



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



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

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM AMINOÁCIDOS
SOBRE O METABOLISMO DE EQUINOS

Uriel de Almeida Curcio

CAMPO GRANDE, MS
2025



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



2025 EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM CURCIO
AMINOÁCIDOS SOBRE O METABOLISMO DE
EQUINOS



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



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

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM AMINOÁCIDOS
SOBRE O METABOLISMO DE EQUINOS**

Effect of amino acid supplementation on equine metabolism

Uriel de Almeida Curcio

Orientador: Prof. Dr. Gumercindo Lorian Franco

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

Área de concentração: Produção Animal

CAMPO GRANDE, MS 2025



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



Certificado de aprovação

URIEL DE ALMEIDA CÚRCIO

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM AMINOÁCIDOS SOBRE O METABOLISMO DE EQUINOS
EFFECT OF AMINO ACID SUPPLEMENTATION ON EQUINE METABOLISM**

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

Aprovado em: 26-02-2025

BANCA EXAMINADORA:

Dr. Gumercindo Lorian Franco
(UFMS) – Presidente

Dr. Fabio Jose Carvalho Faria
(UFMS)

Dr. Ibrahim Miranda Cortada Neto
(ZOETIS)

Dra. Milena Wolff Ferreira
(UCDB)

Dr. Rafael Henrique Prado Silva
(UFPR)

NOTA MÁXIMA NO MEC
UFMS É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Gumercindo Lorian Franco, Professor do Magisterio Superior**, em 28/02/2025, às 12:47, conforme horário oficial de Mato

Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Fabio Jose Carvalho Faria, Professor do Magisterio Superior**, em 28/02/2025, às 14:02, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **RAFAEL HENRIQUE PRADO SILVA, Usuário Externo**, em 28/02/2025, às 17:03, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Milena Wolff Ferreira, Usuário Externo**, em 02/03/2025, às 07:25, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Ibrahim Miranda Cortada Neto registrado(a) civilmente como Ibra, Usuário Externo**, em 05/03/2025, às 16:28, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5466100** e o código CRC **D146D661**.

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária

Fone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida.

A minha família Rosamaris Curcio e Maria Inês Curcio.

Aos meus pais George Curcio, Claudia Curcio e Neuza Rita.

Ao meu orientador Prof. Dr. Gumercindo Lorian Franco pela orientação durante esse projeto.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, pela oportunidade de realizar o curso de doutorado e a todos os seus funcionários.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À Líquida Nutrição Animal pelo financiamento do experimento, e a oportunidade de estudar o produto Líquida Equinos®.

A todos os professores que de alguma forma me auxiliaram, seja com as correções do trabalho, disciplinas ministradas, auxílio no experimento e conhecimentos repassados.

Aos amigos e colegas da Pós-Graduação, Julia Andressa Boufleur, Eduardo de Assis Lima, Glenda Laysa de Sousa e Silva e Vanessa de Queiroz Vargas pela amizade e suporte na execução deste trabalho.

Aos técnicos Evelyn Silva de Melo Soares, Ingrid Duarte Pereira e Adriana Garabini pelo acompanhamento nas análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal.

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

A todos do Grupo de Estudos em Nutrição de Equinos (GENEq) que me auxiliaram na execução desse experimento, sou grato por todo o tempo e dedicação que tiveram com esse trabalho.

Aos nobres cavalos “Leviano”, “Jacaré”, “Joãozinho”, “Ventania”, “Soneca”, “Guarani” e “Pé de pano”, por eles e para eles esse experimento foi realizado.

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

Meus mais sinceros agradecimentos!!!

SUMÁRIO

Resumo.....	6
Abstract.....	7
Introdução.....	8
Referências.....	17
Suplementação com um blend de aminoácidos, vitaminas e minerais sobre o metabolismo energético de equinos	21
Introdução.....	22
Material e métodos	23
Resultados	26
Discussão	28
Conclusão	30
Referências.....	31
Anexo	35
Suplementação com aminoácidos sobre o metabolismo proteico de equinos	47
Introdução.....	48
Material e métodos	49
Resultados	51
Discussão	52
Conclusão	53
Referências.....	54
Anexo	56

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da suplementação com aminoácidos e minerais em um suplemento a base de melão em comparação com o melão de cana líquido sobre o metabolismo energético e proteico de equinos. O delineamento experimental foi o *crossover* com 2 tratamentos, 6 animais e dois períodos experimentais. Os tratamentos consistiam na suplementação com 30 mL por 100 kg/PC de um suplemento à base de melão com aminoácidos, vitaminas e minerais ou melão de cana líquido na mesma concentração. Foram utilizados 6 cavalos machos, castrados, da raça Pantaneiro, com peso médio 395 ± 41 kg e idade 10 ± 4 anos. Os animais eram alimentados ainda com 0,5 kg MS/100 kg PC de concentrado comercial e 1,2 kg MS/100 kg PC de feno. As coletas para hemogasometria, bioquímica sanguínea produção fecal, pH fecal, velocidade de consumo e volume de urina foram realizadas em dois períodos de 20 dias. Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para glicose, pH, bicarbonato, Ca^{2+} , Na^+ , Cl^- , K^+ , AST, GGT, ALT, creatinina, ureia, proteína total, albumina, globulina, relação albumina x globulina, velocidade de consumo, produção fecal e volume de urina em relação aos tratamentos estudados. Houve efeito de tratamento para lactato ($P = 0,0242$) e pH fecal ($P = 0,0286$). As concentrações de lactato plasmático foram maiores no tratamento melão em comparação com o suplemento $0,90 \pm 0,05$ x $0,79 \pm 0,05$) e o pH fecal foi menor no tratamento suplemento comparado com o melão ($5,77 \pm 0,13$ x $6,04 \pm 0,13$). Houve efeito significativo ($P < 0,05$) para tempo de coleta nas variáveis glicose, lactato, pH sanguíneo e potássio. A suplementação com aminoácidos, vitaminas e minerais não altera o metabolismo proteico dos animais, nem a glicemia e os eletrólitos, porém alterou fermentação em equinos.

Palavras-chave – açúcar, eletrólitos, glicemia, proteína, sacarose;

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of ingestion of a molasses-based supplement compared to liquid cane molasses on the energy and protein metabolism of horses. The experimental design was a *crossover* with 2 treatments, 6 animals and two experimental periods. The treatments consisted of supplementation with 30 ml per kg/BW of a molasses-based supplement or liquid cane molasses at the same concentration. Six male, castrated Pantaneiro horses with an average weight of 395 ± 41 kg and age of 10 ± 4 years were used. The animals were also fed 0.5 kg DM/100 kg BW of commercial concentrate and 1.2 kg DM/100 kg BW of hay. Collections for blood gas analysis, blood biochemistry, fecal production, fecal pH, consumption rate and urine volume were performed in two periods of 20 days. There was no significant effect ($P > 0.05$) for glucose, pH, bicarbonate, Ca^{2+} , Na^+ , Cl^- , K^+ , AST, GGT, ALT, creatinine, urea, total protein, albumin, globulin, albumin x globulin ratio, consumption rate, fecal production and urine volume in relation to the practical treatments. There was a treatment effect for lactate ($P = 0.0242$) and fecal pH ($P = 0.0286$). Plasma lactate concentrations were higher in the molasses treatment compared to the supplement (0.90 ± 0.05 x 0.79 ± 0.05 mmol/l) and fecal pH was lower in the supplement treatment compared to molasses (5.77 ± 0.13 x 6.04 ± 0.13). There was a significant effect ($P < 0.05$) of the collection time on the variations in glucose, lactate, blood pH and potassium. Supplementation with amino acids, vitamins and minerals does not alter the protein metabolism of animals, nor glycemia and electrolytes, but it altered fermentation in horses.

Keywords – electrolytes, glycemia, protein, sucrose, sugar;

INTRODUÇÃO

1. Alimentação de equinos até os dias atuais

O cavalo historicamente é um animal de vida livre, que se desenvolveu na natureza em campos e pradarias. As evidências atuais indicam que os cavalos foram domesticados nas estepes da Eurásia, há 2200 anos A.C. (Librado et., 2021) Os cavalos provavelmente foram domesticados como fonte barata de carne de inverno por pessoas que já possuíam rebanhos de gado e ovelhas domesticados (Anthony et al., 2011).

Diante desse cenário, com a domesticação, o cavalo passou a ser um animal de trabalho. Nos últimos anos o rebanho equino contribui economicamente para as indústrias da produção animal, de esporte e lazer (Mills e McDonell, 2005). No Brasil a tropa de equinos corresponde a 5.834.544 animais (IBGE, 2022) sendo mais de 3.900.000 de lida em fazendas (Lima & Cintra, 2016), 1.170.696 estabelecimentos criadores e o maior estado produtor é Minas Gerais (IBGE, 2022).

Com o maior contato com os humanos, a urbanização das cidades e o menor espaço destinado aos animais, o homem diminuiu o tempo de alimentação dos cavalos e introduziram materiais desconhecidos na dieta, particularmente, cereais ricos em amido, concentrados proteicos e forragem seca (Frape, 2010). A alimentação com excesso em carboidratos não estruturais e proteína proveniente de grãos não são eficientes para a espécie, que tem a forragem como sua dieta natural.

O manejo alimentar inadequado de carboidratos vem gerando maior incidência de problemas de ordem psicológica (estereotipias), aumento do comportamento reativo (Bulmer et al., 2015), aumento da resposta glicêmica pós-prandial, podendo ocasionar síndrome metabólica equina e consequentemente resistência à insulina, laminite, obesidade, cólicas (Frank et al., 2010) e em alguns casos redução da capacidade física, o que leva a perda de desempenho em animais atletas (De Fombelle et al., 2001; Kerbyson et al., 2016). A alimentação com proteínas acima da exigência dos animais também tem gerado problemas como aumento da excreção de nitrogênio (N) nas fezes e urina (Olsman et al. 2003), e produção de gases nocivos aos animais e tratadores (Pickrell, 1991).

Uma grande variedade de alimentos e suplementos tem sido pesquisados com o objetivo de reduzir o amido nas dietas de cavalos. Algumas têm levado a substituição

por alimentos com sacarose na composição e outra linha de pesquisas têm avaliado incluir alimentos com fibras solúveis, de forma que estimule a fermentação no intestino grosso e a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) como fonte de energia para os animais.

Com o objetivo de otimizar a alimentação com proteínas, a inclusão de aminoácidos na dieta tem sido estudada. Diversos suplementos comerciais disponíveis no mercado são formulados com o objetivo de suprir ou aumentar a disponibilidade de aminoácidos essenciais para equinos, principalmente os cavalos atletas e de alto desempenho. Esses aminoácidos são utilizados na forma sintética e teoricamente de fácil digestão e absorção no intestino delgado dos equinos

2. Utilização e digestão de carboidratos por equinos

As moléculas de amido presentes na dieta são digeridas inicialmente na fase luminal no intestino delgado (ID) pela ação de alfa-amilase secretada pelo pâncreas e, em seguida pela maltase e isomaltase presentes na membrana de superfície do epitélio. No entanto, o cavalo apresenta uma baixa atividade da alfa-amilase quando comparado com outras espécies o que indica que na sua evolução adaptativa ele não foi um consumidor de grãos de cereais (Kienzle, 1993). Outra limitação é a proteína de co-transporte SGLT-1 (sódio/glicose), que transporta glicose no ID (Dyer et al., 2002).

A sacarose é um dissacarídeo formado por uma molécula de glicose e outra de frutose, essa molécula assim como a lactose (glicose e galactose) não passa pela digestão na fase luminal no ID. A digestão inicia na fase membranosa através da hidrólise da molécula pela enzima sacarase, liberando glicose e frutose livres. A sacarase em equinos apresenta atividade similar a outras espécies de não ruminantes (Brandi e Furtado, 2009).

Após a digestão enzimática, os monossacarídeos resultantes (D-glicose, D-frutose e D-galactose) são então absorvidos na 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 (SGLT-1), que está presente em maior concentração na região proximal do ID, e que possui uma capacidade relativamente baixa de absorção. Desta forma, a digestão do amido e absorção no ID tem limitação fisiológica, com o maior aproveitamento dos açúcares ocorrendo na porção proximal (Richardson e Murray, 2016). A frutose é transportada no ID por

difusão através dos transportadores GLUT5 e GLUT2.

