



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA VETERINÁRIA

FERNANDO JORGE RODRIGUES MAGALHÃES

**ÍNDICE GLICÊMICO E METABOLISMO DOS LIPÍDIOS NOS
CAVALOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE
EXTRATO ETÉREO NO CONCENTRADO**

RECIFE – PE
2011

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA VETERINÁRIA

FERNANDO JORGE RODRIGUES MAGALHÃES

**ÍNDICE GLICÊMICO E METABOLISMO DOS LIPÍDIOS NOS
CAVALOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE
EXTRATO ETÉREO NO CONCENTRADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Mestre em Ciência Veterinária.

Orientador: Professor Dr. Hélio
Cordeiro Manso Filho

Co-Orientadora: Professora Dra. Maria
Cristina de Oliveira Cardoso Coelho

Recife – Pernambuco
2011

Ficha catalográfica

M188i Magalhães, Fernando Jorge Rodrigues
Índice glicêmico e metabolismo dos lipídios nos cavalos alimentados com diferentes níveis de extrato etéreo no concentrado / Fernando Jorge Rodrigues Magalhães. – 2010.
59 f.: il.

Orientador: Hélio Cordeiro Manso Filho.
Dissertação (Mestrado em Ciência Veterinária) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Medicina Veterinária, Recife, 2011.
Inclui referências e anexo.

1. Equino 2. Inclusões de óleos nos concentrados
3. Bioquímica 4. Glicose I. Manso Filho, Hélio Cordeiro, orientador II. Título

CDD 636.10892

*Dedico a minha mãe **Waldete Rodrigues Magalhães**
por todo apoio e amor incondicional que me é dado.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me dar forças todos os dias para lutar pelo meu melhor e por permitir a conclusão deste mestrado.

A minha família em especial ao meu tio Fernando Antônio Magalhães de Souza e Múcio Magalhães que sempre acreditaram nas minhas conquistas.

Ao meu irmão Jorge Henrique Rodrigues Magalhães por todo amor e parceria comigo.

A minha noiva Nathalia Ianatoni Camargo, por toda paciência e amor que tem por mim, me apoiando sempre nas horas mais difíceis. Amo-te muito meu anjo.

Ao meu Orientador Hélio Cordeiro Manso Filho que se mostra mais que um orientador e sim um irmão mais velho cujo qual sempre seria muito grato.

A minha eterna “Orientadora” Maria Cristina de Oliveira Cardoso Coelho, professora que sempre me ajudou a traçar o melhor na vida acadêmica e profissional.

A Professora Dra. Helena Emília Manso por todo apoio e paciência que teve comigo durante a execução deste mestrado e pelo fundamental apoio na reta final de elaboração da dissertação.

Ao CNPq por todo aporte financeiro que me foi concedido.

A Clodomir e sua equipe técnica, pelo auxílio na realização de provas bioquímicas.

A Edna Chérias e Tom Menezes e toda a equipe da pós-graduação, pela disponibilidade em atender e ajudar durante todo o curso.

A todos os professores e funcionários que fazem parte da Pós-Graduação em Ciência Veterinária da UFRPE.

A Dra. Fátima Marinho de Souza, coordenadora de saúde do Distrito Estadual de Fernando de Noronha e Yeda Lima Vidal, gerente da Vigilância em Saúde do DEFN por todo o apoio que me foi dado nesta reta final do mestrado.

A toda equipe da Vigilância em Saúde do Distrito Estadual de Fernando de Noronha pela paciência nesta reta final de correções da dissertação.

*“Que os nossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos
de que os grandes prazeres da historia foram conquistados do que
parecia impossível”*

“Charlie Chaplin”

RESUMO

Modificações nas concentrações dos metabólitos sanguíneos no cavalo são importantes indicativos das respostas metabólicas às dietas. Foram determinados os efeitos da ingestão de concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado sob a concentração de parâmetros bioquímicos em cavalos. Foram utilizados cinco equinos e cinco tratamentos (EE 6,5%, EE 12%, EE 14%, EE 20% e o milho triturado), distribuídos aleatoriamente pelo em um fatorial 5x5. Os animais foram adaptados à ingestão dos diferentes tratamentos durante 10 dias e no 11º dia as amostras de sangue foram colhidas após um jejum alimentar de 12 horas através da punção na veia jugular externa em oito ocasiões, para as análises dos metabólitos (glicose [GLIC], proteína plasmática total [PPT], hematócrito [HT], colesterol total [COLE-T], triglicérides [TRIG], ureia [UREIA] e creatinina [CREAT]). Os resultados foram submetidos à análise da variância para medidas repetidas, tanto pelo one-way ANOVA, utilizado nas análises dentro do mesmo concentrado, como pelo two-way ANOVA, para análises entre as rações e as fases, com nível de significância estabelecido em $P < 0,05$, através do programa SigmaStat® 3.0 para Windows®. O método de Tukey ou Dunnett foi utilizado para a comparação múltipla entre as médias, sendo o nível de significância estabelecido em $P < 0,05$. A análise dos resultados demonstrou que a ingestão de rações contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado não modificou a glicemia, não se observou diferenças na [glicose] com os animais em jejum, todavia foram observadas diferenças no pico da [GLIC] após 2 horas de fornecimento do alimento, não foram observadas variações significativas nos demais metabólitos analisados. Conclui-se que essas informações são de grande valia para os veterinários que fazem acompanhamento de equinos, principalmente o atleta, por esse receber grandes quantidades de concentrados energéticos, tentando assim se estabelecer um concentrado que possa fornecer maior energia durante as realizações dos exercícios.

Palavras chave: equino, inclusões de óleo nos concentrados, bioquímica, glicose.

ABSTRACT

Changing the concentrations of blood metabolites in the horse are important indicators of metabolic responses to diets. We determined the effects of ingestion of concentrates containing different percentages of ether extract and ground corn in the concentration of biochemical parameters in horse. Five horses and five treatments (EE 6.5%, EE 12%, EE 14%, EE 20% and corn), randomly assigned in a 5x5 factorial. The animals were adapted to the ingestion of different treatments for 10 days and in 11th day blood samples were drawn after a fasting of 12 hours through the puncture in the jugular vein on eight occasions, for analysis of metabolites (glucose [GLUC]), total plasma protein [PPT], hematocrit [HT], total cholesterol [COLE-T], triglycerides [TRIG], urea [UREA] and creatinine [CREAT]). The results were subjected to analysis of variance for repeated measures, both by one-way ANOVA was utilized for analysis within the same concentrate, as the two-way ANOVA for analysis of diets and stages, with significance set at $P < 0.05$, using the SigmaStat ® 3.0 for Windows ®. The Tukey or Dunnett method was used for multiple comparison between means and the level of significance set at $P < 0.05$. The results showed that intake of diets containing different percentages of ether extract and ground corn did not affect blood glucose, no differences were observed in [glucose] with the fasting animals, but differences were observed at the peak of [GLUC] after 2 hour supply of food, no significant changes were observed in the other metabolites examined. We conclude that such information is of great value to veterinarians who provide follow-up of horses, especially the athlete, for that receive large amounts of concentrated energy, thus trying to establish a concentrate that can provide more energy during the achievements of the exercises.

Keywords: horse, oil inclusions in the concentrates, biochemistry, glucose.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Tratamentos dos cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes níveis de extrato etéreo e ou do milho triturado isoladamente. -----Pg22.

TABELA 2. Quantidade de concentrado fornecido a cada animal por refeição para que todos fossem suplementados com 7,0 Mcal de energia por dia -----Pg23.

TABELA 3: Análise bromatológica dos alimentos que foram fornecidas aos animais experimentais -----Pg26.

