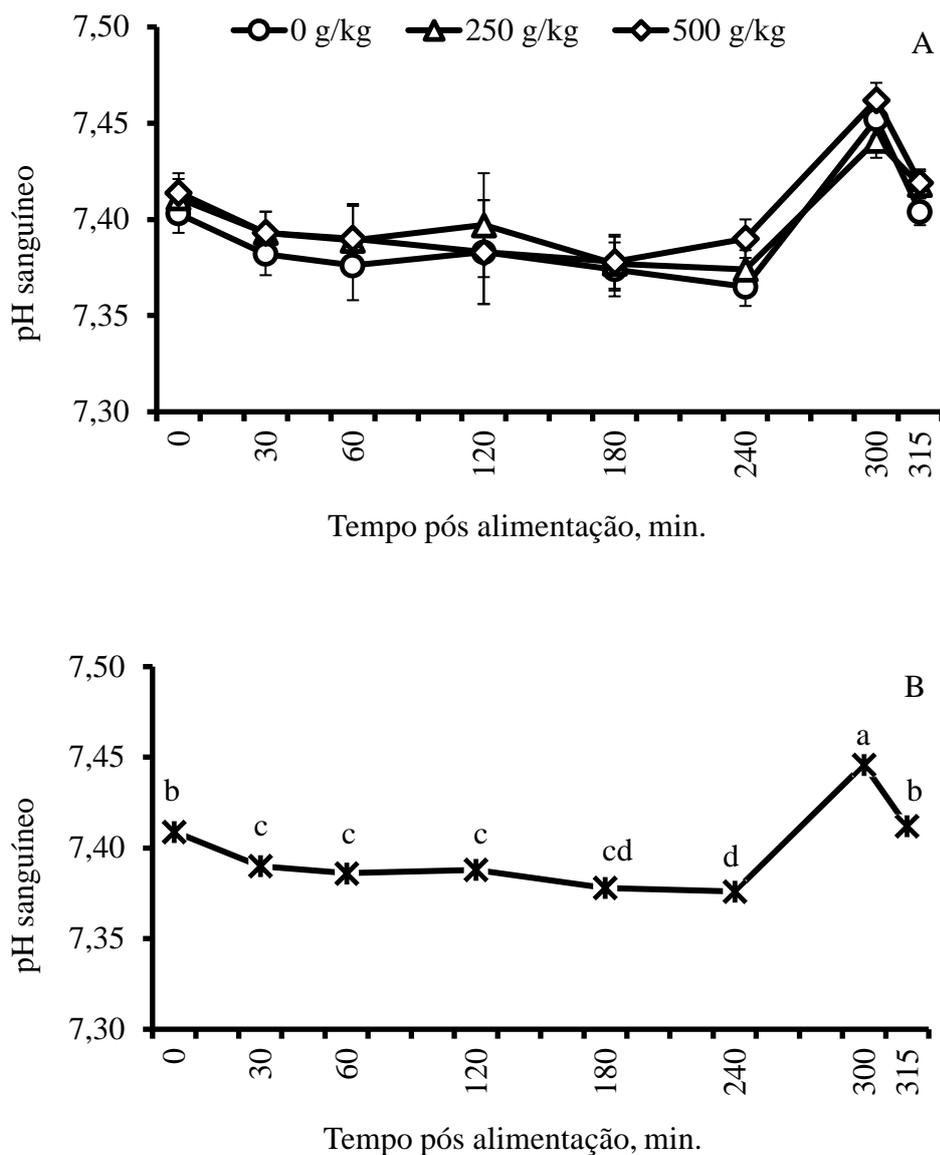


Figura. 4. Efeito dos diferentes níveis de inclusão de casca de soja (g/kg) no concentrado sobre os valores de pH sanguíneo (A) e, valores médios do pH sanguíneo (B). Tempo: fornecimento do concentrado da manhã (0 min), início do exercício físico (240 min), final (300 min) e período de recuperação (315 min); Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$).