A fermentação microbiana da fibra no intestino grosso (IG) tem como principal produto o ácido acético. Após absorvido o acetato pode ser utilizado tanto para a síntese de ácido graxo, quanto como fonte de energia, uma vez que, ele é precursor metabólico de acetil-CoA. Em condições aeróbicas o acetato pode ser utilizado na via do ácido tricarboxílico para a produção de adenosina trifosfato (ATP). Diferente do 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 & Murray, 2016).

3. Melaço de cana líquido como alimento para cavalos

O melaço de cana é o líquido obtido como efluente final do refinamento de açúcar cristalizado a partir da cana de açúcar. O processamento gera um xarope com aproximadamente 75% de matéria seca (MS), 50% açúcares totais, predominantemente sacarose, mas contém quantidades significativas de outros açúcares redutores, como glicose, frutose e outros carboidratos (Sipaúba-Tavares et al., 2019).

O melaço é utilizado como um aglutinante para a alimentação animal, um ingrediente líquido nas fábricas de rações, com a função de melhorar a palatabilidade, agregar partículas reduzindo a seletividade, reduzir a poeira, ajudar no processo de peletização e melhorar a vida útil do produto, além de utilizado na indústria do etanol (Varaee et al., 2019).

No entanto, ainda há dúvidas sobre a utilização no melaço sobre a resposta glicêmica de cavalos devido a sua composição rica em sacarose, Pagan (2012) tratou do uso do melaço líquido em associação ou não com aveia ou milho sobre a taxa de consumo e resposta glicêmica. Neste ensaio os animais foram alimentados em quatro refeições, sendo que em cada refeição eles recebiam os seguintes tratamentos: [1] 1,0 kg aveia; [2] 1,0 kg milho; [3] 0,9 kg aveia + 0,1 kg melaço; [4] 0,9 kg milho + 0,1 kg de melaço. A glicemia foi medida por quatro horas após a alimentação e a resposta glicêmica dos cavalos quando alimentados com aveia ou milho não apresentou diferenças significativas, mesmo o milho tendo mais carboidratos não estruturais que a aveia.

A adição de melaço à aveia teve pouco efeito sobre a resposta glicêmica, quando comparada com o tratamento com apenas o cereal. Até três horas após a alimentação, as

curvas de glicose foram semelhantes para os dois tratamentos e, após três horas, a glicose permaneceu ligeiramente elevada nos cavalos alimentados apenas com aveia. Quando o melaço foi adicionado ao milho, houve um grande aumento na resposta glicêmica. Os cavalos alimentados somente com aveia e milho, a taxa média de ingestão do cavalo foi igual a 107 e 105 g/minuto, respectivamente. Quando o melaço foi adicionado à aveia, a ingestão aumentou para 122 g/minuto e quando o melaço foi adicionado ao milho, a taxa de ingestão aumentou para 156 gramas/minuto, um aumento de 49%.

Combinando melaço com uma fonte de amido mais digestível (aveia), a menor taxa de ingestão tamponou a resposta glicêmica do melaço. Portanto, parece que a forma como o melaço afeta a glicemia em cavalos dependerá, em grande medida, das outras fontes de carboidratos que estão na alimentação e a velocidade com que o cavalo consome a dieta.

Dados do nosso grupo de pesquisa avaliando adição de melaço de cana em comparação com água na dieta de equinos, não foram encontradas diferenças significativas em glicose e insulina com a suplementação de 1g/kg/PC de melaço de cana líquido às dietas experimentais.

O melaço tende a ser digerido em parte pela ação enzimática no ID e o restante fermentado no IG dos animais, e esse fator parece ser primordial para a manutenção desses parâmetros sanguíneos. Com isso, apesar do que se pensava, o melaço de cana líquido demonstrou ser um alimento seguro quando a aumentos de variáveis sanguíneas e predisposição a doenças metabólicas em equinos. As dietas com melaço ainda apresentaram um menor tempo de consumo do que as dietas sem melaço, o que comprova o efeito palatabilizante desse ingrediente.

4. Utilização e digestão de proteínas por equinos

A proteína da dieta constitui uma fonte de aminoácidos para os animais. Esses aminoácidos na proteína estão ligados por ligações peptídicas. As ligações precisam então ser hidrolisadas por enzimas para gerar cadeias menores, até o ponto onde possam ser absorvidos no intestino delgado.

A digestão enzimática na fase luminal começa no estômago com a ação da pepsina, essa enzima não é secretada na forma ativa, e sim como um zimogênio, o pepsinogênio. Para ser ativado o zimogênio sofre ação do HCl que é produzido nas glândulas parietais

do estômago, o HCl ainda tem a função de desnaturar as proteínas. A pepsina então cliva cadeias de grandes aminoácidos em cadeias menores que são carregados para o intestino delgado.

O intestino delgado apresenta maior ação proteolítica no íleo comparada a outras partes intestinais (Kern et al., 1974). As enzimas que atuam na digestão de proteína no intestino delgado são produzidas pelo pâncreas. Essas enzimas também são secretadas como zimogênio e precisam ser ativadas. A tripsina proveniente do pâncreas é ativada por outra enzima, a enteroquinase que é produzida pelas células duodenais. A tripsina serve como ativador do próprio tripsinogênio e dos demais zimogênios, quimiotripsina, elastase, carboxipeptidase A e carboxipeptidase B.

Na fase membranosa no ID a enzima oligopeptidase cliva as ligações peptídicas até dipeptídeos, tripeptídeos e aminoácidos livres, esses são absorvidos e passam por digestão dentro do epitélio intestinal. A ação de peptidases intracelulares disponibiliza apenas aminoácidos livres, que então passam para a corrente sanguínea.

Os aminoácidos e peptídeos que escapam da digestão e absorção no ID são carregados para o IG, lá podem ser fermentados pela microbiota, sendo absorvidos pelo intestino grosso como amônia e transportados até o fígado, porém não participam da síntese de novos aminoácidos essenciais (Russel, 2002). Os aminoácidos não parecem ser um substrato bem aproveitado pela microbiota, em meio de cultivo isolados de líquido cecal apenas 35,9% das bactérias cresceram quando foram infundidos aminoácidos em contraste 100% das bactérias aproveitaram as peptonas (Maczulak et al. 1985). Também não há significativa absorção de aminoácidos no intestino grosso sendo que estes não contribuem para o pool de aminoácidos no corpo dos equinos (McMeniman et al., 1987).

5. Exigências de proteína e aminoácidos para equinos

As exigências atuais de proteína e aminoácidos são dadas pelo NRC (2007). Esta publicação revisou 12 estudos utilizando balanço de nitrogênio e a ingestão de diversas dietas experimentais por cavalos adultos e em manutenção. As exigências foram estimadas no ponto zero de retenção de nitrogênio, quando a excreção é equivalente a retenção pelo corpo dos animais. Foi realizada uma regressão linear nas médias dos 12 estudos, ajustados os dados a uma linha quebrada, estimando a exigência de nitrogênio média em manutenção em 0,202 g/kg PC/dia, resultando em 1,26 g/kg de PC de

proteína bruta. Aplicando um intervalo de confiança de 95% determinou-se as exigências mínimas e elevadas de cavalo em manutenção como 1,08 g/kg de PC e 1,44 g/kg de PC, respectivamente. As exigências para exercício são consideradas em função da sua intensidade, a exigência média é descrita para categoria de gestação e a exigência elevada para as categorias lactação e crescimento, sendo que essas categorias ainda têm essa exigência de manutenção somadas a correções em função de cada categoria.

O NRC (2007) determinou apenas as necessidades de lisinas em sua publicação. Os experimentos utilizados não foram realizados previamente para estimar essas exigências, mas descreviam a ingestão de lisina e o balanço de nitrogênio. Os requisitos de lisina foram estimados por regressão onde a inflexão da curva sugeria o ponto ótimo de ingestão 54 mg/kg de PC, que resultava em 4,3% da ingestão de proteína bruta, então as exigências foram determinadas considerando esse percentual.

O conceito de proteína ideal ainda é citado pelo NRC (2007) considerando a proporções de aminoácidos no musculo glúteo médio equino, por esse conceito a dieta deve ser formulada para obter a mesma composição do produto final. Então considera-se o aminoácidos em função da lisina (100): metionina 27, treonina 61, isoleucina 55, leucina 107, histidina 58, fenilalanina 60, valina 62, arginina 76 e triptofano sem informações.

6. Balanço de nitrogênio como medida de avaliação de proteínas em equinos

O balanço de nitrogênio é um método utilizado para medir a retenção de nitrogênio no corpo dos animais em relação a dieta consumida. O método consiste em quantificar a ingestão de nitrogênio pelos equinos e em seguida subtrair da perdas nas fezes urina e outras rotas metabólicas. Dessa forma para realização desta análise são necessárias coletas e análises de nitrogênio na dieta, de urina e fezes excretadas. Sendo calculado pela fórmula (Mok e Urschel, 2020):

$$\text{Retenção de nitrogênio} = \text{ingestão de nitrogênio} - \text{excreção de nitrogênio}$$

Sendo que o ponto zero indica a necessidade de manutenção dos animais e valores positivos o nitrogênio que pode ser utilizado para outras finalidades como ganho de peso e massa muscular, gestação, lactação e exercício. Esse método tem algumas limitações como a subestimação de perdas menores de nitrogênio pelo corpo dos

animais como descamação da pele, perda de pelos, cascos e perdas pelo suor. Além disso é um método de alto custo associados aos animais, além de elevada mão de obra necessária na condução do estudo.

Outros metabólitos podem ser utilizadas para indicadores do metabolismo proteico em equinos como a ureia no plasma, esse metabólito comumente é utilizado com indicador do catabolismo de aminoácidos, visto que é produzido a partir da conversão do grupo amino em amônia e posteriormente em ureia. Medições pós-prandiais podem ser realizadas comparando os níveis de ureia no sangue e avaliando qualidade e utilização da proteína da dieta (Graham-Thiers e Kronfeld, 2005). A creatinina também pode ser utilizada como marcador para massa muscular, pois é produzida apenas no músculo e excretada a taxa constante, dessa forma ela pode ser mensurada demonstrando diferenças entre tratamentos em função da massa muscular dos equinos.

7. Biodisponibilidade de proteína e composição de alimentos

A alimentação de equinos consiste em sua maioria em forragens naturais ou conservadas. Esse alimentos possuem altas concentrações de fibra em sua composição. A parede celular de gramíneas e leguminosas apresentam celulose, hemicelulose e lignina que não digeridos pelas enzimas dos animais. Grande parte da proteína presente nesses alimentos são carregado pelo intestino delgado sem sofrer ação das proteases devido estarem associadas a parede celular das plantas. Cerca de 11 a 30% da digestibilidade aparente de N ocorre no intestino delgado e 40 a 70% ocorre no intestino grosso (Mok e Urschel, 2020), demonstrando que apesar da menor digestibilidade aparente no intestino delgado, é nessa região que ocorre a absorção de aminoácidos que serão aproveitados pelo corpo dos animais.

Enquanto a forragem pela sua fração fibrosa é menos digerida no intestino delgado, os grãos possuem maior digestibilidade pré-cecal, 58 a 72% devido a sua composição com menor quantidade de parede celular indigestível no intestino delgado dos equinos (Farley et al., 1995). Dessa forma esses alimentos são mais bem aproveitados pelos animais, gerando aminoácidos livres que podem ser absorvidos no intestino anterior e utilizados nas funções corporais.

8. Suplementação com aminoácidos para equinos

Vinte aminoácidos primários constituem a maioria das proteínas. Destes 10 aminoácidos são considerados essenciais para equinos, pois não podem ser sintetizados pelo organismo e devem ser adicionados na dieta: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina (NRC,2007). A suplementação com aminoácidos essenciais tem sido estudada para equinos como uma forma de atender às exigências proteicas dos animais reduzindo a proteína bruta (PB) da dieta ou como fortificação para dietas pobres em PB.

Segundo Graham-Thiers et al. (2000), o limite superior de proteína dietética para equinos em exercício deve minimizar os efeitos termogênicos, ureogênicos e acidogênicos, mas o limite inferior deve evitar a deficiência de proteína. No mesmo trabalho os autores descobriram que uma dieta com menor teor de proteína bruta (PB) (7,5 vs. 14%), com a inclusão de lisina e treonina, não teve efeito prejudicial no *status* da proteína durante nove semanas de condicionamento e teste físico, enquanto a dieta em maior nível aumentou a excreção de ureia na urina, indicando o aumento da excreção de N e excesso de proteína dietética.