LISTA DAS FIGURAS

FIGURA 1: Área sob a curva (AUC) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado -----Pg43

FIGURA 2: Média da concentração plasmática de glicose (mmol/L) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado. -----Pg44

FIGURA 3: Curvas glicêmicas (mmol/L) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado. Não há interação entre a fase da colheita e os concentrados testados para a [Glicose]. -----Pg45

FIGURA 4: Média dos hematócritos (%) de cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado. -----Pg46

FIGURA 5: Curvas do hematócrito (%) de cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado. Não há interação entre a fase da colheita e os concentrados testados para o Hematócrito, %. -----Pg47

FIGURA 6: Média da concentração das proteínas plasmáticas totais em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado -----Pg48

FIGURA 7: Curvas da concentração das proteínas plasmáticas totais (mg/dL) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado. Há interação entre a fase da colheita e os concentrados testados para a [PPT]. -----Pg49

FIGURA 8: Média da concentração de colesterol total em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado. ----
-----Pg50

FIGURA 9: Curvas da concentração de colesterol total (mmol/L) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado. Há interação entre a fase da colheita e o concentrado testado EE 6,5% para a [Colesterol]. -----Pg51

FIGURA 10: Média da concentração de triglicérides (mmol/L) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado. -----Pg52

FIGURA 11: Curvas da concentração de triglicérides (mmol/L) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado. Há interação entre a fase da colheita e o concentrado testado Milho triturado para a [Triglicerides]. -----Pg53

FIGURA 12: Média da concentração de ureia (mmol/L) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado. ----
-----Pg54

FIGURA 13: Curvas da concentração de ureia (mmol/L) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado. Não há interação entre a fase da colheita e os concentrados testados para a [Ureia]. -----
-----Pg55

FIGURA 14: Média da concentração de creatinina ($\mu\text{mol/L}$) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado. -----Pg56

FIGURA 15: Curvas da concentração de creatinina ($\mu\text{mol/L}$) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado. Não há interação entre a fase da colheita e os concentrados testados para a [Creatinina]. -----Pg57

LISTA DAS ABREVIATURAS

AGNE - Ácidos graxos não esterificados

ALB- Albumina

ATP – Adenosina trifosfato

COLE-T – Colesterol total

CREAT – Creatinina

CNE - Carboidratos não estruturais

DZ – Departamento de Zootecnia

EE – Extrato etéreo

ED - Energia Digestível.

FDN - Fibra degradada em detergente neutro

GLIC – Glicose

HT – Hematócrito

IPA - Instituto de Pesquisa Agronômicas do Estado de Pernambuco

MM – Matéria mineral

MS - Matéria seca

NAD - Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo

NADH – Forma reduzida da Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo

PB– Proteína bruta

PPT – Proteínas plasmáticas totais

TRIG – Triglicérides

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco

UREIA – Ureia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1 Animais.....	21
3.2 Local.....	21
3.3 Metodologia.....	21
3.4 Coletas de sangue.....	23
3.5 Processamento das amostras.....	24
3.6 Análise estatística.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Concentração plasmática de glicose.....	26
4.2 Hematócrito.....	29
4.3 Proteína Plasmática Total.....	31
4.4 Colesterol Total.....	32
4.5 Triglicerídeos.....	34
4.6 Uréia e Creatinina.....	35
5 Conclusões.....	36
6 Referências bibliográficas.....	37
7 Anexos.....	43

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos ocorreu um grande aumento do número de competições envolvendo cavalos, sejam eles para as provas de marcha ou para as vaquejadas, em todo o Nordeste. Logo os proprietários de cavalos e técnicos passaram a buscar diferentes métodos de suplementação que favorecesse a performance nessas novas condições de competição, mas sem comprometer o bem-estar animal. Com isso foi introduzido toda uma linha de concentrados para equinos com elevada densidade energética, principalmente com a inclusão de gordura vegetal.

O aparecimento de linhas Premium e Super-premium de concentrados para equinos tem sido uma das maiores novidades no mercado de concentrados nos últimos anos no Brasil. Recentemente a publicação do “Nutrient Requirements of Horses” (NRC 2007) deixou claro a importância da inclusão de óleos e grãos de cereais extrusados e laminados como importantes fontes de energia para os cavalos atletas. Todavia o artigo enfatiza que esses novos concentrados não devem provocar respostas acentuadas da liberação de insulina. Também outros autores têm demonstrado como ocorre a resposta fisiológica de alguns alimentos e concentrados com diferentes níveis de carboidratos solúveis e óleos (WILLIAMS et al., 2001; JOSE-CUNILERAS et al., 2004; KRONFELD et al., 2005; TREIBER et al., 2006), principalmente nos sistema de treinamento e manutenção de cavalos atletas, com grande importância para a prevenção de enfermidades como a laminite e alguns tipos de miosites.

A caracterização do índice glicêmico em equinos, que se baseia na resposta fisiológica da ingestão de alimentos e nas modificações da concentração da glicose sanguínea, A mensuração desta glicose, em animais que se alimentam com concentrados contendo diferentes níveis de extrato etéreo, poderá contribuir para a adoção de práticas de manejo que previnam enfermidades e também contribuam para a performance de animais atleta, com uma menor ingestão de concentrados.

Os objetivos deste trabalho foram:

1- Avaliar os efeitos do fornecimento de concentrados com diferentes concentrações de EE sobre parâmetros bioquímicos, hematológicos;

2- Determinar o perfil bioquímico de lipídios de equinos consumindo diferentes concentrações de EE;

3- Fornecer subsídios para formulação de dietas de cavalos de esporte.

A hipótese a ser testada é a qual o nível de extrato etéreo pode vir a interferir no aumento do índice glicêmico e metabolismos dos lipídeos em equinos arraçados com suplementos com diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O conhecimento sobre nutrição, fisiologia da digestão e resposta fisiológica a diferentes dietas na espécie *Equus caballus* tem sido motivo de muitos trabalhos científicos. O avanço nas descobertas tem encontrado barreiras, principalmente, no que tange ao aproveitamento dos nutrientes oferecidos e metabolismo energético pós-absortivo.

Hintz (1983) relatou que o conhecimento da fisiologia da digestão dos equinos é essencial para práticas nutricionais consistentes. Faz-se necessário conhecer não somente como o aparelho digestório funciona, mas o quão eficiente pode vir a ser.

Tisserand (1988) ressaltou que não estão disponíveis os sistemas específicos para avaliação de alimentos para equinos e muitos países utilizam, como alternativa, tabelas de composição de alimentos, por analogia, de ruminantes. Neste sentido, conhecimento dos mecanismos digestivos tem aumentado consideravelmente com o uso de métodos adequados para avaliação do suprimento de nutrientes. Ensaio de digestibilidade com equinos, através da coleta de fezes, auxiliam a determinação da digestibilidade aparente total, ou seja, oferecem uma ideia de como se comportam os nutrientes ao longo de todo o trato gastrointestinal. Porém, a digestão nos equinos se divide em pelo menos duas: a pré-cecal, cuja ação predominante é a enzimática, e a pós-ileal onde ocorre digestão microbiana (MEYER, 1995).

Conseqüentemente essas diferenças podem influenciar na forma pela qual os nutrientes são absorvidos podendo, inclusive, interferir diretamente na perda de energia digestível (RADICKE et al., 1991).

Estudos indicam que a análise química da composição de carboidratos dos alimentos oferecidos para os equinos pode não ser a melhor forma de prever a resposta glicêmica, por outro lado, a relação entre a glicose e a insulina imediatamente após a alimentação pode ser extremamente importante nesta avaliação (STULL; RODIEK, 1988).

Frape (1992) citou que o tempo de permanência dos alimentos no estômago varia de duas a três horas e Konhke (1992) acrescentou um tempo mínimo de retenção de 20 minutos, limitando a ação de secreções gástricas. Essa velocidade de trânsito,

associada ao pH baixo, restringe a ação da população microbiana na fermentação de açúcares e amido. O grau de digestão proteica no estômago é pequeno. A digestão, no intestino delgado dos equinos é intensa e, predominantemente enzimática. Os principais nutrientes digeridos são proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), amido e açúcares, semelhante à digestão dos monogástricos (HINTZ, 1979; WOLTER, 1981; FRAPE, 1992; KOHNKE, 1992). Wolter (1981) também citou que a parede do intestino delgado é muito musculosa, rígida e ricamente enervada, propiciando a geração de fortes ondas de contração, o que facilitaria a progressão da digesta associada a sua grande fluidez, resultante do sinergismo das secreções salivar, gástrica e, em grande quantidade, pancreática, biliar e entérica. A digesta flui pelo intestino delgado a uma velocidade de 30 cm/minuto, demorando, em média, oito horas para percorrê-lo, dependendo da quantidade de fibra ingerida.

Segundo Hintz (1997), para que um cavalo demonstre todo seu potencial genético no exercício, deve ser alimentado devidamente. Para tal, não se deve esperar um ingrediente mágico e sim utilizar uma dieta balanceada ou, em alguns casos, uma suplementação apropriada que melhore significativamente o seu desempenho.

Um dos fatores que mais influenciam o desempenho dos animais atletas é a exigência energética, que varia diretamente com a necessidade de ATP requerida pelo músculo durante o exercício, sendo oxidados carboidratos e lipídeos.

Quando o exercício passa a ser prolongado a oxidação de lipídeos supera a de carboidratos. A adição de lipídeos na dieta de cavalos aumenta a densidade energética e, ao mesmo tempo, reduz a demanda de concentrado para manter o animal em balanço energético positivo. Este é um ponto importante na alimentação de cavalos atletas, pois a quantidade de alimento não pode ser aumentada. Esta é uma forma de aumentar a densidade energética sem aumentar o incremento calórico, além de evitar a fermentação de grandes quantidades de amido no intestino grosso, o que pode causar desconforto e distúrbios digestivos.