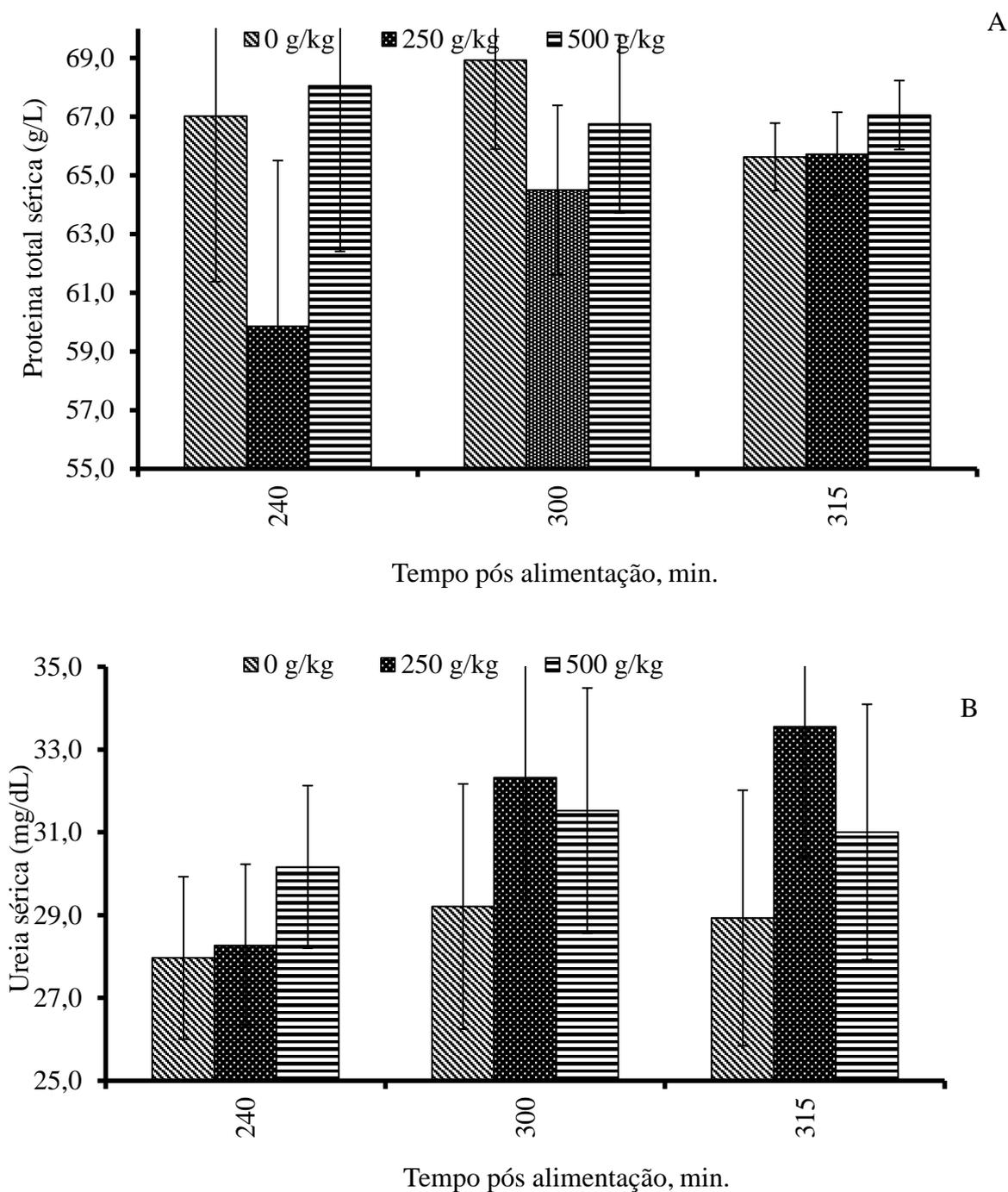


Figura 4. Efeito dos diferentes níveis de inclusão de casca de soja (g/kg) no concentrado sobre as concentrações de proteína total sérica (g / L) (A) e ureia sérica (mg / dL) (B). Tempo: fornecimento do concentrado da manhã (0 min), início do exercício físico (240 min), final (300 min) e período de recuperação (315 min). Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$) dentro do mesmo horário de coleta.

Tabela 2 - Efeito dos diferentes níveis de inclusão de casca de soja (g/kg) no concentrado sobre os valores médios ± erro padrão dos eletrólitos no plasma sanguíneo