Outros trabalhos têm avaliado a suplementação com aminoácidos quanto a respostas corporais, buscando estudar como a composição das dietas com aminoácidos essenciais e de alta qualidade pode influenciar no ganho de massa e condição corporal. Staniar et al. (2001) utilizou 22 potros para avaliar o crescimento e status de proteínas nesses animais. Quando comparado, os dois suplementos proteicos, o controle continha 14% de PB e 22% de farelo de soja enquanto o suplemento experimental continha 9% de PB, 3% de farelo de soja e foi enriquecido com lisina e treonina. Os autores não encontraram diferenças quanto a parâmetros sanguíneos. Porém encontraram diferenças significativas em ganho médio diário nos períodos em que houve maior estresse. Os aminoácidos lisina e treonina foram os únicos que estavam aumentados em relação à dieta controle, o que evidencia que esses aminoácidos limitantes possuem grande efeito na qualidade da dieta e da síntese de proteínas em equinos. Esses aminoácidos adicionados a dietas com menor PB parecem suportar o crescimento ideal de potros.

Mais recentemente Much et al. (2020) utilizaram 23 éguas e testaram a hipótese que a fortificação da dieta com aminoácidos melhoraria a digestão e composição corporal dos animais. Os autores não encontraram diferenças significativas sobre a

ingestão e digestibilidade das dietas, visto que, elas eram semelhantes e diferiam praticamente na concentração de lisina e metionina. Porém encontram diferenças significativas para mudanças na composição corporal durante os 56 dias de estudo. Houve mudanças significativas entre o início e o final da suplementação para área de *longissimus dorsi* na 17^a /18^a costela e espessura de gordura também entre a 17^a /18^a costela. Esses achados parecem suportar a ideia de que os aminoácidos podem melhorar a composição do corpo de animais adultos, tanto em massa magra quanto em espessura de gordura.

Latham et al. (2018) suplementaram cavalos idosos com 3 tratamentos (controle, suplementação com lisina + treonina, suplementação com lisina + treonina + metionina), os autores observaram aumento de lisina e treonina no sangue 60 min. após uma refeição comparando os tratamentos com adição de aminoácidos com o tratamento controle. Também observaram aumento da metionina no sangue comparando os dois tratamentos com suplementação com o tratamento controle.

Mastellar et al. (2016) suplementaram potros com seis níveis de inclusão de lisina em comparação com glicina. Os autores observaram aumento linear nas concentrações sanguíneas de lisina em 90 min. após a alimentação, com os tratamentos com maior inclusão desse aminoácido.

A literatura consultada demonstra que a suplementação com aminoácidos pode ser benéfica aos equinos quanto a diversos parâmetros, principalmente os de composição corporal e aumento das concentrações sanguíneas de aminoácidos. Porém nenhum desses trabalhos citados foram realizados no Brasil, onde há predominância de forragens de baixa qualidade nutricional, principalmente no período seco do ano. Análises dos autores com feno comercial da região do estudo, revelaram forragens conservadas com até 2,59% PB, o que demonstra o quanto a suplementação com aminoácidos tem potencial para ser cada vez mais utilizada em condições de forragem ou alimentos conservados de baixa qualidade nutricional. O objetivo deste trabalho foi avaliar a suplementação com aminoácidos sobre o metabolismo energético e proteico de equinos.

REFERÊNCIAS

ANTHONY, David W.; BROWN, Dorcas R. The secondary products revolution, horse-riding, and mounted warfare. **Journal of World Prehistory**, v. 24, p. 131-160, 2011.

BRANDI, Roberta Ariboni; FURTADO, Carlos Eduardo. Importância nutricional e metabólica da fibra na dieta de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 246-258, 2009.

BULMER, Louise et al. The effects of a high-starch or high-fibre diet on equine reactivity and handling behaviour. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 165, p. 95-102, 2015.

DE FOMBELLE, A. et al. Feeding and microbial disorders in horses: 1-effects of an abrupt incorporation of two levels of barley in a hay diet on microbial profile and activities. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 21, n. 9, p. 439-445, 2001.

DYER, J. et al. Molecular characterisation of carbohydrate digestion and absorption in equine small intestine. **Equine veterinary journal**, v. 34, n. 4, p. 349-358, 2002.

FARLEY, E. B. et al. Digestion of soybean meal protein in the equine small and large intestine at various levels of intake. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 15, n. 9, p. 391-397, 1995.

FRAPE, David. **Equine nutrition and feeding**. John Wiley & Sons, 2010.

FRANK, Nicholas et al. Equine metabolic syndrome. **Journal of veterinary internal medicine**, v. 24, n. 3, p. 467-475, 2010.

GRAHAM-THIERS, P. M. et al. Protein status of exercising Arabian horses fed diets containing 14% or 7.5% crude protein fortified with lysine and threonine. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 20, n. 8, p. 516-521, 2000.

GRAHAM-THIERS, P. M.; KRONFELD, D. S. Amino acid supplementation improves muscle mass in aged and young horses. **Journal of animal science**, v. 83, n. 12, p. 2783-2788, 2005.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA – **Produção agropecuária**. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/equinos/br>
Acesso em janeiro\24

KERBYSON, N. C. et al. A comparison between omeprazole and a dietary supplement for the management of squamous gastric ulceration in horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 40, p. 94-101, 2016.

KERN, D. L. et al. Ponies vs. steers: microbial and chemical characteristics of intestinal ingesta. **Journal of animal science**, v. 38, n. 3, p. 559-564, 1974.

KIENZLE, Ellen. Carbohydrate metabolism of the cat 1. Activity of amylase in the gastrointestinal tract of the cat 1. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 69, n. 1-5, p. 92-101, 1993.

LATHAM, Christine M.; WAGNER, Ashley L.; URSCHEL, Kristine L. Effects of dietary amino acid supplementation on measures of whole-body and muscle protein metabolism in aged horses. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 103, n. 1, p. 283-294, 2019.

LIBRADO, Pablo et al. The origins and spread of domestic horses from the Western Eurasian steppes. **Nature**, v. 598, n. 7882, p. 634-640, 2021.

LIMA, Roberto Arruda de Souza; CINTRA, André Galvão. Revisão do estudo do complexo do agronegócio do cavalo. 2016.

MACZULAK, Anne E.; DAWSON, Karl A.; BAKER, John P. Nitrogen utilization in bacterial isolates from the equine cecum. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 50, n. 6, p. 1439-1443, 1985.

MASTELLAR, SL; COLEMAN, RJ; URSCHER, KL Ensaio controlado de síntese de proteína corporal total e concentrações de aminoácidos plasmáticos em cavalos de um ano alimentados com quantidades graduadas de lisina. **The Veterinary Journal** , v. 216, p. 93-100, 2016.

MCMENIMAN, N. P. et al. Synthesis and absorption of cysteine from the hindgut of the horse. **Equine Veterinary Journal**, v. 19, n. 3, p. 192-194, 1987.

MILLS, Daniel S.; MCDONNELL, Sue M. (Ed.). **The domestic horse: the origins, development and management of its behaviour**. Cambridge University Press, 2005.

MOK, Chan Hee; URSCHER, Kristine L. Amino acid requirements in horses. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 33, n. 5, p. 679, 2020.

MUCH, Mattea L. et al. Influence of diet fortification on body composition and apparent digestion in mature horses consuming a low-quality forage. **Translational Animal Science**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2020.

NRC (National Research Council). **Nutrient requirements of horses**. 6.ed. Washington, D.C.:National Academic Press. 2007.

OLSMAN, A. F. S. et al. Assessment of the minimum protein requirement of adult ponies. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 87, n. 5-6, p. 205-212, 2003.

PAGAN, J.D. (2012). Using Molasses in Horse Feeds. <http://www.equinews.com/article/using-molasses-horse-feeds>. Acessado em 20-01-2024.

PICKRELL, John. Hazards in confinement housing--gases and dusts in confined animal houses for swine, poultry, horses and humans. **Veterinary and human toxicology**, v. 33, n. 1, p.32-39,1991.

RICHARDSON, Karen; MURRAY, J.-AMD. Fiber for performance horses: a review. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.46, p.31-39, 2016.

RUSSELL, James B. **Rumen microbiology and its role in ruminant nutrition**. Department of Microbiology, Cornell University, 2002.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; TEDESQUE, M. G.; SCARDOELI-TRUZZI, B. Avaliação do efeito do melaço de cana-de-açúcar como fonte de carbono para *Ankistrodesmus gracilis* e *Haematococcus pluvialis* (Chlorophyceae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 80, p. 594-600, 2019.

STANIAR, W. B. et al. Growth of thoroughbreds fed a low-protein supplement fortified with lysine and threonine. **Journal of animal science**, v. 79, n. 8, p. 2143-2151, 2001.

VARAEE, Mona et al. Supercritical fluid extraction of free amino acids from sugar beet and sugar cane molasses. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 144, p. 48-55, 2019.

WALLER, Amanda P. et al. 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.

ARTIGO

Os dois artigos dessa seção seguem as normas da Revista Brasileira de Zootecnia

Suplementação com um blend de aminoácidos, vitaminas e minerais sobre o metabolismo energético de equinos

Uriel de Almeida Curcio¹, Gumercindo Loriano Franco¹

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia,

Campo Grande, MS, Brasil.

RESUMO – O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da ingestão de um suplemento a base de melaço com aminoácidos, vitaminas e minerais em comparação com o melaço de cana líquido sobre o metabolismo energético de equinos. O delineamento experimental foi o crossover com dois tratamentos, seis animais e dois períodos experimentais. Os tratamentos consistiam na suplementação com 30 mL por 100 kg/PC de um suplemento à base de melaço contendo aminoácidos, vitaminas e minerais ou no melaço de cana líquido na mesma concentração. Foram utilizados seis cavalos machos, castrados, da raça Pantaneiro, com peso médio 395 ± 41 kg e idade 10 ± 4 anos. Os animais eram alimentados ainda com 0,5 kg MS/100 kg PC de concentrado comercial e 1,2 kg MS/100 kg PC de feno. As coletas para hemogasometria, produção fecal, pH fecal e velocidade de consumo foram realizadas em dois períodos de vinte dias. Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para glicose, pH, bicarbonato, Ca^{2+} , Na^+ , Cl^- , K^+ , velocidade de consumo e produção fecal em relação aos tratamentos estudados. Houve efeito de tratamento para lactato ($P = 0,0242$) e pH fecal ($P = 0,0286$). As concentrações de lactato plasmático foram maiores no tratamento melaço em comparação com o suplemento ($0,90 \pm 0,05$ x $0,79 \pm 0,05$) e o pH fecal foi menor no tratamento suplemento comparado com o melaço ($5,77 \pm 0,13$ x $6,04 \pm 0,13$). Houve efeito significativo ($P < 0,05$) para tempo de coleta nas variáveis glicose, lactato, pH sanguíneo e potássio. A suplementação demonstrou não alterar a glicemia e a concentração de eletrólitos, porém altera os padrões de fermentação em equinos.

Palavras-chave – açúcar, eletrólitos, glicemia, sacarose;

ABSTRACT – The objective of this study was to evaluate the effect of ingesting a molasses-based supplement compared to liquid sugarcane molasses on the energy metabolism of horses. The experimental design was crossover with 2 treatments, 6 animals and two experimental periods. Treatments consisted of supplementation with 30ml per kg/BW of a molasses-based supplement or liquid sugarcane molasses at the same concentration. Six castrated male horses of the Pantaneira breed were used, with an average weight of 395 ± 41 kg and age of 10 ± 4 years. The animals were also fed with 0.5 kg DM/100 kg BW of commercial concentrate and 1.2 kg DM/100 kg BW of hay. Collections for blood gas analysis, fecal production, fecal pH and consumption rate were carried out in periods of 20 days. There was no significant effect ($P > 0.05$) for glucose, pH, bicarbonate, Ca^{2+} , Na^+ , Cl^- , K^+ , speed of consumption and fecal production in relation to the treatments

studied. There was a treatment effect for lactate ($P=0.0242$) and fecal pH ($P=0.0286$). Plasma lactate concentrations were higher in the molasses treatment compared to the supplement (0.90 ± 0.05 x 0.79 ± 0.05) and fecal pH was lower in the supplement treatment compared to the molasses (5.77 ± 0.13 x 6.04 ± 0.13). There was a significant effect ($P<0.05$) for collection time on the variables glucose, lactate, blood pH and potassium. Supplementation has been shown not to alter blood glucose and electrolyte concentration, but it does alter fermentation patterns in horses.