Alguns autores reportaram melhora no desempenho em animais alimentados com óleo. Harkins (1992) observou uma melhora dos tempos em cavalos de corrida, enquanto Eaton (1995) notou que os animais demoravam mais para entrar em fadiga. A adição de óleo à dieta, aparentemente altera o metabolismo dos substratos energéticos nos exercícios aeróbico e anaeróbico. A oxidação de ácidos graxos fornece a maioria da

energia quando o exercício é submáximo e a energia inicialmente gasta é proveniente da glicose sanguínea e das reservas musculares e hepáticas de glicogênio.

Um dos efeitos sugeridos da adaptação ao uso de lipídeos é o aumento na concentração plasmática de ácidos graxos não esterificados (AGNE), com subsequente aumento da oxidação dos mesmos e diminuição no recrutamento da glicose sanguínea e do glicogênio muscular como fonte de energia. Hiney e Potter (1996) sugerem que a taxa da glicólise pode ser diminuída após adaptação da dieta com óleo, atribuída a um aumento da produção de citrato pela oxidação de ácidos graxos.

O aumento de citrato inibe a fosfofrutoquinase, enzima limitante da via glicolítica. A limitação da fosfofrutoquinase irá resultar em acúmulo de glicose-6-fosfato, que se converterá em glicose e glicogênio via “feedback” negativo. O glicogênio é a primeira fonte de energia a ser utilizada durante exercício intenso e as fontes adicionais de glicogênio, provenientes do efeito poupador promovido pelo óleo fornecido na dieta, são utilizadas no exercício anaeróbico e no retardo da fadiga.

Oldham (1990), Harkins (1992) e Jones (1992) utilizando dietas com 10-12% de óleo, encontraram aumento do glicogênio muscular no repouso. Se a adaptação ao óleo aumenta o glicogênio muscular e a sua utilização, isso deveria resultar em aumento de ácido láctico no sangue durante exercício intenso, resultado da glicólise anaeróbica. A oxidação de ácidos graxos também contribui para o aumento de ácido láctico sanguíneo.

O aumento da oxidação de ácidos graxos incrementa a produção de acetil CoA, que, por sua vez, irá inibir a enzima piruvato desidrogenase, causando aumento na concentração de piruvato. O piruvato, em condições de deficiência de oxigênio, será convertido em lactato. Oldham (1990), Eaton (1995) e Taylor et al. (1995) encontraram resultados que concordam com esta afirmação. Oldham (1990) e Marqueze et al. (2001) não observaram aumento significativo entre o ácido láctico antes e após o exercício. Quando as concentrações de ácido láctico são elevadas durante exercício intenso, pequenas diferenças entre as dietas são encontradas.

Diferenças encontradas nas respostas dos animais suplementados com lipídeos podem ser atribuídas à fonte e ao tipo de protocolo experimental. O uso de óleo na dieta de equinos pode influenciar também a glicemia do animal. Pagan et al. (1995) observaram concentrações baixas de glicose sanguínea três horas após a alimentação e aumento da glicemia, seis horas após a alimentação. Dietas com óleo diminuem o pico de glicose e da concentração de insulina após a alimentação e previnem o declínio da

glicemia plasmática após exercício intenso. Ainda não é claro o mecanismo de resposta glicêmica à dieta contendo óleo para cavalos em exercício.

As citações de Marcenac et al. (1990) relatam que o plasma sanguíneo representa a fração do meio interno na qual é fácil fazer as dosagens dos constituintes bioquímicos, visto que estes podem ser obtidos por uma simples tomada de sangue em uma veia superficial. As análises incidem sobre a composição iônica do meio interno, a quantidade dos metabólitos energéticos circulantes e as enzimas, revelando certas lesões celulares. O resultado global do conjunto leva ao que se denomina de “perfil metabólico”, cujas variações são características das modificações fisiológicas ou patológicas.

Neste sentido a mensuração plasmática das enzimas creatina quinase, aspartato aminotransferase e lactato desidrogenase, da glicemia e de lactato permite identificar a contribuição que o substrato alimentar ingerido está proporcionando ao cavalo atleta. A literatura sobre o uso de dietas com óleo para equinos e seu efeito nestes parâmetros mostra-se ainda pouco conclusiva.

Para Guyton (1997), a glicose é o principal combustível celular utilizado pela maioria das células dos organismos para obter energia necessária para a manutenção, reprodução e armazenamento. Devido ao seu papel fundamental, substrato para obtenção de energia, a glicemia é finalmente regulada por uma série de mecanismos hormonais e não hormonais. Estes mecanismos estão diretamente relacionados ao consumo de alimentos, os quais quando digeridos, são absorvidos na forma de glicose (GUYTON, 1997; CUNNINGHAM, 1999). A principal via de armazenamento da glicose no animal é na forma de glicogênio, que pode ser encontrado no fígado (8 %) e no músculo (1-2 %).

De acordo com Mayes (1977), uma parte importante do metabolismo da glicose é a glicólise, que consiste na oxidação da glicose e glicogênio a piruvato ou lactato pela via de Embden-Meyerhof. Em condições de aerobiose, o piruvato formado vai ao ciclo de Krebs, e à cadeia de transporte de elétrons, tendo como produto final 38 ATPs. Em anaerobiose, o piruvato formado é convertido em lactato e se continuar nesta via, formará dois ATPs. Outras rotas possíveis para o lactato são a gliconeogênese (passagem que não é comum, pois a glicólise, mesmo anaeróbica, está ativa) e o ciclo de Cori, que tem como principal função, a manutenção da glicemia.

Um ponto limitante da glicólise é a produção de NADH, que, em aerobiose, seguirá, na via da glicólise, gerando três moléculas de ATP e, em anaerobiose, será reoxidado a NAD, na transformação de piruvato em lactato. Este ponto é importante, pois o desvio do NADH não será utilizado na glicólise, podendo limitar esta via.

Mayes (1977) sugere que a β -oxidação dos lipídeos apresenta um efeito poupador de glicose. Este processo ocorre na matriz mitocondrial e tem como produtos finais ATP e acetil-CoA. O acetil-CoA formado pode ter como destino o ciclo de Krebs, em que será oxidado a CO₂ e água. Alguns tecidos, como os eritrócitos e o sistema nervoso central, dependem do suprimento contínuo de glicose, enquanto os outros tecidos dependem da glicose para a manutenção do ciclo de Krebs. O mesmo autor afirma que corpos cetônicos e ácidos graxos livres poupam a oxidação da glicose no músculo pelo comprometimento de sua entrada na célula, sua fosforilação em glicose-6-fosfato, a reação da fosfofrutoquinase e a descarboxilação do piruvato. Harper (1977) relata que a oxidação de corpos cetônicos e ácidos graxos livres causam aumento na concentração de citrato intracelular, que, por sua vez, inibe a fosfofrutoquinase.

Meyer (1995) comenta que a glicemia de jejum se mantém entre 80 a 100 mg/dL, após refeições ricas em amido ou açúcar pode subir a 150 mg/dL num prazo de duas a três horas. De acordo com Robinson (1992), as concentrações de glicose retornam a valores basais seis horas após a ingestão do alimento, e os valores de glicose sanguínea para animais saudáveis, em jejum, estão entre 71 e 104 mg/dL.

Rankin (1997) sugere que para completar a avaliação do índice glicêmico de um alimento, ou seja, a magnitude da resposta em glicose plasmática após sua ingestão, a concentração plasmática de insulina pode ser um bom indicativo.

Muñoz et al. (2002), trabalhando com diferentes raças submetidas a exercício teste, relataram que a glicemia dos animais da raça Andaluz foi maior entre as raças estudadas, porém não foram observadas diferenças estatísticas entre as raças.

A ureia sérica origina-se da metabolização hepática de compostos nitrogenados e é eliminada do organismo pela urina (FERNANDES; LARSSON, 2000). A creatinina é produzida a partir da decomposição da creatina, um composto nitrogenado utilizado pelas células musculares para estocar energia (STOCKHAM, 1995). A função renal pode ser verificada através da obtenção das concentrações séricas de ureia e creatinina. Também devido à desidratação após realização de exercícios, estes elementos podem se elevar no soro (RIBEIRO et al., 2004).

O aumento sérico apenas de ureia não é forte indicativo de lesão renal, pois pode está relacionado também ao aumento do metabolismo proteico (FERNANDES; LARSSON, 2000). Sticker et al. (1995) observaram uma relação positiva entre níveis de proteína bruta na dieta e concentração de ureia plasmática em cavalos. Oliveira et al. (2002) relataram que aminoácidos oriundos da digestão de farelo de soja em excesso elevam os níveis sanguíneos de ureia, porém Snow et al. (1982) afirmaram que não ocorre elevação pós-prandial em equinos.