Item /tempo de coleta	Inclusão de casca de soja			Média
	0	250	500	
K, mmol/L				
0 min ¹	3,51 ± 0,09	3,50 ± 0,09	3,39 ± 0,09	3,49 ± 0,09b
30 min	2,76 ± 0,19	2,61 ± 0,19	2,60 ± 0,19	2,66 ± 0,09cd
60 min	2,37 ± 0,15	2,65 ± 0,15	2,74 ± 0,15	2,59 ± 0,09d
120 min	3,02 ± 0,18	2,87 ± 0,18	2,92 ± 0,18	2,94 ± 0,09c
180 min	3,28 ± 0,21	3,29 ± 0,21	3,27 ± 0,21	3,29 ± 0,09b
240 min ²	3,56 ± 0,27	3,69 ± 0,27	3,75 ± 0,27	3,65 ± 0,09b
300 min ³	3,74 ± 0,10	3,75 ± 0,10	3,80 ± 0,10	3,81 ± 0,09a
315 min ⁴	3,45 ± 0,23	3,55 ± 0,23	3,30 ± 0,23	3,46 ± 0,09b
Na, mmol/L				
0 min ¹	141,23 ± 1,04	141,11 ± 1,04	141,66 ± 1,04	141,26 ± 0,59b
30 min	143,53 ± 1,67	144,73 ± 1,67	144,83 ± 1,67	144,02 ± 0,59a
60 min	145,37 ± 0,67	145,33 ± 0,67	145,43 ± 0,67	145,21 ± 0,59a
120 min	144,85 ± 1,26	145,02 ± 1,26	144,63 ± 1,26	144,77 ± 0,59a
180 min	143,70 ± 1,07	144,37 ± 1,07	144,75 ± 1,07	144,21 ± 0,59a
240 min ²	143,86 ± 3,46	144,83 ± 3,46	143,85 ± 3,46	143,80 ± 0,59a
300 min ³	144,28 ± 5,69	146,29 ± 5,69	145,09 ± 5,69	143,83 ± 0,59a
315 min ⁴	143,51 ± 2,38	144,95 ± 2,38	145,43 ± 2,38	144,9 ± 0,59a
Cl, mmol/L				
0 min ¹	99,67 ± 0,86	99,34 ± 0,86	100,31 ± 0,86	99,67 ± 0,42c
30 min	100,30 ± 0,76	100,55 ± 0,76	101,80 ± 0,76	100,72 ± 0,42b
60 min	101,84 ± 0,58	101,66 ± 0,58	102,42 ± 0,58	101,79 ± 0,42ab
120 min	102,52 ± 0,64	102,72 ± 0,64	102,28 ± 0,64	102,44 ± 0,42a
180 min	101,87 ± 0,83	102,25 ± 0,83	102,75 ± 0,83	102,23 ± 0,42a
240 min ²	101,30 ± 0,78	101,38 ± 0,78	101,30 ± 0,78	101,27 ± 0,42b
300 min ³	100,02 ± 0,83	100,68 ± 0,83	100,98 ± 0,83	100,50 ± 0,42bc
315 min ⁴	99,83 ± 1,18	101,35 ± 1,18	101,39 ± 1,18	100,87 ± 0,42b
Ca, mmol/L				
0 min ¹	1.306 ± 60	1.336 ± 60	1.279 ± 60	1309 ± 41a
30 min	1.197 ± 676	1.193 ± 676	1.165 ± 676	1212 ± 41ab
60 min	1.080 ± 83	1.159 ± 83	1.147 ± 83	1132 ± 41bc
120 min	1.071 ± 92	1.148 ± 92	1.290 ± 92	1169 ± 41b
180 min	1.100 ± 68	1.179 ± 68	1.205 ± 68	1161 ± 41bc
240 min ²	1.080 ± 150	1.112 ± 150	1.246 ± 150	1167 ± 41bc
300 min ³	1.139 ± 56	1.070 ± 56	1.210 ± 56	1152 ± 41bc
315 min ⁴	1.160 ± 212	1.110 ± 212	1.116 ± 212	1095 ± 41c

¹ Antes da alimentação da manhã (07h);² Pré- exercício físico;³ Pós- exercício físico;⁴ Pós- recuperação;

Média seguidas por letras diferentes (linhas) diferem entre si a um nível de significância de 5%.

Tabela 3 - Efeito dos diferentes níveis de inclusão de casca de soja (g/kg) no concentrado sobre a frequência cardíaca e frequência respiratória, mudança de PC e pós-exercício (kg) e consumo de água (L) no dia do exercício

Respostas fisiológicas	Inclusão de casca de soja			EPM ¹	Valor P-
	0	250	500		
Frequência cardíaca, batimentos/min					
240 min	43	42,5	43	1,66	0,970
300 min	79,2	82,4	81,7	6,16	0,663
315 min	59,2	59,6	56,1	3,71	0,337
Frequência respiratória, respirações/min					
240 min	20,3	22,6	24,8	8,38	0,325
300 min	70,2	75,3	94,8	21,89	0,266
315 min	47,5	49,9	65,4	15,36	0,129
Mudança de PC, kg	- 5,00	- 7,16	- 8,00	1,72	0,481
Consumo de água, L	23,04	23,11	23,56	4,17	0,910

¹ Erro Padrão da Média;

Início do exercício físico (240 min), final (300 min) e período de recuperação (315 min);

Média seguida por letras diferentes (linhas) diferem entre si a um nível de significância de 5%.

ANEXO



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



C E R T I F I C A D O

Certificamos que a proposta intitulada "Substituição do amido por pectina para equinos estabulados submetidos a exercício moderado", registrada com o nº 819/2016, sob a responsabilidade de **Gumercindo Loriano Franco** - que envolve a utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata, para fins de pesquisa científica – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS/CEUA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL/UFMS, na 1ª reunião ordinária do dia 02/02/2017.

FINALIDADE	() Ensino (x) Pesquisa Científica
Vigência da autorização	1º/01/2017 a 31/12/2018
Espécie/Linhagem/Raça	<i>Equus caballus</i> / Pantaneiro
Nº de animais	6
Peso/Idade	8-12 anos / 350 kg
Sexo	Macho
Origem	Fazenda Escola da FAMEZ/UFMS (Terenos)

Meixural
Maria Araújo Teixeira
 Coordenadora da CEUA/UFMS
 Campo Grande, 03 de fevereiro de 2017.

Comissão de Ética no Uso de Animais/CEUA
<http://www.propp.ufms.br/ceua>
ceua.2000@gmail.com
 fone (67) 3345-7925