Keywords – blood glucose, electrolytes, sucrose, sugar;

INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo e com a domesticação os equinos sofreram alterações em sua vida livre na natureza, a alimentação desses animais foi alterada, visto que na natureza consumiam forragem fresca por até 17h por dia (Hill, 2007). Atualmente as dietas de equinos estabulados consistem em alguma fonte forragem conservada, e concentrados com alta densidade energética e proteica (Harris et al., 2017).

Dietas com altos teores de carboidratos não fibrosos tem gerado problemas metabólicos em equinos como o aumento da glicemia, resistência à insulina, síndrome metabólica equina e laminite (Frank et al., 2010). A sacarose é um açúcar proveniente de uma molécula de glicose e uma de frutose e é digerida pela ação da sacarase que tem maior atividade específica no intestino delgado proximal dos equinos (Dyer et al., 2010), assim como transportador de frutose GLUT-5 (Merediz et al., 2004).

A sacarose é o principal açúcar presente no melaço de cana líquido, esse ingrediente tem uma grande produção na América do sul, sendo o resíduo final da produção de açúcar cristalino (Mordenti et al. 2021). Esse xarope possui em torno de 50% de açúcares totais em sua composição e é utilizado como aglutinante e palatabilizante em rações comerciais para equinos (Sipaúba-Tavares et al., 2019).

Há uma preocupação entre nutricionistas equinos sobre a concentração de carboidratos não fibrosos do melaço e como isso pode afetar o metabolismo energético dos animais, apesar da menor concentração em relação aos grãos de cereais (Pratt-Phillips e Lawrence, 2013). Então a substituição do melaço líquido de cana por um suplemento comercial à base de melaço poderia trazer vantagens a alimentação dos equinos aglutinando aminoácidos, vitaminas e minerais e reduzindo o risco ao metabolismo energético.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da ingestão de um suplemento a base de melaço contendo aminoácidos, vitaminas e minerais em comparação com o melaço de cana líquido sobre metabolismo energético dos equinos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho realizou-se no Laboratório de Metabolismo Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), localizado em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil (20°30'37.5"S 54°37'13.6"W).

Foram utilizados seis cavalos machos castrados, com idade 10 ± 4 anos, da raça Pantaneira, com peso corporal (PC) de 395 ± 41 kg. Os animais foram provenientes de fazendas comerciais. Antes do início do período experimental passaram por exame clínico, para assegurar que estivessem hígidos. Os animais foram pesados semanalmente, antes da primeira refeição, para ajuste da quantidade de alimento ofertado. As instalações consistiram em baias individuais (2,5m x 4,0m), com piso de concreto com maravalha (retirada no período experimental), equipadas com bebedouro, cocho de concreto para oferta de feno,

cocho móvel de plástico para oferecimento de concentrado. As instalações permitiam contato visual entre os animais reduzindo o estresse.

O delineamento experimental utilizado foi o crossover, tendo dois tratamentos, seis animais e dois períodos. Cada período experimental teve duração vinte dias, sendo quatorze dias de adaptação e seis dias de coleta de dados. Os cavalos passaram por período de limpeza do trato gastrointestinal de sete dias entre os períodos experimentais onde foram soltos em piquetes e alimentados apenas com feno.

Os tratamentos experimentais foram compostos por: 30mL/100kg de PC de melação de cana líquido [*Saccharum officinarum* (L.)] (Tabela 1) ou de suplemento comercial Líquida equinos® (Tabela 2.). Os tratamentos eram adicionados a 0,5 kg MS/100 kg PC de alimento concentrado (ração comercial Servsal ração equino®) e fornecidos às 7h. Os cavalos ainda receberam diariamente 1,2 kg MS/100 kg de PC de feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.), divididos igualmente em duas porções diárias, às 7h e 17h. A ingestão de alimento foi estimada de forma a atender as exigências de um equino adulto em atividade física leve, segundo NRC (2007).

Os animais foram submetidos à rotina de atividade física leve (NRC, 2007), com frequência cardíaca de até setenta bpm, assegurados por medição com monitor cardíaco digital integrado a GPS (Garmin Forerunner 910XT®) conforme descrito por (Allen et al., 2016). A atividade física consistiu no deslocamento diário dos cavalos conduzidos pelo cabresto, por sessenta minutos ao passo, divididos em dois horários 10h e 16h. Nos dias em que não havia deslocamento os animais eram soltos numa área de 4000 m² para se exercitar e realizar seus comportamentos naturais, mas sem o consumo de pasto.

No 15º dia do período experimental houve coletas de sangue, os animais foram pesados, 2h antes da primeira alimentação foram implantados cateteres (1.8 x 2.35 mm /12G, Braun) na veia jugular esquerda em todos os animais e antes das coletas os cateteres foram lavados com solução fisiológica contendo heparina sódica a 0,1%. Para hemogasometria utilizou-se seringas (A-Line Luer Lock / 1,2 mL, BD). Todas as variáveis fisiológicas e sanguíneas foram coletadas simultaneamente em todos os cavalos, por meio de punção jugular 5 minutos antes (-5), 60, 120, 180, 300 minutos após a oferta de concentrado (Gobesso et al., 2015). Em seguida, o sangue foi armazenado a -20°C e imediatamente encaminhado ao laboratório para as análises. As variáveis glicose, lactato, pH, HCO_3^- e eletrólitos e foram determinadas por hemogasometria.

Os alimentos foram analisados quimicamente (Tabela 1.) de acordo com os métodos descritos pela AOAC (2000), para matéria seca (MS) (AOAC, 930.15), proteína bruta (PB) (AOAC, 976.05), matéria mineral (MM) (AOAC, 942.05) e extrato etéreo (EE) (AOAC, 920.39), e por Van Soest (1991) para fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).

O tempo de consumo de concentrado foi determinado entre o 16º e o 20º dia, sendo o tempo que cada cavalo levou para consumir o concentrado dentro dos tratamentos e foi medido individualmente, por cronometragem, em minutos.

Do 16º ao 20º dia do período experimental, logo após a excreção, as fezes foram recolhidas e pesadas para determinar a produção fecal de cada cavalo. E no 19º dia de cada período foi realizada a mensuração de pH, onde uma alíquota de 150 gramas de fezes frescas foi espremida utilizando espremedor manual confeccionado em aço inoxidável, e do líquido extraído e coado foi determinado o

pH fecal utilizando peagâmetro digital calibrado com solução tampão pH 4 e pH 7 (Hydock et al., 2014).

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o procedimento GLIMMIX do SAS University (2016). Glicose, lactato, pH, bicarbonato e eletrólitos foram analisados por medidas repetidas. Velocidade de consumo, produção e pH fecal foram analisadas usando uma ANOVA. Quando foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) as médias foram comparadas utilizando teste Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS

As concentrações de glicose não apresentaram diferenças significativas entre os dois tratamentos Melão x suplemento ($P=0,2960$) (Figura 1.). As concentrações de glicose diferiram no tempo ($P<0,0001$) entre as cinco coletas realizadas, a concentração no horário pré-prandial (-5min), foi menor ($P<0,05$) que nos tempos 60, 120 e 180min., retornando as concentrações basais 300min. após a alimentação. Não foi verificada interação ($P>0,05$) entre os tratamentos e os tempos de coleta.

Os tratamentos diferiram ($P=0,0242$) nas concentrações médias de lactato sendo que o Melão apresentou maior valor ($0,90 \pm 0,05$ mmol/L) em comparação com o Suplemento ($0,79 \pm 0,05$ mmol/L). O tempo também apresentou diferenças nas concentrações de lactato ($P<0,0001$), sendo que no horário 60min após a alimentação (Figura 2.) os valores foram maiores em relação a todos os outros horários. Não houve efeito significativo da interação tratamento x tempo para lactato.

O pH sanguíneo diferiu entre os tempos de coleta ($P=0,0095$), o horário basal (-5min) foi maior em relação aos outros horários após a alimentação, apresentando uma queda a partir de 60min. (Figura 3.). Não houveram diferenças ($P>0,05$) para o consumo de melação ou suplemento sobre o pH sanguíneo, nem na interação tratamento x tempo.

O bicarbonato sanguíneo não apresentou diferenças entre os tratamentos ($P=0,0895$). Todos os horários de coletas permaneceram iguais para essa variável ($P=0,0696$). Não houve interação ($P>0,05$) para tratamento x tempo (Figura 4.).

As concentrações de cálcio, cloreto, potássio e sódio não foram diferentes entre os tratamentos Melação e Suplemento ($P>0,05$) (Tabela 3). Também não houve interação tratamento x tempo em nenhum dos eletrólitos estudados (Figura 5.) (Figura 6.) (Figura 8.). Para tempo cálcio, cloreto e sódio não apresentaram efeito, enquanto o potássio foi significativamente maior em 300min. ($P=0,0003$), diferindo nas concentrações em relação aos outros horários (Figura 7).

Não houve redução da velocidade de consumo ($P>0,05$) no tratamento suplemento em relação ao melação (Tabela 5). Houve efeito de dia coleta na velocidade de consumo ($P=0,0181$) e não houve interação tratamento x dia. A produção fecal não foi alterada pelos tratamentos ($P>0,05$), nem pelos dias de coleta, também não houve interação tratamento x dia. O Dia de coleta e a interação tratamento x dia não apresentaram significância para pH fecal ($P>0,05$), porém o suplemento diminuiu o pH fecal ($P=0,0286$) em comparação com o melação ($5,77 \pm 0,13$ x $6,04 \pm 0,13$, respectivamente).

DISCUSSÃO

Não foram verificadas diferenças em relação a taxa glicêmica comparando a suplementação com melão de cana em relação ao suplemento comercial a base de melão, aminoácidos, vitaminas e minerais. O melão de cana possui em torno de 48% a 53% de açúcares totais (Mordentil et al., 2021) em sua composição predominantemente sacarose (Sipaúba-Tavares et al., 2019). Experimentos com equinos demonstram que a alimentação com açúcar é uma potencial fonte de aumento glicêmico. Açúcares como a dextrose (Jacob et al., 2018) e a combinação melão + dextrose (Meier et al., 2018) aumentaram a glicose em cavalos adultos, idosos e pôneis. O tratamento com o suplemento, a base de melão, possui menor quantidade de sacarose em relação a esse ingrediente *in natura*, entretanto essa menor quantidade de carboidratos não fibrosos, não demonstrou ser significativa em reduzir as concentrações de glicose sérica. Após uma alimentação rica em amido ou açúcar a curva glicêmica tende a ter um aumento nos níveis de glicose, retornando aos níveis basais em até 300 minutos (Bullimore et al., 2000). A sacarose presente no melão é clivada em glicose + frutose no ID dos equinos, a frutose é bem absorvida no intestino delgado dos equinos e rapidamente convertida a glicose diferentemente de outras espécies (Bullimore et al., 2000) (Dyer et al., 2009), essa digestão otimizada aumenta em 60 min. as concentrações desse metabolito em comparação ao período pré-prandial (Vervuert et al., 2004) assim como no presente experimento.

As concentrações médias de lactato foram maiores no tratamento melão em comparação com o suplemento. A maior presença de sacarose diferentemente da glicose afetou a produção de lactato. A frutose, presente no melão, pode ser convertida em lactato pelo fígado e rins dos equinos, além das bactérias produtoras

de lactato que podem metabolizar esse açúcar no estômago e ID (Bullimore et al., 2000). Carboidratos não fibrosos que escapam da digestão no ID podem levar a fermentação no intestino grosso de equinos Milinovic et al. (2008), essa fermentação gera a produção de lactato tanto no intestino anterior quanto no posterior (Suagee et al., 2015). Essas concentrações elevadas de açúcar levaram as diferenças entre os dois tratamentos e o pico de lactato 60 min após a alimentação.

Quedas no pH no intestino grosso são descritas em dieta com alto açúcar (Milinovic et al., 2008; Suagee et al., 2015). O metabolismo equino tende a acumular ácidos no líquido cecal quando a taxa de produção supera a taxa de absorção pelo epitélio do intestino grosso reduzindo o pH do meio (Cipriano-Salazar et al., 2019). Apesar desses achados a maior concentração de sacarose do melado não representou decréscimo no pH sanguíneo dos animais e não alterou as concentrações de bicarbonato no sangue. No presente estudo, o pH fecal no tratamento com o suplemento a base de melado foi menor em relação ao tratamento com melado, teoricamente a menor quantidade de açúcar no suplemento geraria uma menor fermentação e produção de ácidos.