A concentração de creatinina sérica varia de acordo com a síntese de creatina e com a quantidade de tecido muscular do animal (STOCKHAM, 1995). A exemplo do que ocorre com a ureia, a creatinina sérica sofre influências de condições pré-renais, como intensa atividade ou alteração muscular e, também devido à hipovolemia que leva à diminuição da filtração glomerular (FERNANDES; LARSSON, 2000). A excreção de creatinina é realizada exclusivamente pela via renal, de forma que níveis altos indicam uma deficiência na função renal e também no caso de hipotensão, desidratação, dano muscular e exercício intenso (CARDOSO, 2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Animais

Foram utilizados cinco animais de raça Puro-Sangue Árabe ou Cruza-Árabe, adultos, com peso aproximado de 400kg. Antes de cada etapa da experimentação os animais foram pesados utilizando-se uma fita de pesagem. A porcentagem de gordura foi determinada conforme especificações (MANSO FILHO et al., 2009).

3.2 Local

O experimento foi conduzido no Setor de Equideocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (DZ -UFRPE), localizado no Município de Recife, Estado de Pernambuco.

3.3 Metodologia

Os animais foram distribuídos em cinco tratamentos (Tabela 1), recebendo uma quantidade de concentrado equivalente a 3,5 Mcal*, do produto com diferentes níveis de extrato etéreo em cada uma das refeições (08:00 e 17:00 horas). Eram mantidos em cochos individuais e devidamente acompanhados pelos supervisores e alunos envolvidos no projeto. Essa suplementação isocalórica forneceu energia para os animais em manutenção média, ou seja, 13,3 Mcal ED, sendo: 50% do concentrado e 50% da forragem (NRC 2007), os animais tiveram livre acesso a água durante toda a realização do experimento.

Na Tabela 2 encontra-se a quantidade que foi fornecida duas vezes ao dia a cada animal. Durante toda a experimentação os animais permaneceram livres nos piquetes e não realizaram exercícios. Devido à utilização de cinco concentrados diferentes, os animais passaram por um período de “wash-out” de 15 dias antes de cada nova rodada de suplementação.

Tabela 1. Tratamentos dos cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes níveis de extrato etéreo e ou do milho triturado isoladamente.

Concentrado	Animal				
	1	2	3	4	5
	A	E	D	C	B
(A) <i>(EE > 14,00%; energia: 3,65Mcal)</i>	B	A	E	D	C
(B) <i>(EE > 12,00%; energia: 3,42Mcal)</i>	C	B	A	E	D
(C) <i>(EE > 8%; energia: 3,45Mcal)</i>	D	C	B	A	E
(D) <i>(EE > 20,00%; energia: 4,35Mcal)</i>	E	D	C	B	A
(E) <i>(EE > 6,50%; energia: 3,20Mcal)</i>					

TRATAMENTOS → A: EE > 14,00%; energia: 3,65Mcal; B: EE > 12,00%; energia: 3,42Mcal; C: EE > 8%; energia: 3,45Mcal; D: EE > 20,00%; energia: 4,35Mcal; E: EE > 6,50%; energia: 3,20Mcal

Tabela 2. Quantidade de concentrado fornecido a cada animal por refeição para que todos fossem suplementados com 3,5 Mcal de energia por dia.

Identificação	Quantidade por animal
	(3,5 Mcal)
(A)	960,0 g
(B)	1.025,0 g
(C)	1000,0 g
(D)	800,0 g
(E)	1.100,0 g

3.4 Coletas de sangue

Os trabalhos foram iniciados às sete horas da manhã, após um jejum de 12 horas, com a coleta de sangue dos animais, por venopunção da jugular com BD Vacutainer Agulhas[®], calibre 40 x 9 mm., em jejum (pré-teste), chamado de tempo (T0). Em seguida, os animais foram alimentados com ração concentrada, meia hora após serem arraçoados foi realizada uma segunda coleta (T1); uma hora após (T2); duas horas após (T3); três horas após (T4); quatro horas após (T5); cinco horas após (T6); seis horas após (T7).

Para cada tempo de coleta, foram utilizados quatro tubos tipo “Vacutainer[®]”, os quais foram: um tubo sem anticoagulante, para obtenção de soro; um tubo contendo fluoreto de sódio (que atua inibindo o consumo de glicose pelos eritrócitos), para obtenção de plasma para a determinação da glicose; um tubo contendo heparina, para pesquisa do hematócrito, o quarto com (k3 EDTA) para triglicérides, colesterol, ureia e creatinina.

3.5 Processamento das amostras

Após a colheita uma alíquota da amostra foi centrifugada para extração do plasma e outras refrigeradas para determinação do hematócrito (%). O plasma obtido a partir da primeira alíquota foi novamente dividido em duas alíquotas, sendo uma imediatamente utilizada para determinação da glicose (mmol/L) e proteína plasmática total (mg/dL), e outra congelada para determinação da concentração da ureia (mmol/L), creatinina (mmol/L), colesterol total (mmol/L) e triglicérides (mmol/L). As determinações da concentração de glicose plasmática ([GLIC]) foram realizadas em aparelho portátil, validado para uso em equinos (ACCU11 CHECK ADVANTAGE II, Roche®) e a concentração das proteínas plasmáticas totais ([PPT]) foi avaliada através da refrotometria. O hemoatócrito (HT) foi caracterizado pela técnica do microhematócrito. As determinações das concentrações de ureia ([UREIA]), creatinina ([CREAT]), colesterol total ([COLE-T]) e triglicérides ([TRIG]) foram realizados através do uso de kits comerciais (DOLLES® Reagente) em equipamento semiautomático (BIO-200F, BioPlus®).

As análises bromatológicas foram realizadas no IPA - Instituto de Pesquisa Agronômicas do Estado de Pernambuco, seguindo as técnicas de rotina para as análises dos alimentos. Todos os técnicos envolvidos com as análises, tanto bioquímicas como bromatológicas, não tiveram acesso nem a distribuição dos animais, assim como aos tratamentos.

3.6 Análise estatística

Os animais foram distribuídos, aleatoriamente, em um fatorial 5x5, sendo que havia cinco tipos de concentrados (concentrado 6,5% EX, concentrado 12,0% EE, concentrado 14,0% EE, concentrado 20,0% EE, e milho triturado) e com cinco animais.

Os resultados foram submetidos à análise da variância para medidas repetidas, tanto pelo one-way ANOVA, utilizado nas análises dentro da mesmo concentrado, como pelo two-way ANOVA, para análises entre as rações e as fases, com nível de significância estabelecido em $P < 0,05$, através do programa SigmaStat® 3.0 para Windows®. O método de Tukey ou Dunnett foi utilizado para a comparação múltipla entre as médias, sendo o nível de significância estabelecido em $P < 0,05$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste experimento refletiram as condições de cada tratamento testado, e, em alguns casos, observaram-se resultados semelhantes aos de Meyer (1995), o qual afirmou ocorrer variações individuais com relação à digestibilidade de um mesmo alimento, causadas pelo comportamento durante a ingestão do alimento (tempo de mastigação), alteração de peristaltismo ou diferenças na produção de enzimas.

Quanto à aceitabilidade, não foi observada nenhuma reação pelos animais em relação a todos os tratamentos, tendo em vista que, nas proporções que eram colocadas, não havia sobras nos comedouros, sendo o concentrado consumido em um prazo de aproximadamente 30 minutos após a colocação nos cochos individuais, e o tempo médio do consumo foi de aproximadamente 17 minutos, demonstrando que os animais estavam bem adaptados aos tratamentos e o volumoso consumido ao longo do dia.

Não ocorreram modificações na massa corporal e na percentagem de gordura ao longo de toda a experimentação ($P > 0,05$). Sendo que a massa corporal média dos animais foi em torno de 400,0 Kg e a percentagem de gordura de aproximadamente 11,5%. Os resultados das análises bromatológicas dos alimentos estão na Tabela 3.

Tabela 3. Análise bromatológica dos alimentos que foram fornecidos aos animais experimentais.

Tratamentos	MS %	PB %	EE %	MM %	FDN %	CNE
(A)	92,6	16,1	14,9	9,1	22,3	37,6
(B)	90,7	16,4	13,7	7,0	38,0	24,9
(C)	89,2	11,7	9,0	2,5	27,4	49,5
(D)	92,3	14,7	17,6	8,3	28,9	30,6
(E)	89,9	16,5	6,5	13,5	34,9	45,1

Observações: MS matéria seca; PB proteína bruta; EE extrato etéreo; MM matéria mineral; FDN fibra degradada em detergente neutro; CNE: carboidratos não estruturais. Cálculo dos CNE: $100 - (PB\% + FDN\% + Umidade\% + EE\% + MM\%)$ (Harris e Geor, 2009).

4.1 Concentração plasmática de glicose

Durante o experimento os valores de glicemia, para todos os animais em jejum, estavam dentro dos valores de glicose sanguínea considerado normal, corroborando com Robinson (1992) o qual afirma que os níveis de glicose retornam ao basal seis horas após a ingestão do alimento, e os valores de glicose sanguínea para animais saudáveis em jejum estavam entre 71 e 104 mg/dL.

Observa-se na figura 1 que não ocorreram diferenças nas áreas sob a curva entre os diferentes concentrados ($P > 0,05$), indicando que o impacto desses alimentos sobre a modificação da [Glicose] é similar entre os produtos e que ainda pode ser constatado pela ausência de diferenças entre as comparações das médias da [Glicose] das rações ($P > 0,05$).

Pela figura 2 observa-se que as diferentes percentagens de EE nos tratamentos não alterou o índice glicêmico dos animais nas condições do atual experimento ($P > 0,05$).

Quanto a avaliação das curvas glicêmicas (Figura 3), observou-se que o pico para os tratamentos com concentrados com EE 14% e EE 12% ocorreu na quinta fase de

coleta (T4), correspondendo há 120 minutos após a administração do concentrado, e aparentemente ao pico de glicose para o tratamento com concentrado com EE 12% foi mais tardio. Quanto ao tratamento com EE 6,5%, o pico de glicose ocorreu na quarta fase da coleta (T3), correspondendo há 90 minutos. O mesmo resultado ocorreu com o tratamento com o concentrado com EE 20% (milho triturado), sendo que este último atingiu um nível mais baixo no nível plasmático de glicose.

A concentração plasmática de glicose após a ingestão de alimento ou resposta glicêmica, pode ser influenciada por vários fatores tais como, o tamanho da partícula, o grau de processamento térmico, a composição em proteína, gordura e fibra do alimento, a estrutura bioquímica e o processo de absorção do carboidrato, o conteúdo e intervalo de tempo da refeição anterior (RALSTON; BAILE, 1982; GUEZENEC, 1995).

Apesar dos tratamentos apresentarem os índices de EE semelhantes, ocorreu uma diferença nos valores da quantidade de carboidratos não estruturais que participaram da digestão pré-cecal; tal fato pode justificar que o concentrado com EE 14% com CNE 37,6 % apresentou o maior pico glicêmico, seguido pelo concentrado com EE 12% com CNE 24,9 % em relação aos outros tratamentos.

O concentrado com EE 9,0% (milho) demonstrou o seu pico de [GLIC] na quarta fase de coleta (T4), sendo que este tratamento obteve o menor índice de [GLIC], isso se deve, provavelmente, à dificuldade da quebra do milho na digestão pré-cecal desse grão, pois não ocorreu variação significativa na [GLIC] após a ingestão do alimento. Diferentes pesquisadores afirmam que uma baixa resposta glicêmica de um alimento rico em carboidratos não-estruturais pode produzir efeitos adversos no colo e ceco, como é o caso do milho não processado (RALSTON, 2008; HARRIS; GEOR, 2009; HOFFMAN, 2009).

Os resultados deste experimento, no que se refere ao momento do pico de glicose sanguínea após a ingestão das dietas (150 minutos) corroboram com os obtidos por Stull e Rodiek (1988), que concluíram que a ingestão de carboidratos proporciona níveis de glicose e insulina, em cavalos, com pico de absorção 2,5 a 3 horas após alimentação. Também Witham e Stull (1998), que relatam que o pico de glicose plasmática, ocorreu duas a três horas após a ingestão de alimento no período da manhã, sendo que os níveis se mantiveram no mesmo patamar antes da ingestão.

Para Healy et al. (1996), equinos alimentados com concentrado farelado apresentaram pico de glicose plasmática aos 150 minutos após ingestão, enquanto que, os alimentados com concentrado peletizado, mostraram este pico após 180 minutos,

sugerindo que mais glicose foi absorvida da dieta peletizada, demonstrando o efeito do processamento. Com resultados mais próximos ao deste experimento.

Testando diferentes fontes de amido, Gobesso (2001) dosou glicose e insulina em equinos após a alimentação tendo um pico de glicose 150 minutos após a ingestão da dieta e observou que os valores de insulina plasmática se elevam no primeiro tempo de coleta, tendo seu pico em três das quatro dietas testadas 150 minutos após a ingestão.

A curva de glicose plasmática do tratamento com concentrado com EE 14%, provavelmente manteve seus níveis elevados durante um período mais longo devido ao processamento de extrusão disponibilizar mais amido para digestão pela quebra dos carboidratos não estruturais, este amido digerido é absorvido na forma de glicose e passa para a circulação sanguínea, no sangue a glicose é retirada rapidamente pela insulina e vai para os tecidos. Diferente do que ocorreu nas dietas dos tratamentos com os concentrados de EE 6,5% e 20%, a insulina retirou a glicose do sangue, mas não ocorre uma queda brusca, e provavelmente o aporte de glicose foi constante e como a insulina tem uma meia vida relativamente curta a quantidade de glicose retirada é repostada, de modo que os níveis de glicose não baixem mesmo sendo absorvida constantemente, neste caso a quantidade de glicose absorvida é maior.

Apesar da concentração de glicose não apresentar diferença estatística entre as rações utilizadas, houve uma interação entre a [GLIC] e o tempo de colheita, onde as rações que continham 12% e 14% de EE apresentaram um percentual semelhante no tempo de colheita

4.2 Hematócrito

Não houve diferença estatística na média do hematócrito, que por sua vez não se modificou com a ingestão dos alimentos (Figura 4). A ausência na modificação das percentagens do hematócrito ao longo da fase de colheita de sangue era esperada tendo em vista que os animais se mantiveram calmos e não foram submetidos a fatores que pudessem estimular a contração esplênica, como exercícios.

O exercício estimula a contração esplênica, que, além de aumentar o número de eritrócitos circulantes, aumenta também a concentração de hemoglobina. O hematócrito representa o volume (% em relação ao plasma) de células sanguíneas circulantes, sendo que os cavalos de temperamento sanguíneo apresentam um hematócrito que varia entre 38 e 53% (GARCIA-NAVARRO; PACHALY, 1994). Autores relatam que os valores médios de hemoglobina para equinos de temperamento sanguíneo variam de 11 a 19 g/dl (GARCIA-NAVARRO; PACHALY, 1994). No exercício, o hematócrito pode aumentar em até 60%, o que irá proporcionar uma oxigenação adequada dos músculos em exercício e o Puro Sangue Inglês pode aumentar o consumo de oxigênio em até 40 vezes, grande vantagem metabólica que permite a manutenção do exercício por mais tempo.

Analisando os contrastes, verificou-se que os valores de hematócrito não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos tratamentos (Figura 5), e estão coerentes com os encontrados por Lumsden et al. (1980); entre 31 a 48%, em equinos adultos, permanecendo dentro do intervalo citado por Garcia-Navarro e Pachaly (1994), que oscila de 32 a 53 %, em animais sanguíneos. Valores elevados de hematócrito estão relacionados com desidratação e valores abaixo dos fisiológicos relacionam-se com anemia.

De acordo com Lewis (2000), a quantidade de água ingerida cai de 3 a 4l/kg/MS para 2 l/kg/MS, quando os grãos constituírem mais de 55% da ração; o que também reduz o teor hídrico fecal de 69 a 74% para 66% ou menos. No atual experimento não se mensurou a ingestão hídrica, contudo aparentemente foi normal, pois não se verificou alteração no hematócrito.

Tribucci et al. (2008) avaliaram a inclusão de óleo de girassol na dieta de equinos e a influência em seus perfis hematimétricos não observando efeito significativo sobre o hematócrito e a hemoglobina, resultado que corrobora com os obtidos por Hambelton et al. (1980) e Taylor et al. (1995). Considera-se como tempo

ideal de adaptação ao óleo, 6 a 11 semanas (FRAPE, 1994). Mesmo em tempo curto de adaptação essa variável não foi afetada.

Normalmente nos experimentos para se determinar a concentração de glicose não há mensuração do hematócrito, mas essas variável combinada com a [PPT] são um bom indicativo da hidratação do animal, como nos experimentos com animais atletas (MCKEEVER et al., 2006), e pode ser utilizado como indicador do nível de estresse do animal, durante as colheitas de sangue

4.3 Proteína Plasmática Total

Ao longo da experimentação, observou-se que a [PPT] não variou significativamente no que se refere ao tipo de ração (Figura 6). Também foi observada uma tendência à modificação da [PPT] em relação aos tempos do experimento (Figura 7). Como os animais passaram todo o período de colheita de sangue sem ingerir alimentos, mas com livre acesso à água, pode ter ocorrido uma adaptação do volume plasmático, e com isso uma redução na [PPT], à ingestão e digestão do suplemento e a da água, durante a fase de colheita de sangue. As maiores concentrações, de cada tratamento, foram observadas após o período de jejum de 12 horas ainda na fase 1, mas sempre se mantendo dentro dos valores da normalidade (PERRY, 2009) e indicando que as dietas foram capazes de manter as reservas proteicas (FONNESBECK; SYMONS, 1969).