O suplemento com a presença de minerais na composição não alterou as concentrações dos eletrólitos estudados e estiveram dentro dos valores de referência propostos por Hughes e Bardell (2019) (Na^+ , 133–141 mmol/L; K^+ , 3.05–4.65 mmol/L; Ca^{2+} , 1.34–1.72 mmol/L; Cl^- , 100–110 mmol/L). Martins et al. (2014) suplementaram cavalos após quatro horas de alimentação com cloreto de sódio, cloreto de potássio, cloreto de cálcio e cloreto de magnésio e não verificaram aumentos nas concentrações sanguíneas de eletrólitos. Walker e Collins (2017) encontraram interações significativas entre a suplementação de equinos e três níveis de exercícios, nesse experimento diferiram as concentrações de potássio e

sódio, mas não as de cloreto. No presente estudo as concentrações de potássio foram maiores em 300min. após a alimentação, devido a absorção desse eletrólito através de difusão.

A velocidade de consumo não foi alterada significativamente com a substituição do melaço de cana por um suplemento base de melaço, apesar da menor concentração do xarope em sua composição. O melaço de cana líquido é utilizado em rações comerciais aumentando a aceitabilidade do material pelos animais e aumentando a velocidade de consumo (Gunkel et al., 2015). Os equinos têm preferência gustativas por um sabor doce nas dietas (Janczarek et al., 2018). Os dados evidenciam que não são necessárias altas doses de melaço nas dietas para manter o consumo dos animais.

A produção fecal não foi alterada pelo consumo do suplemento em relação ao melaço. A baixa concentração de MS em 30mL por kg/PC não foi suficiente para alterar essa variável.

CONCLUSÃO

A ingestão de minerais no suplemento estudado não demonstra ser capaz de alterar as concentrações de eletrólitos sanguíneos. A glicemia não diminuiu significativamente com a menor concentração de sacarose no suplemento. A fermentação no intestino grosso, porém é alterada com a suplementação comercial com pH fecal e lactato sanguíneo sendo alterados.

REFERÊNCIAS

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

AOAC. Official methods of analysis, 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD. 2000.

Bullimore, S. R., Pagan, J. D., Harris, P. A., Hoekstra, K. E., Roose, K. A., Gardner, S. C., & Geor, R. J. (2000). Carbohydrate supplementation of horses during endurance exercise: comparison of fructose and glucose. *The Journal of nutrition*, 130(7), 1760-1765.

Cipriano-Salazar, M., Adegbeye, M. J., Elghandour, M. M., Barbabosa-Pilego, A., Mellado, M., Hassan, A., & Salem, A. Z. (2019). The dietary components and feeding management as options to offset digestive disturbances in horses. *Journal of equine veterinary science*, 74, 103-110.

Dyer, J., Al-Rammahi, M., Waterfall, L., Salmon, K. S., Geor, R. J., Bouré, L., ... & Shirazi-Beechey, S. P. (2009). Adaptive response of equine intestinal Na⁺/glucose co-transporter (SGLT1) to an increase in dietary soluble carbohydrate. *Pflügers Archiv-European Journal of Physiology*, 458, 419-430.

Frank, N., Geor, R. J., Bailey, S. R., Durham, A. E., & Johnson, P. J. (2010). Equine metabolic syndrome. *Journal of veterinary internal medicine*, 24(3), 467-475.

Gobesso, A. A. O., Etchichury, M., de Freitas Jr, J. E., Rennó, F. P., & Tosi, H. (2015). Evaluation of Pre-Cecal, Ileal Digestibility and Glycemic Response in Fistulated Horses Fed with Different Starch Sources. *Food and Nutrition Sciences*, 6(01), 151.

Gunkel, CD, Douthit, TL, Murray, LW, & Drouillard, JS (2015). Concentrações de glicose intersticial ao longo do tempo em cavalos alimentados com ração doce ou um suplemento em bloco à base de melão e baixa umidade. *The Professional*

Animal Scientist, 31 (2), 175-183.

Harris, P. A., Ellis, A. D., Fradinho, M. J., Jansson, A., Julliand, V., Luthersson, N., ... & Vervuert, I. Review: Feeding conserved forage to horses: recent advances and recommendations. *Animal*. 2017; 11 (6): 958–967.

Hill, J. (2007). Impacts of nutritional technology on feeds offered to horses: A review of effects of processing on voluntary intake, digesta characteristics and feed utilisation. *Animal Feed Science and Technology*, 138(2), 92-117.

Hydock, K. L., Nissley, S. G., & Staniar, W. B. (2014). A standard protocol for fecal pH measurement in the horse. *The Professional Animal Scientist*, 30(6), 643-648.

Hughes, Jodie; Bardell, David. Determination of reference intervals for equine arterial blood-gas, acid-base and electrolyte analysis. *Veterinary anaesthesia and analgesia*, v. 46, n. 6, p. 765-771, 2019.

Jacob, S. I., Geor, R. J., Weber, P. S. D., Harris, P. A., & McCue, M. E. (2018). Effect of age and dietary carbohydrate profiles on glucose and insulin dynamics in horses. *Equine veterinary journal*, 50(2), 249-254.

Janczarek, I., Wilk, I., Pietrzak, S., Liss, M., & Tkaczyk, S. (2018). Taste preferences of horses in relation to their breed and sex. *Journal of equine veterinary science*, 64, 59-64.

Martins, J. A., Ramos, M. T., Miranda, A. C. T., Dimache, L. A. G., Silva, A. T., Azevedo, J. F., ... & Almeida, F. Q. (2014). Blood and urinary variables in horses supplemented with electrolytes. *Comparative Exercise Physiology*, 10(2), 123-130.

Meier, A. D., De Laat, M. A., Reiche, D. B., Pollitt, C. C., Walsh, D. M., McGree, J. M., & Sillence, M. N. (2018). The oral glucose test predicts laminitis risk in ponies fed a diet high in nonstructural carbohydrates. *Domestic Animal Endocrinology*, 63, 1-9.

Merediz, E. F. C., Dyer, J., Salmon, K. S. H., & Shirazi-Beechey, S. P. (2004). Molecular characterisation of fructose transport in equine small intestine. *Equine veterinary journal*, 36(6), 532-538.

Milinovich, G. J., Burrell, P. C., Pollitt, C. C., Klieve, A. V., Blackall, L. L., Ouwerkerk, D., ... & Trott, D. J. (2008). Microbial ecology of the equine hindgut during oligofructose-induced laminitis. *The ISME journal*, 2(11), 1089-1100.

Mordenti, A. L., Giaretta, E., Campidonico, L., Parazza, P., & Formigoni, A. (2021). A review regarding the use of molasses in animal nutrition. *Animals*, 11(1), 115.

NRC (National Research Council). *Nutrient requirements of horses*. 6.ed. Washington, D.C.:National Academic Press. 2007.

Pratt-Phillips, S. E., & Lawrence, L. M. (2013). Nutrition of the performance horse. *The Athletic Horse*, 34-55.

Sipaúba-Tavares, L. H., Tedesque, M. G., & Scardoeli-Truzzi, B. (2019). Evaluation of the effects of sugarcane molasses as a carbon source for *Ankistrodesmus gracilis* and *Haematococcus pluvialis* (Chlorophyceae). *Brazilian Journal of Biology*, 80, 594-600.

Suagee, J. K., Splan, R. K., Swyers, K. L., Geor, R. J., & Corl, B. A. (2015). Effects of high-sugar and high-starch diets on postprandial inflammatory protein concentrations in horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 35(3), 191-197.

Van Soest, P. V., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*, 74(10), 3583-3597.

Vervuert, I., Coenen, M., & Bichmann, M. (2004). Comparison of the effects of fructose and glucose supplementation on metabolic responses in resting and exercising horses. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 51(4), 171-177.

Walker, E. J., & Collins, S. A. (2017). The effect of exercise intensity and use of an electrolyte supplement on plasma electrolyte concentrations in the Standardbred horse. *Canadian Journal of Animal Science*, 97(4), 668-672.

ANEXOTabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais (g/kg MS⁻¹).

Nutrientes	Feno	Ração	Melaço de Cana Líquido
MS	872,35	881,34	795,2
MM	93,82	103,69	67,0
PB	80,30	142,63	-
EE	11,24	41,59	5,6
FDN	836,93	229,90	-
FDA	469,50	43,00	-
ED (Mcal/kg)	1,79	3,83	-
HEM	367,43	186,90	-
AMIDO	-	412,24	1,7
BRIX 20°C	-	-	747,5

MS – matéria seca; MM- matéria mineral; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; FDN – fibra em detergente neutro; FDA – fibra em detergente ácido; ED – energia digestível; CNF – carboidratos não fibrosos; HEM – hemicelulose; BRIX – grau brix.

Tabela 2. Níveis de garantia do suplemento Líquida Equinos® (Kg).

Nutrientes	Líquida Equinos®
Leucina	2000mg
Lisina	30g
Metionina	12g
Treonina	18g
Triptofano	7000mg
Valina	14g
Cálcio	20g
Cobalto	10mg
Cobre	910mg
Cromo	4,5mg
Fósforo	10,4g
Magnésio	2000mg
Manganês	150mg
Potássio	7000mg
Selênio	4mg
Sódio	4200mg
Zinco	2500mg
Vitamina A	14500 UI
Vitamina E	5000 UI

UI= unidades internacionais

Tabela 3. Concentrações médias de glicose, lactato e pH e bicarbonato sanguíneo em equinos suplementados com melão de cana ou suplemento comercial com aminoácidos, vitaminas e minerais.

Itens	Melão	Suplemento	Valor de <i>P</i>		
			Tratamento	Tempo	Trat x Tempo
Glicose	120,60 ± 7.21	115,23 ± 7.21	0,2960	<0,0001	0,9415
Lactato	0,90 ± 0,05 ^a	0,79 ± 0,05 ^b	0,0242	<0,0001	0,5509
pH	7,41 ± 0.004	7,40 ± 0.004	0,1170	0,0095	0,8460
HCO ₃ ⁻	31,44 ± 0.69	30,37 ± 0.69	0,0895	0,0696	0,9688

Glicose = mg/dL; lactato = mmol/l; HCO₃⁻ = mmol/l. Letras minúsculas diferentes nas linhas diferem significativamente entre si (P<0,05).

Tabela 4. Concentrações médias de cálcio, cloreto, potássio e sódio em equinos suplementados com melão de cana ou suplemento comercial com aminoácidos, vitaminas e minerais

Itens	Melão	Suplemento	Valor de <i>P</i>		
			Tratamento	Tempo	Trat x Tempo
Ca ²⁺	1,4293 ± 0,02	1,4643 ± 0,02	0,2087	0,0511	0,9933
Cl ⁻	104,60 ± 0,53	104,88 ± 0,53	0,6621	0,5661	0,9915
K ⁺	3,72 ± 0,12	3,69 ± 0,12	0,6932	0,0003	0,7864
Na ⁺	136,31 ± 0,39	136,02 ± 0,39	0,4884	0,8513	0,9787

Ca²⁺ = mmol/l; Cl⁻ = mmol/l; K⁺ = mmol/l; Na⁺ = mmol/l.

Tabela 5. Velocidade de consumo, produção fecal e pH fecal em equinos suplementados com melão de cana ou suplemento comercial com aminoácidos, vitaminas e minerais

Itens	Melaço	Suplemento	Valor de <i>P</i>		
			Tratamento	Dia	Trat x dia*
Velocidade de consumo	36,33 ± 5,49	37,53 ± 5,49	0,2557	0,0181	0,8894
Produção fecal	11,04 ± 0,40	11,03 ± 0,40	0,9901	0,3644	0,9185
pH fecal	6,04 ^a ± 0,12	5,77 ^b ± 0,13	0,0286	0,8893	0,5160

Velocidade de consumo = minutos; Produção fecal = kg; * pH fecal = tratamento x dia. Letras minúsculas diferentes nas linhas diferem significativamente entre si ($P < 0,05$).