A [PPT], pode ser importantes parâmetros bioquímicos para se avaliar o metabolismo das proteínas, assim como servem como indicadores do status proteico nos equinos em diferentes condições, servindo como parâmetro clínico para se ajustar as dietas ou identificar problemas no programa nutricional (FONNESBECK; SYMONS, 1969; KOHN et al., 2005).

A elevação das proteínas totais indica a ocorrência de hemoconcentração, que se mantém elevada por algumas horas após o exercício mesmo quando o animal ingere grandes quantidades de água. Elevados valores de PPT refletem alto grau de desidratação (SANTOS, 2006).

As primeiras fontes de energia utilizadas pelo organismo equino são os carboidratos, seguidos pelos lipídios e pelas proteínas, preferencialmente nessa sequência, devido às diferenças de eficiência no oferecimento de energia (HINTZ, 1994). Entretanto, dietas com concentrações de proteínas acima de 11% influenciam diretamente no desempenho do cavalo atleta, possivelmente porque alterações na concentração de proteína total plasmática e no hematócrito resultam comumente em alterações no volume plasmático (SMITH, 1996).

Exercícios podem resultar em hipertrofia muscular e aumento da degradação proteica, particularmente quando a energia é insuficiente (HINTZ, 1994), o que não ocorreu nos animais desse experimento, que não foram submetidos a exercícios e receberam dietas suplementadas com concentrados que continham diferentes níveis de extrato etéreo, sendo estes suficientes para o aporte energético dos animais testados.

4.4 Colesterol Total

Na experimentação observa-se que não ocorreram variações significativas nas curvas do [COLE-T] e a fase da colheita (Figura 9). Porém, foi observada uma ligeira mudança em relação ao tratamento com o milho triturado, tal mudança pode ser pelo fato de que o milho não apresenta elevada concentração de extrato etéreo. Observando-se os valores das curvas do [COLE-T] do experimento constata-se que eles são similares aos descritos por Geelen et al. (1999), Oldruitenborgh-Oosterbaan et al. (2002) e por Hambleton et al. (1980) que não observaram diferença significativa nas concentrações de colesterol entre os tratamentos. Entretanto, esses últimos autores, trabalhando com quatro animais com quatro níveis (4,8,12 e 16%) de óleo de soja na dieta, observaram uma alta correlação ($r: 0,93, p < 0,05$) entre concentrações de colesterol e dietas, além do aumento nas concentrações de colesterol antes e imediatamente após o exercício físico.

Os animais experimentais foram suplementados com concentrados que possuíam extrato etéreo semelhante e no qual se adaptaram à ingestão do alimento, com isso foi favorecido a adaptação do metabolismo dos lipídeos.

As concentrações plasmáticas de triglicérides e colesterol estão relacionadas a diversos fatores como absorção desses elementos pela dieta, requisição dos tecidos, utilização como fonte de energia e capacidade de armazenamento. Assim, após um período de alimentação ou frente a uma condição em que se necessite a mobilização de gordura dos estoques de tecido adiposo, ocorre a liberação de glicerol e ácidos graxos livres (AGL) na circulação. Os AGL são transportados via ALB sérica até o fígado e/ou tecidos metabolicamente ativos, para serem utilizados na produção de energia (FERNANDES et al., 2001).

O tecido muscular equino possui elevada capacidade aeróbica, resultando numa significativa habilidade de utilizar os ácidos graxos como fonte de energia, por isso deve-se compreender bem as possíveis modificações no sangue após a ingestão de diferentes tipos de alimentos (GEELEN et al., 1999). Determinação do [COLE-T] e [TRIG] são largamente utilizadas nas análises das possíveis adaptações ao uso das gorduras e outros alimentos para os equinos (FONNESBECK; SYMONS, 1969; OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 2002; RIBEIRO et al., 2009).

Quando analisado o colesterol total com o tipo de ração (Figura 8) ocorreu diferença estatística nos resultados com cavalos alimentados com milho triturado em relação aos

demais tratamentos. Foram observadas algumas ligeiras diferenças em relação aos concentrados, o concentrado com EE 20% teve os maiores índices, o que é justificável devido à disponibilidade de gordura neste tipo de alimentação e em contrapartida os menores índices foram observados no tratamento com o milho triturado, sendo um alimento que possui um baixo EE e uma difícil digestão.

Quando lipídeos são mobilizados da gordura de estoque, ocorre à liberação de ácidos graxos livres na circulação, sendo estes transportados via albumina sérica para o fígado e/ou tecidos metabolicamente ativos, para produção de energia (FERNANDES et al., 2001). Este resultado pode ser devido à utilização de cavalos de elite em boas condições de treinamento ou o diferente metabolismo na raça testada.

4.5 Triglicerídeos

Não foram encontradas diferenças estatística nesta variável.

Assim como o colesterol, os triglicerídeos também são largamente utilizados nas análises das possíveis adaptações ao uso das gorduras e outros alimentos para os equinos.

Durante a execução deste experimento, observou-se que a [TRIG] não variou significativamente no que se refere ao tipo de ração (Figura 10), foram observadas algumas pequenas alterações nas concentrações do triglicerídeo (figura 11), sendo que essas concentrações estavam dentro das variações esperadas para cavalos sadios (PERRY, 2009). Entretanto o tratamento com o milho aconteceu um modificação ($p < 0,05$), mas não há uma explicação clara para esse fato, já que esses alimentos possuem concentração de extrato etéreo semelhantes. No entanto, este fato pode estar associado a uma mobilização das reservas corporais dos triglicérides após a ingestão de alguns alimentos e ao jejum durante a colheita das amostras de sangue. (GEELEN et al. 1999).

Os valores de triglicerídeos (Figura 11) observados para as dietas com EE 14%, 12%, 6,5% e 20% não indicaram diferenças significativas entre as dietas, os presentes resultados são semelhantes aos de Marchello et al. (2000) de que os triglicérides também não variam com a suplementação de gordura vegetal à dieta. Geelen et al. (2001), não observaram diferenças nos valores de triglicérides obtidos com diversos níveis de suplementação das dietas com óleo de soja. Hallebeek (2002), do mesmo modo, não notou alteração nos resultados de triglicérides ao adicionarem 150 g de óleo de palma e de soja em 850 g de ração para equinos. Os valores plasmáticos de triglicerídeos obtidos neste experimento não foram significativos, mas aumentaram com rações ricas em EE, fato observado também por Siciliano e Wood (1993) que utilizando uma dieta com óleo de soja em comparação a um controle, observaram que as concentrações plasmáticas de triglicérides e colesterol aumentaram no período de 0, 30, 60 e 90 dias.

4.6 Ureia e Creatinina

Ao longo da experimentação, observou-se que a [UREA] não variou significativamente no que se refere ao tipo de ração (figura 12), houve uma tendência do concentrado com EE 12% em ralação ao milho triturado, tal fato pode ser interpretado relacionando o teor de PB ofertadas nos concentrados com a sua absorção pelos animais. Não foram observadas variações significativas na [CREAT] no que se refere ao tipo de ração, houve uma pequena diferença em relação ao milho triturado, comparado com os demais concentrados. (figura 14)

Ao se analisar os resultados das análises bromatológicas (Tabela 3), observa-se que os tratamentos utilizados não eram ricos em proteínas e isso pode ter contribuído para a ausência das variações nas taxas de [UREA] e [CREAT] ao longo do período de colheita de sangue (Figura 13 e 15). Fonnesback e Symons (1969) observam que pode haver modificações nos níveis séricos de [UREA], dependendo do tipo e da duração da suplementação para o animal. Neste trabalho não foram detectadas modificações significativas dos valores médios de [UREA] e [CREAT] após a ingestão dos suplementos.

Em outros trabalhos foi demonstrado que a [UREA] e a [CREAT] variam de em torno de 4,0-7,57 mmol/L e aproximadamente 109,0-146,0 mmol/L, respectivamente, todavia não foram relatados os programas nutricionais que os animais estavam sendo submetidos e eram atletas de diferentes raças (MOHRI et al., 2005; MIRANDA et al., 2009; PICCIONE et al., 2010), o que dificulta a comparação entre os valores dos diferentes trabalhos. Os valores da [UREA] e [CREAT] descritos acima, são semelhantes aos desse experimento, portanto as concentrações desses metabólitos nos cavalos em manutenção estão dentro da variação da normalidade sugerido por Perry (2009).

5. CONCLUSÕES

Concluiu-se com este experimento que equinos alimentados com concentrados contendo diferentes níveis de inclusão de óleo 6,5%, 14,0%, 20,0% e do milho triturado não apresentaram variações na concentração de glicose e nos demais parâmetros analisados. A única variação significativa foi apresentada no concentrado com extrato etéreo de 12% que apresentou variação significante na concentração de glicose. Essas informações são de grande valia para os veterinários que fazem acompanhamento de equinos, principalmente o atleta, por esse receber grandes quantidades de concentrados energéticos, tentando assim se estabelecer um concentrado que possa fornecer maior energia durante as realizações dos exercícios.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARDOSO, C. A. **Comparação de kits comerciais na dosagem de constituintes bioquímicos do sangue em equinos hípidos**. 2008, 104f. Dissertação. Universidade Federal de Viçosa – MG, Viçosa.

CUNNINGHAM, J. C. **Tratado de fisiologia veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 528 p.

DEPEW, C. L. et al. Changes in concentration of hormones, metabolites, and amino acids in plasma of adult horses relative to overnight feed deprivation followed by a pellet-hay meal feed at noon. **Journal Animal Science**, V. 72, p. 1530-1539, 1994.

EATON, M. D. Effect of a diet containing supplementary fat on the capacity for high intensity exercise. **Equine Veterinary Journal**, Suffolk, v. 27, p. 353-356, 1995. Supplement. 18.

FERNANDES, W. R.; LARSSON, M. H. M. A. Alterações nas concentrações séricas de glicose, sódio, potássio, uréia e creatinina em eqüinos submetidos a prova de enduro de 30Km com velocidade controlada. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.30, n.3, p. 393-398, 2000.

FERNANDES, W. R. et al. Determinação dos níveis plasmáticos de triglicérides e colesterol total em pôneis da raça Brasileira. **A Hora Veterinária**, Porto Alegre, v.21, n. 121, p. 61-64, 2001.

FONNESBECK, P. V.; SYMONS, L. D. Effect of diet on concentration of protein, urea nitrogen, sugar and cholesterol of blood plasma in horses. **Journal of Animal Sciences**, v.28, p.216-219, 1969.

FRAPE, D. **Nutrition Y Alimentacion del Caballo**. Zaragoza, Acribia, 1992. 403 p.

FRAPE, D. L. Diet and exercise performance in the horse. **Proceeding of the nutrition society**, v. 53, p. 189-206, 1994.

GARCIA-NAVARRO, C. E. K.; PACHALY, J. R. **Manual de hematologia veterinária**. São Paulo: Varela, 1994. 163p.

GEELLEN, S. N. J.; OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M. M. S.; BEYNEM, A. C. Dietary fat supplementation and equine plasma lipid metabolism. **Equine Veterinary Journal**, v.30, p.475-478, 1999.

GEELLEN, S. N. J. et al. High fat intake lowers hepatic fatty acid synthesis and raises fatty acid oxidation in aerobic muscle in shetland ponies. **British Journal of Nutrition**, v.86, n.1, p.31-36, 2001.

- GOBESSO, A. A. O. **Digestibilidade total e parcial do amido de diferentes fontes energéticas em equinos fistulados no íleo**. 2001, 98f, Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Pirassununga.
- GUEZENNEC, C. Oxidation rates, complex carbohydrates and exercise. **Sports Medicine**, v. 19, p. 365-372, 1995.
- GUYTON, A. C. **Tratado de fisiologia médica**. 8. ed. Rio de Janeiro: GuanabaraKoogan, 1997. 926 p.
- HALLEBEEK, J. M. **Dietary control of equine plasma triacylglycerols**. 140f. Thesis (Doctor in Animal Nutritiol) - Universiteit Utrecht, Utrecht, 2002.
- HAMBLETON, P. L. et al. Dietary protein and fat effects on protein status in Arabian Horses during interval training repeated sprints. **Journal Equine Veterinary Science**, Wildomar, v. 51, p.1330-1334, 1980.
- HARKINS, J. D. et al. Effect of added fat on racing performance in thoroughbred horse. **Journal Equine Veterinary Science**, Lake Elsonore, v. 12, n. 2, p. 123-129, Mar./Apr. 1992.
- HARPER, F. Feeding the Equine Athlete, Part I. **Tennessee Horse Express**. v. 23, n. 3, Extension. University of Tennessee, 2004.
- HARPER, H. A. **Manual de química fisiológica**. São Paulo: Atheneu, 1977.
- HARRIS, P.; GEOR, R. J. Primer on dietary, carbohydrate and utility of the glycemic index in equine nutrition. **The Veterinary Clinics: Equine Practice**, v.25, p.23-37, 2009.
- HAWKINS, J. F.; BOWMAN, K. F.; ROBERTS, M. C. Peritonitis in horses-67 cases (1985-1990). **Journal of the American Veterinary Medical Association**. V.203, p.284-288, 1993.
- HEALY, H. P.; SICILIANO, P. D.; LARENCE, L. M. Effect of concentrate form on blood and gastric fluid variables in ponies. **Equine Nutrition Physiology Society** v.15, n. 10, p. 423-428, 1996.
- HINEY, K. M.; POTTER, G. D. A review of recent research on nutrition and metabolism in the athletic horse. **Nutrition Research Reviews**, New York, v. 9, p.149-173, 1996.
- HINTZ, H. F. **Nutrition del Caballo**. El Caballo. Zaragoza, Acribia, 1979, p. 233-247.
- HINTZ, H. F. **Horse Nutrition**, New York: Arco Publishing, 1983. 228 p.
- HINTZ, H. F. Nutrition and equine performance. **Journal of Nutrition**, v.124, p. 2723-2729, 1994.

- HINTZ, H. F. Alimentando o cavalo atleta. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DO CAVALO DE ESPORTE, 1997, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, n.19, p.49-57.
- HOFFMAN, R. M. Carbohydrate metabolism and metabolic disorders in horses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, suplemento especial p.270-276, 2009.
- JONES, D. L. et al. Muscle glycogen in exercised miniature horses at various body conditions and fed a control or fat supplemented diet. **Journal Equine Veterinary Science**, v.12, n. 5, p. 287-291, 1992.
- JOSE-CUNILLERAS, E.; TAYLOR, L. E.; HINCHCLIFF, K. W. Glycemic index of cracked corn, oat groats and rolled barley in horses. **Journal of Animal Sciences**, v. 82, p.2623-2629, 2004.
- KOHN, A.; DINNEEN, M. M.; RUSSK-COHEN, E. Using blood urea nitrogen to predict nitrogen excretion and efficiency of nitrogen utilization in cattle, sheep, goats, horses, pigs, and rats. **Journal of Animal Sciences**, v.83, p.879-889, 2005.
- KOHNKE, J. R. **Feeding and Nutrition. The making of a Champion**. Birubi Pacific Copyright. Rouse Hill, 1992, 197 p.
- KRONFELD, D. S. et al. Insulin resistance in the horse: definition, detection, and dietetics. **Journal of Animal Sciences**, 83: E22-E31, 2005.
- LEWIS, L. D. **Nutrição clínica equina: alimentação e cuidados**. São Paulo: Roca., 2000. 710p.
- LUMSDEN, J.H.; ROWE, R.; MULLEN, K. Hematology and biochemistry reference values for the light horse. **Canadian Journal of Comparative Medicine**. v.44, p.32-42, 1980.
- MANSO FILHO, H. C. et al. Percentagem de gordura em cavalos criados em região tropical. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.37, n.3, p.239-243, 2009.
- MARCENAC, L. N.; AUBLET, H.; D'AUTHEVILLE, P. **Enciclopédia do cavalo**. 2. ed. São Paulo: Organização Andrei. 1990. 1564p.
- MARCHELLO, E.V. et al. Changes in lipoprotein composition in horses fed a fat supplemented diet. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.20, n.7, p.453-458, 2000.
- MARQUEZE, A.; KESSLER, A. M.; BERNARDI, M. L. Aumento do nível de óleo em dietas isoenergéticas para cavalos submetidos a exercício. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 491-496, maio/jun. 2001.
- MAYES, P. Metabolismo de lipídeos. In: HARPER, H. A. **Manual de química fisiológica**. São Paulo: Atheneu, 1977. p. 55-60.
- MCKEEVER, J. M. et al. Effect of omeprazole on markers of performance in gastric ulcer-free standardbred horses. **Equine Veterinary Journal**, v.36, p.668-671, 2006.