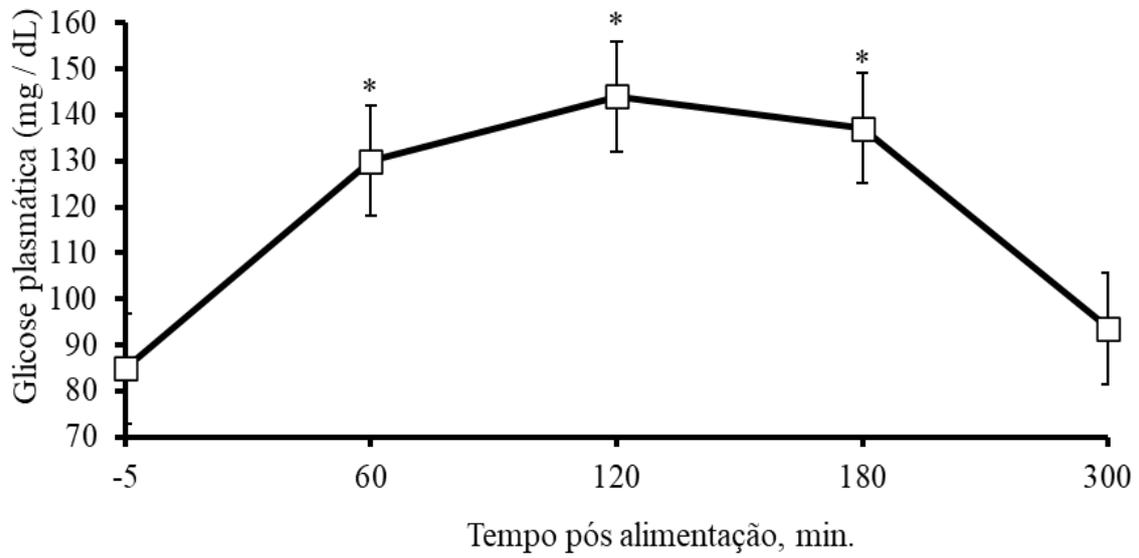


Figura. 1. Efeito do tempo de coleta na concentração de glicose plasmática (mg/dL) em equinos alimentados com concentrado e feno associados ao melaço líquido de cana ou suplemento comercial com aminoácidos, vitaminas e minerais.

Tempo: Coleta antes do fornecimento (-5 min), e tempos após a alimentação (60, 120, 180 e 300 min.).

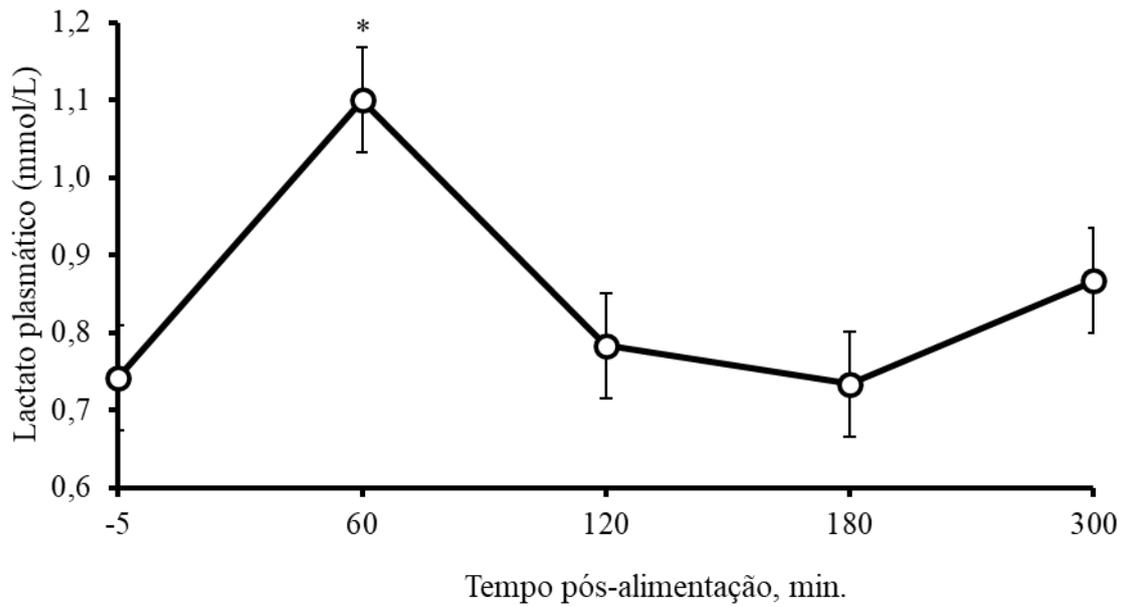


Figura. 2. Efeito do tempo de coleta na concentração de lactato plasmático (mmol/L) em equinos alimentados com concentrado e feno associados ao melaço líquido de cana ou suplemento comercial com aminoácidos, vitaminas e minerais. Tempo: Coleta antes do fornecimento (-5 min), e tempos após a alimentação (60, 120, 180 e 300 min.).

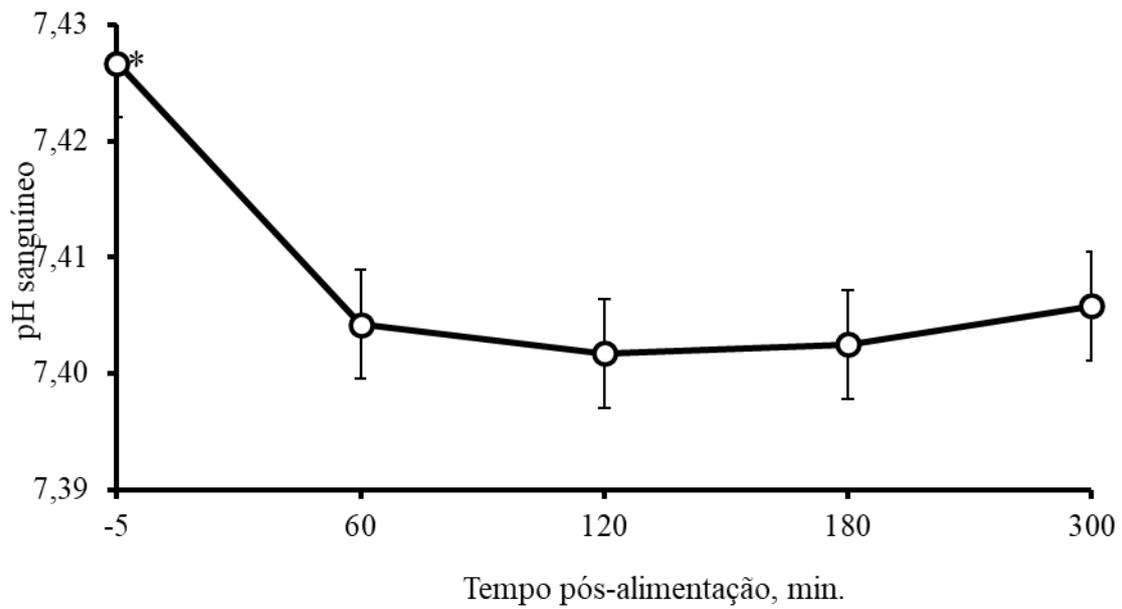


Figura. 3. Efeito do tempo de coleta no pH sanguíneo em equinos alimentados com concentrado e feno associados ao melaço líquido de cana ou suplemento comercial com aminoácidos, vitaminas e minerais.

Tempo: Coleta antes do fornecimento (-5 min), e tempos após a alimentação (60, 120, 180 e 300 min.).

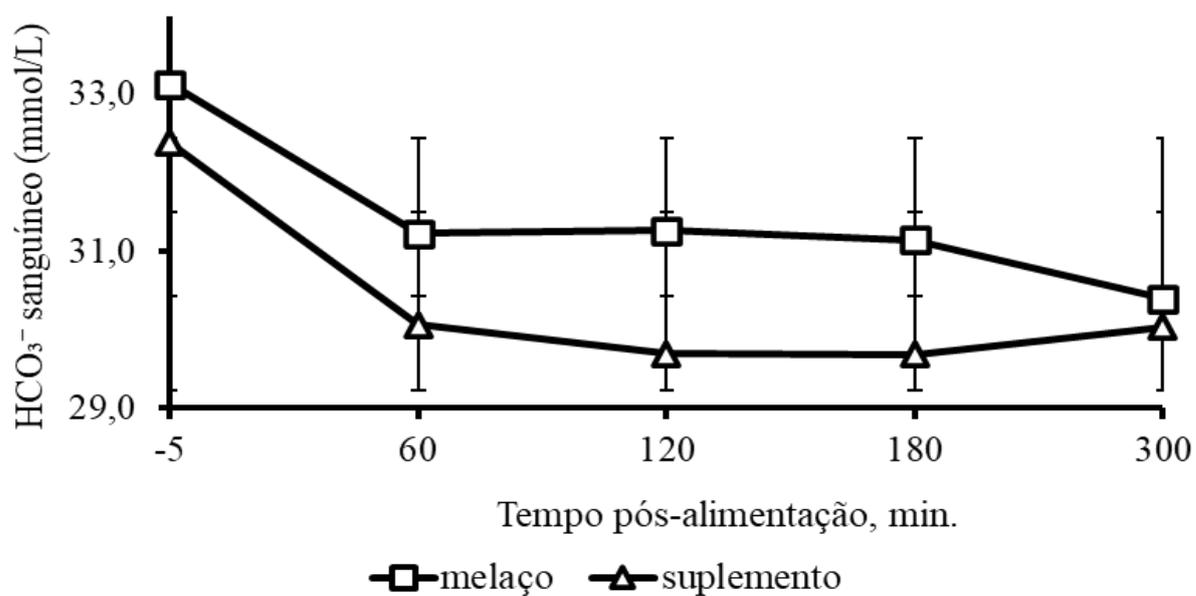


Figura. 4. Efeito do tratamento x tempo de coleta na concentração de bicarbonato sanguíneo (mmol/L) em equinos alimentados com concentrado e feno associados ao melão líquido de cana ou suplemento comercial com aminoácidos, vitaminas e minerais.

Tempo: Coleta antes do fornecimento (-5 min), e tempos após a alimentação (60, 120, 180 e 300 min.).

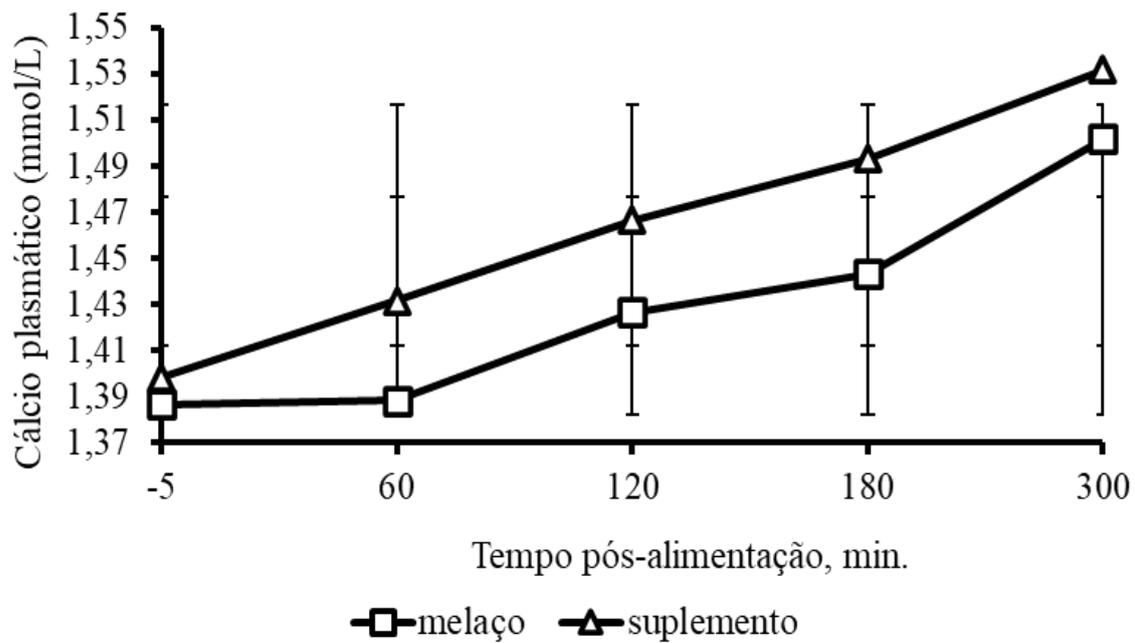


Figura. 5. Efeito do tratamento x tempo de coleta na concentração de cálcio plasmático (mmol/L) em equinos alimentados com concentrado e feno associados ao melação líquido de cana ou suplemento comercial com aminoácidos, vitaminas e minerais.

Tempo: Coleta antes do fornecimento (-5 min), e tempos após a alimentação (60, 120, 180 e 300 min.).

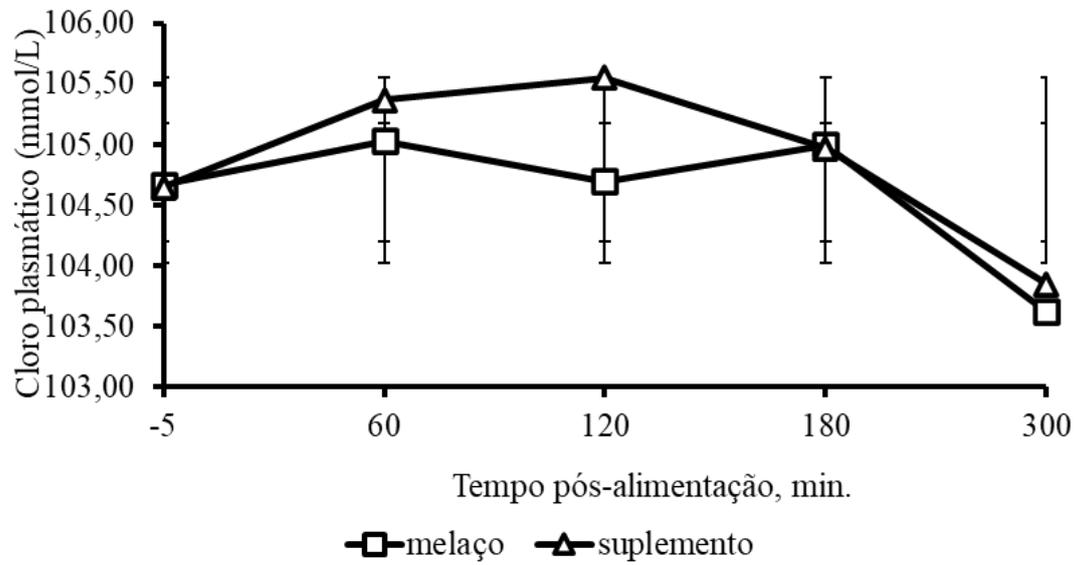


Figura. 6. Efeito do tratamento x tempo de coleta na concentração de cloro plasmático (mmol/L) em equinos alimentados com concentrado e feno associados ao melaço líquido de cana ou suplemento comercial com aminoácidos, vitaminas e minerais.

Tempo: Coleta antes do fornecimento (-5 min), e tempos após a alimentação (60, 120, 180 e 300 min.).

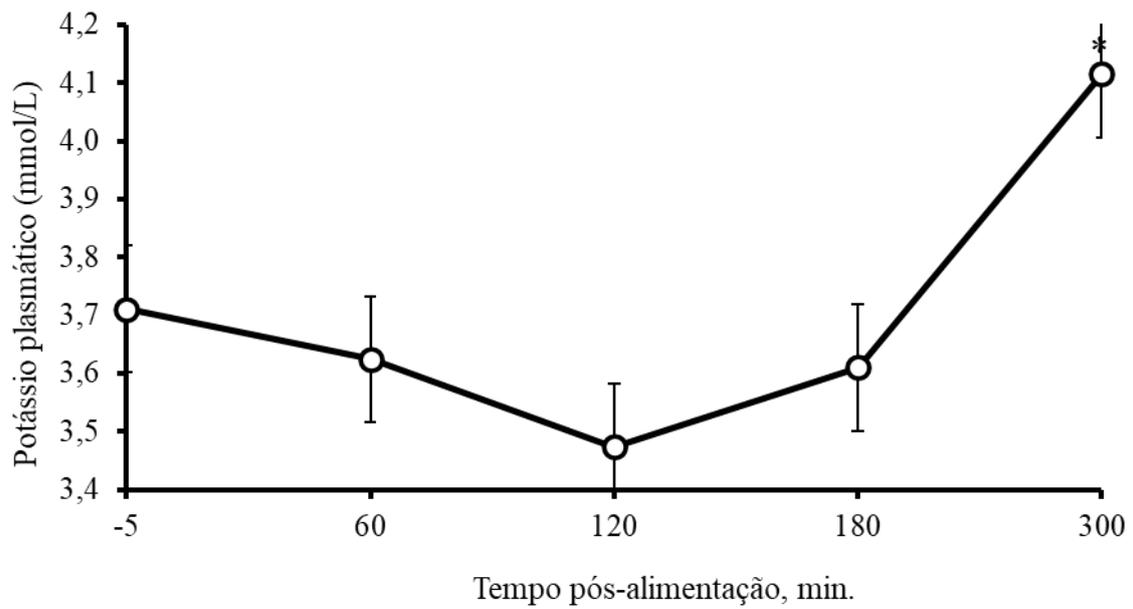


Figura. 7. Efeito do tempo de coleta na concentração de potássio plasmático (mmol/L) em equinos alimentados com concentrado e feno associados ao melaço líquido de cana ou suplemento comercial com aminoácidos, vitaminas e minerais. Tempo: Coleta antes do fornecimento (-5 min), e tempos após a alimentação (60, 120, 180 e 300 min.).

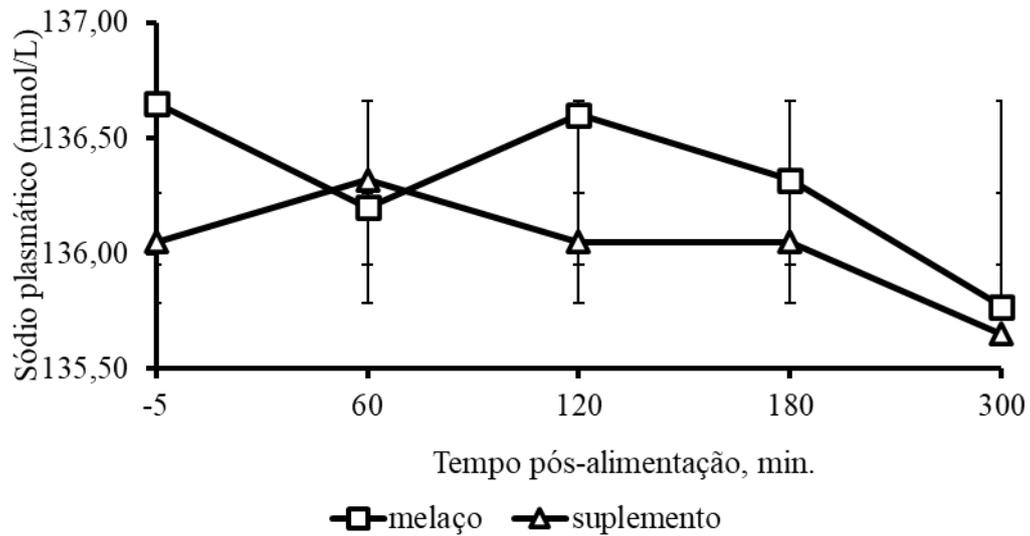


Figura. 8. Efeito do tratamento x tempo de coleta na concentração de sódio plasmático (mmol/L) em equinos alimentados com concentrado e feno associados ao melão líquido de cana ou suplemento comercial com aminoácidos, vitaminas e minerais.

Tempo: Coleta antes do fornecimento (-5 min), e tempos após a alimentação (60, 120, 180 e 300 min.).

Suplementação com aminoácidos sobre o metabolismo proteico de equinos

Uriel de Almeida Curcio¹, Gumercindo Lorian Franco¹

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

RESUMO – O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da ingestão de um suplemento com aminoácidos, vitaminas e minerais em comparação com o melaço de cana líquido sobre o metabolismo proteico de equinos. O delineamento experimental foi o crossover com 2 tratamentos, 6 animais e dois períodos experimentais. Os tratamentos consistiam na suplementação com 30ml por kg/PC de um suplemento à base de melaço com aminoácidos, vitaminas e minerais ou no melaço de cana líquido na mesma concentração. Foram utilizados 6 cavalos machos, castrados, da raça Pantaneiro, com peso médio 395 ± 41 kg e idade 10 ± 4 anos. Os animais eram alimentados ainda com 0,5 kg MS/100 kg PC de concentrado comercial e 1,2 kg MS/100 kg PC de feno. As coletas para bioquímica sérica e volume de urina foram realizadas em períodos experimentais de 20 dias. Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para nenhuma das variáveis estudadas (AST, GGT, ALT, creatinina, ureia, proteína total, albumina, globulina e volume de urina). As variáveis estudadas sugerem que a suplementação com aminoácidos não teve efeito sobre o metabolismo proteicos dos animais.

Palavras-chave – aminoácidos, proteína, ureia, urina;

ABSTRACT – The objective of this study was to evaluate the effect of ingesting a supplement with amino acids, vitamins and minerals compared to liquid sugarcane molasses on the protein metabolism of horses. The experimental design was crossover with 2 treatments, 6 animals and two experimental periods. Treatments consisted of supplementation with 30ml per kg/BW of a molasses-based supplement with amino acids, vitamins and minerals or liquid sugarcane molasses at the same concentration. Six castrated male horses of the Pantaneira breed were used, with an average weight of 395 ± 41 kg and age of 10 ± 4 years. The animals were also fed with 0.5 kg DM/100 kg BW of commercial concentrate and 1.2 kg DM/100 kg BW of hay. Collections for serum biochemistry and urine volume were carried out in experimental periods of 20 days. There was no significant effect ($P > 0.05$) for any of the variables studied (AST, GGT, ALT, creatinine, urea, total protein, albumin, globulin and urine volume). The variables studied suggest that amino acid supplementation had no effect on the protein metabolism of the animals.

Keywords – amino acids, protein, urea, urine;

INTRODUÇÃO

Equinos de vida livre se desenvolveram em campos na natureza onde as forrageiras naturais eram sua principal fonte de alimento. Assim os animais consumiam livremente gramíneas e leguminosas a fim de atender suas exigências proteicas. Atualmente forragens conservadas, grãos de cereais, leguminosas, sementes e alimentos compostos compõe fontes de proteínas para equinos estabulados e em exercício (Bockish et al., 2023).

Os cavalos geralmente são superalimentados com proteínas nas dietas atuais, principalmente pela inclusão de farelos ou feno de leguminosas (Mok e Urshel, 2020). As exigências de proteína para animais adultos não demonstram que os equinos são animais que necessitam de grandes quantidades de proteína. Entretanto os animais parecem ser mais sensíveis a qualidade da composição proteica do que a quantidade de PB na dieta (NRC, 2007).

Dietas com menores concentrações de PB e enriquecidas com aminoácidos demonstram não trazer prejuízo ao status proteico dos animais (Graham-Thiers et al., 2000). Outros experimentos verificaram que a redução de PB e adição de aminoácidos a dieta pode suportar um melhor crescimento de potros em condições de forragem de baixa qualidade (Staniar et al., 2001). O enriquecimento da dieta com aminoácidos em forragens de baixa qualidade ainda pode interferir na composição corporal dos animais (Much et al., 2020).

O objetivo deste estudo foi verificar se um suplemento a base de melação enriquecido com aminoácidos, vitaminas e minerais poderia alterar o metabolismo proteico dos animais em comparação com o melação de cana.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), localizado em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil (20°30'37.5"S 54°37'13.6"W), no Laboratório de Metabolismo Animal.

Seis cavalos machos castrados, com idade 10 ± 4 anos, da raça Pantaneira, com PC médio de 395 ± 41 kg foram utilizados no estudo. Os animais foram examinados clinicamente, assegurando as condições de saúde antes do experimento. Realizaram-se pesagens no 1º, 8º e 15º dias dos períodos, às 6h, para ajuste das dietas experimentais. As baias eram individuais, porém possibilitavam o contato visual entre os cavalos, possuíam 2,5m x 4,0m, piso de concreto onde era adicionada maravalha e retirada no período de coleta de dados, possuíam ainda bebedouros automáticos, cocho onde eram ofertado feno, concentrado e os tratamentos.

O experimento foi desenhado em um crossover, com dois tratamentos, seis animais e dois períodos. Três animais foram sorteados para o grupo MELAÇO e os outros três para o grupo AMINOÁCIDOS, no segundo período os tratamentos foram invertidos, sendo que os seis animais consumiram os dois tratamentos. O período experimental continha 20 dias de duração, 14 dias de adaptação e 6 dias de colheita de dados. Entre os períodos experimentais os animais passaram por WASH OUT, período em que foram soltos em piquetes e alimentados apenas com feno.

As dietas atendiam as exigências de um equino adulto em atividade física leve (NRC, 2007). Nos dois tratamentos MELAÇO ou AMINOÁCIDOS os cavalos recebiam 30mL/100kg de PC de melação de cana líquido [*Saccharum officinarum*

(L.)] (Tabela 1) ou de suplemento comercial Líquida equinos®, respectivamente (Tabela 2.). A base da alimentação consistia em 1,2 kg MS/100 kg de PC de feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) dividida em dois horários 7h e 17h e 0,5 kg MS/100 kg PC de alimento concentrado (ração comercial Servsal ração equino®) e fornecidos às 7h.

Os animais eram submetidos diariamente a deslocamento, conduzidos pelo cabresto, por 60 minutos diários, divididos em 30 minutos às 10h e 30 minutos às 16h. A frequência cardíaca gerada pela atividade era até 70 bpm aferida por monitor cardíaco digital integrado a GPS (Garmin Forerunner 910XT®) (Allen et al. 2016). A atividade física caracterizava exercício leve segundo o NRC (2007).

Os alimentos utilizados no experimento passaram por análise química por metodologia descrita pela AOAC (2000), para matéria seca (MS) (AOAC, 930.15), proteína bruta (PB) (AOAC, 976.05), matéria mineral (MM) (AOAC, 942.05) e extrato etéreo (EE) (AOAC, 920.39), e Van Soest (1991) para fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).

No 15º dia após a pesagem, 2h antes alimentação (7h), foram implantados cateteres (1.8 x 2.35 mm /12G, Braun) na veia jugular esquerda, em todos os animais. Antes das coletas os cateteres foram lavados com solução fisiológica com heparina sódica a 0,1%.

Para determinações bioquímicas (AST, GGT, ALT, creatinina, proteína total (PT), ureia, albumina e globulina) coletou-se sangue com seringa com heparina e tubo a vácuo, modelo vacuette, contendo heparina de lítio. As variáveis foram coletadas por punção jugular 5 minutos antes da alimentação dos animais com o concentrado e os tratamentos. As variáveis bioquímicas foram analisadas por meio do kit (Roche Diagnostics) para analisador químico COBASTM C111 (Roche

Diagnostics).

No 20^o foi determinado o volume de urina produzido por cada cavalo, foram colocados coletores de urina nos animais, este possuía mangueira acoplada e após a micção era armazenada em recipientes fechados. Cada recipiente possuía 25mL de HCl 5M, a cada 12h foi realizada a mensuração do volume produzido e somado no final conforme descrito por (Pimentel et al. 2009).

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o procedimento GLIMMIX do SAS University (2016). AST, GGT, ALT, creatinina, proteína total, ureia, albumina, globulina, globulina x albumina e volume de urina foram analisadas usando uma ANOVA. Quando foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) as médias foram comparadas utilizando teste Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS

O consumo do suplemento com aminoácidos não alterou as concentrações da enzima AST em relação ao melaço de cana líquido ($P > 0,05$). Não houve diferenças significativas nas concentrações de GGT entre os tratamentos. A ALT também não foi alterada em função do consumo do suplemento com aminoácidos.

Não houve aumento das concentrações de creatinina com a suplementação com aminoácidos. A ureia sérica não foi afetada pelo consumo do suplemento ($P > 0,05$). Os níveis de proteína total não foram diferentes entre os dois tratamentos ($P > 0,05$). Outras variáveis como Albumina, globulina e a relação albumina x globulina também não tiveram efeito significativo quando alimentados com melaço de cana ou suplemento com aminoácidos ($P > 0,05$).

O volume de urina de urina excretado pelos animais não sofreu alteração significativa entre os tratamentos MELAÇO e AMINOACIDOS. O tempo de coleta não

interferiu nos volumes de urina excretados. A interação tratamento x tempo também não foi significativa para essa variável ($P > 0,05$).

DISCUSSÃO

Não foram verificados aumentos das enzimas AST, GGT e ALT com a suplementação com aminoácidos em relação ao grupo controle. Essas enzimas são marcadores de doenças hepáticas e danos musculares durante exercício (Dockalova et al., 2021). Os dados demonstram que a adição de aminoácidos não apresentou risco metabólico aos equinos. AST, GGT e ALT, assim como no presente estudo, não demonstraram ser alteradas em função da alimentação quando cavalo receberam feno e concentrado, sendo parte da aveia do concentrado, substituída por farelo de soja (Greppi et al., 1996). AST também não foi alterada quando cavalos receberam níveis crescentes de proteína na dieta (7%, 9%, 11% e 13%) (Oliveira et al., 2014).

Não houve efeito significativo da alimentação com aminoácidos sobre a creatinina. A creatinina é descrita como indicador de problemas renais e musculares (Galen et al., 2022). Outros estudos também não verificaram aumento nas concentrações de creatinina quando cavalos foram ofertados níveis crescentes de proteína na dieta (Graham-Thiers et al., 2000) (Oliveira et al., 2014).

A ureia não teve efeito com a suplementação com aminoácidos. A ureia é utilizada como critério de avaliação da qualidade proteica da dieta, visto que concentrações elevadas indicam excesso de proteína. Outros experimentos verificaram a que a ureia no sangue foi maior conforme aumentada as concentrações de N na dieta (Graham-Thiers e Bowen, 2011).

O consumo de aminoácidos não aumentou os valores de proteína total,

albumina, globulina e a relação albumina/globulina. Graham-Thiers et al. (2000) não encontraram diferenças na albumina e proteína total avaliando status proteico em relação a dietas com menor %PB e adição de aminoácidos, em equinos em condicionamento e exercício. Staniar et al. (2001) também não encontraram diferenças significativas para albumina, proteína total. Graham-Thiers et al. (2005) ao alimentar cavalos com dois níveis de PB na dieta não encontraram diferenças em proteína total e albumina no sangue. A suplementação com aminoácidos ou mesmo maiores níveis de proteína bruta na dieta demonstram ter pouca influência no aumento das variáveis estudadas.

O volume de urina excretado também não foi afetado pela suplementação com aminoácidos. Volumes maiores poderiam ser esperados com a suplementação com aminoácidos se estivessem ocorrendo sua transformação em ureia e excreção na urina. Outros parâmetros são necessários para afirmar se está ocorrendo o aproveitamento pelo metabolismo ou a excreção.

CONCLUSÃO

A suplementação com aminoácidos demonstrou não ter efeito sobre as variáveis estudadas, porém ainda são necessários mais estudos para definir se essa estratégia alimentar tem efeito positivo sobre o metabolismo proteico de equinos.

REFERÊNCIAS

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

AOAC. Official methods of analysis, 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD. 2000.

Bockisch, F., Taubert, J., Coenen, M., & Vervuert, I. (2023). Protein Evaluation of Feedstuffs for Horses. *Animals*, 13(16), 2624.

Dockalova, H., Zeman, L., & Horky, P. (2021). Influence of milk thistle (*Silybum marianum*) seed cakes on biochemical values of equine plasma subjected to physical exertion. *Animals*, 11(1), 210.

Galen, G. V., Olsen, E., & Siwinska, N. (2022). Biomarkers of kidney disease in horses: a review of the current literature. *Animals*, 12(19), 2678.

Graham-Thiers, P. M., Kronfeld, D. S., Kline, K. A., Sklan, D. J., & Harris, P. A. (2000). Protein status of exercising Arabian horses fed diets containing 14% or 7.5% crude protein fortified with lysine and threonine. *Journal of Equine Veterinary Science*, 20(8), 516-521.

Graham-Thiers, P. M., & Kronfeld, D. S. (2005). Dietary protein influences acid-base balance in sedentary horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 25(10), 434-438.

Graham-Thiers, P. M., & Bowen, L. K. (2011). Using urinary urea-N as an assessment of protein requirements and protein quality in exercising horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 31(5-6), 273-274.

Greppi, G. F., Casini, L., Gatta, D., Orlandi, M., & Pasquini, M. (1996). Daily fluctuations of haematology and blood biochemistry in horses fed varying levels of protein. *Equine Veterinary Journal*, 28(5), 350-353.

Mok, C. H., & Urschel, K. L. (2020). Amino acid requirements in horses. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33(5), 679.

Much, M. L., Leatherwood, J. L., Zoller, J. L., Bradbery, A. N., Martinez, R. E., Keegan, A. D., ... & Wickersham, T. A. (2020). Influence of diet fortification on body composition and apparent digestion in mature horses consuming a low-quality forage. *Translational Animal Science*, 4(1), 1-9.

NRC (National Research Council). *Nutrient requirements of horses*. 6.ed. Washington, D.C.:National Academic Press. 2007.

Oliveira, C. A., Azevedo, J. F., Miranda, A. C. T., Souza, B. G., Ramos, M. T., Costa, A. P. D., ... & Almeida, F. Q. (2014). Hematological and blood gas parameters' response to treadmill exercise test in eventing horses fed different protein levels. *Journal of Equine Veterinary Science*, 34(11-12), 1279-1285.

Pimentel, R. R. M., Almeida, F. Q. D., Vieira, A. A., Oliveira, A. P. P. D., Godoi, F. N. D., & França, A. B. (2009). Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e balanço hídrico em equinos alimentados com feno de coast-cross em diferentes formas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 1272-1278.

Staniar, W. B., Kronfeld, D. S., Wilson, J. A., Lawrence, L. A., Cooper, W. L., & Harris, P. A. (2001). Growth of thoroughbreds fed a low-protein supplement fortified with lysine and threonine. *Journal of animal science*, 79(8), 2143-2151.

Van Soest, P. V., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*, 74(10), 3583-3597.

ANEXOTabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais (g kg MS⁻¹).

Nutrientes	Feno	Ração	Melaço de Cana Líquido
MS	872,35	881,34	795,2
MM	93,82	103,69	67,0
PB	80,30	142,63	-
EE	11,24	41,59	5,6
FDN	836,93	229,90	-
FDA	469,50	43,00	-
ED (Mcal/kg)	1,79	3,83	-
HEM	367,43	186,90	-
AMIDO	-	412,24	1,7
BRIX 20°C	-	-	747,5

MS – matéria seca; MM- matéria mineral; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; FDN – fibra em detergente neutro; FDA – fibra em detergente ácido; ED – energia digestível; CNF – carboidratos não fibrosos; HEM – hemicelulose; BRIX – grau brix.

Tabela 2. Níveis de garantia do suplemento Líquida Equinos® (Kg).

Nutrientes	Líquida Equinos®
Leucina	2000mg
Lisina	30g
Metionina	12g
Treonina	18g
Triptofano	7000mg
Valina	14g
Cálcio	20g
Cobalto	10mg
Cobre	910mg
Cromo	4,5mg
Fósforo	10,4g
Magnésio	2000mg
Manganês	150mg
Potássio	7000mg
Selênio	4mg
Sódio	4200mg
Zinco	2500mg
Vitamina A	14500 UI
Vitamina E	5000 UI

UI = Unidades Internacionais

Tabela 3. Concentrações médias de AST, GGT e ALT em equinos suplementados com melação de cana ou suplemento comercial com aminoácidos, vitaminas e minerais.

	Melaço	Aminoácidos	Valor de <i>P</i>
AST	252,75 ± 17,65	252,62 ± 17,65	0,9913
GGT	13,80 ± 1,41	10,96 ± 1,41	0,3073
ALT	5,57 ± 0,37	5,18 ± 0,37	0,4748

AST= aspartato aminotransferase (UI/L); GGT = gama glutamiltransferase (UI/L); ALT = alanina aminotransferase (UI/L).

Tabela 4. Concentrações médias de creatinina, ureia, proteína total, albumina, globulina e relação albumina x globulina em equinos suplementados com melação de cana ou suplemento comercial com aminoácidos, vitaminas e minerais.

	Melaço	Aminoácidos	Valor de <i>P</i>
Creatinina	1,32 ± 0,08	1,38 ± 0,08	0,3939
Ureia	25,12 ± 1,10	22,91 ± 1,10	0,2879
Proteína total	6,57 ± 0,23	6,53 ± 0,23	0,8831
Albumina	2,83 ± 0,13	2,88 ± 0,13	0,5965
Globulina	3,72 ± 1,07	3,63 ± 1,07	0,6165
Alb x Glob	0,78 ± 0,07	0,81 ± 0,07	0,6086

Creatinina = g/dL; Ureia = mg/dL; Proteína total = g/dL; Albumina = g/dL; Globulina = g/dL.

Tabela 5. Produção de urina em equinos suplementados com melação de cana ou suplemento comercial com aminoácidos, vitaminas e minerais.

	Valor de <i>P</i>				
	Melaço	Aminoácidos	Tratamento	Tempo	Trat x tempo
Urina	7,08 ± 4,26	5,63 ± 1,87	0,1792	0,7676	0,6663

Urina = litros