- MEYER, H. **Alimentação de cavalos**. 2.ed. São Paulo: Varela, 1995. 303 p.
- MIRANDA, R. L. et al. Biochemical serum profile of equines subjected to team penning. **Comparative Clinical Pathology**, v.18, p.313–319, 2009.
- MOHRI, M.; SARDARI, E. K.; FARZANEH, E. N.. Serum biochemistry of Iranian Turkmen (Akhal-Teke) horses. **Comparative Clinical Pathology**, v.13, p.128–131, 2005.
- MUÑOZ, A. et al. Effect of training duration and exercise on blood-borne substrate, plasma lactate and enzyme concentrations in Andalusian, Anglo-Arabian and Arabian breeds. **Equine Veterinary Journal**, London, 34, p. 245-251, 2002. Supplement.
- Nutrient Requirements of Horses**. 6th revised edition. Animal Nutrition series. National Research Council of the National Academies. Washington, DC (USA). 2007.
- OLDHAM S. L. et al. Storage na mobilisation of muscle glycogen in exercising horse fed a fat supplemented diet. **Journal Equine Veterinary Science**, Lake Elsinore, v.10, n. 5, p. 353-359, Sept./Oct. 1990.
- OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M. M. S. et al. Exercise- and metabolism-associated blood variables in standardbreds fed either a low- or a high-fat diet. **Equine Veterinary Journal**, v.34, p.29-32, 2002.
- OLIVEIRA, G. J. C. et al. Influência da pectina sobre parâmetros fisiológicos em equinos. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.26, n.4, p.858-864, jul/ago, 2002.
- PAGAN, J. D. et al. Responses of blood glucose, lactate and insulin in horses fed equal amounts of grain with or without added soybean oil. In: RECETS ADVANCES IN EQUINE NUTRITION, 1995, Kentucky. **Proceeding...** Kentucky: Kentucky Equine Research, 1995. p. 57-60.
- PERRY, B. W. Clinical pathology reference data. In: ROBINSON, N.E; SPRAYBERRY, K.A. **Current therapy in equine medicine**, 6a ed. Philadelphia: 2009, p.956-980.
- PICCIONE, G. et al. Haematological and haematochemical responses to training. **Comparative Clinical Pathology**, 19:95–101, 2010.
- RADICKE, S.; KIENZLE, E.; MEYER, H. Preileal apparent digestibility of oats and corn starch and consequences for cecal metabolism. In: EQUINE NUTRITION AND PHYSIOLOGY SYMPOSIUM, 13., 1991 Calgary. **Proceedings twelfth...** Calgary,1991. p.43.
- RALSTON, S. L. Influence of management on equine digestion. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial p.211-214, 2008.
- RALSTON, S. L.; BAILE, C. A . Plasma glucose and insulin concentrations and feeding behavior in ponies. **Journal of Animal Science**, p. 1132, 1982.

RANKIN, J. W. Glycemic index and exercise metabolism. **Sports Science Exchange**, v. 10, n. 1, 1997.

RIBEIRO, C. R. et al. Avaliação de constituintes séricos em equinos e muareas submetidos à prova de resistência de 76 km, no Pantanal do Mato Grosso, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, p. 1081-1086, 2004.

RIBEIRO, R. M. et al. Efeito da inclusão de diferentes fontes lipídicas e óleo mineral na dieta sobre a digestibilidade dos nutrientes e os níveis plasmáticos de gordura em equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.10, p.1989-1994, 2009.

ROBINSON, E. **Current therapy in equine medicine**, Philadelphia: W. b. Saunders Company, 1992. 847 p.

SANTOS, V. P. **Variações, hemato-bioquímicas em equinos de salto submetidos a diferentes protocolos de exercício físico**. 2006. 94p. Dissertação (Mestrado em Ciência Veterinária) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SICILIANO, P. D.; WOOD, C. H. The effect of added dietary soybean oil on vitamin E status of the horse. In: EQUINE NUTRITION PHYSIOLOGY SYMPOSIUM, 1993, Gainesville. **Proceedings...** Gainesville: University of Florida, 1993. p.3-4.

SMITH, B. P. **Large animal internal medicine: diseases of horses, cattle, sheep, and goats**. 2.ed. St. Louis: Mosby – Year Book, 1996. 2040p.

SNOW, D. H. et al. Alterations in blood, sweat, urine and muscle composition during prolonged exercise in the horse. **Veterinary Record**, London, v.110, n.16, p.377-385, 1982.

STICKER, L. S. et al. Dietary protein and (or) energy restriction in mares: plasma glucose, insulin, nonesterified fatty acid, and urea nitrogen responses to feeding, glucose, and epinephrine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n.1, p. 136-144, jan. 1995.

STOCKHAM, S. L. Interpretation of equine serum biochemical profile results. **Veterinary Clinics of North America: equine practice**. v.11, n.3, p. 393 – 408, 1995.

STULL, C. L.; RODIEK, A. V. Responses of blood glucose, insulin and cortisol concentrations to common equine diets, **American Institute of Nutrition**, p. 206- 213, 1988.

TAYLOR, L. E. et al. Acidbase variables during incremental exercise in sprint-trained horses fed a high fat diet. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 7, p. 2009-2018, July 1995.

TISSERAND, J. L. Non-Ruminants herbivores; horses and rabbits. **Livestock Production Science**, v.19, p. 279-88, 1988.

TREIBER, K. H.; KRONFELD, D. S.; GEOR, R. J. Insulin resistance in equids: possible role in laminitis. **Journal of Nutrition**, 136: 2094S-2098S, 2006.

TRIBUCCI, A. M. O. et al. Comportamento hematológico (hematócrito e hemoglobina) de cavalos de pólo suplementados com óleo de girassol. In: IV Simpósio de Ciências da UNESP, Dracena, 2008.

WILLIAMS, C. A. et al. Plasma glucose and insulin response of Thoroughbred mares fed a meal high in starch and sugar or fat and fiber. **Journal of Animal Science**, 79: 2196-2201, 2001.

WITHAN, C. L.; STULL C. L. Metabolic responses of chronically starved horses to refeeding three isoenergetic diets, **Journal of America Veterinary Medicine Association**, v. 212, n.5, p. 691-696, 1998.

WOLTER, R. Le Cheval, la digestion chez le cheval. In: Journées de Bressier de Theix, 12, Paris. **Proceedings...**, 1981, p. 186-194.

7. ANEXOS

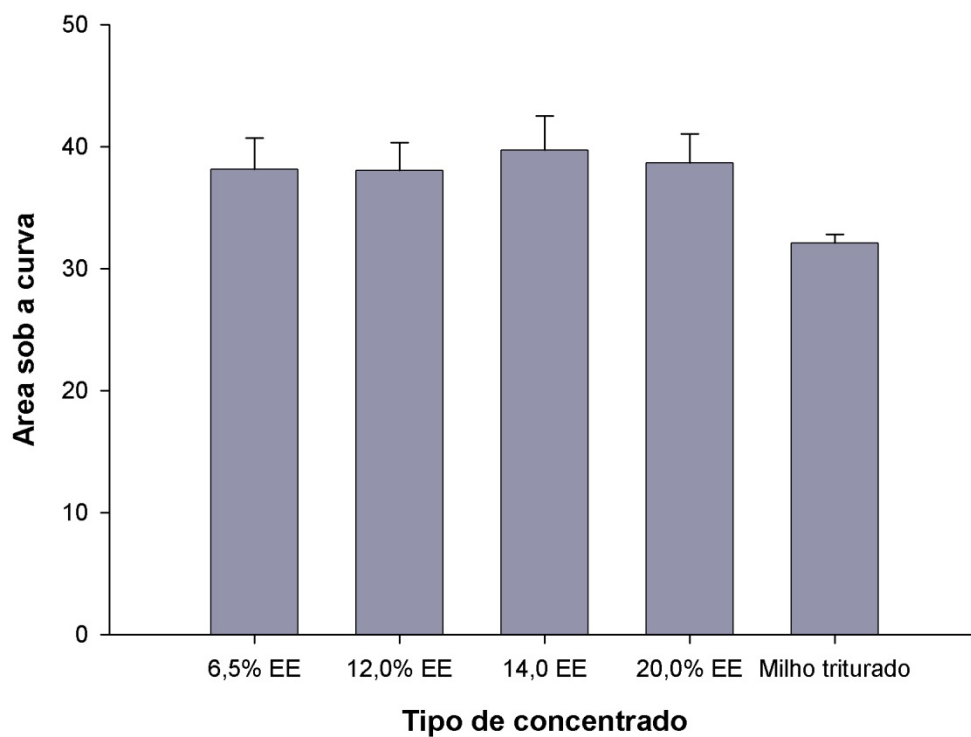


Figura 1. Área sob a curva (AUC) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado.

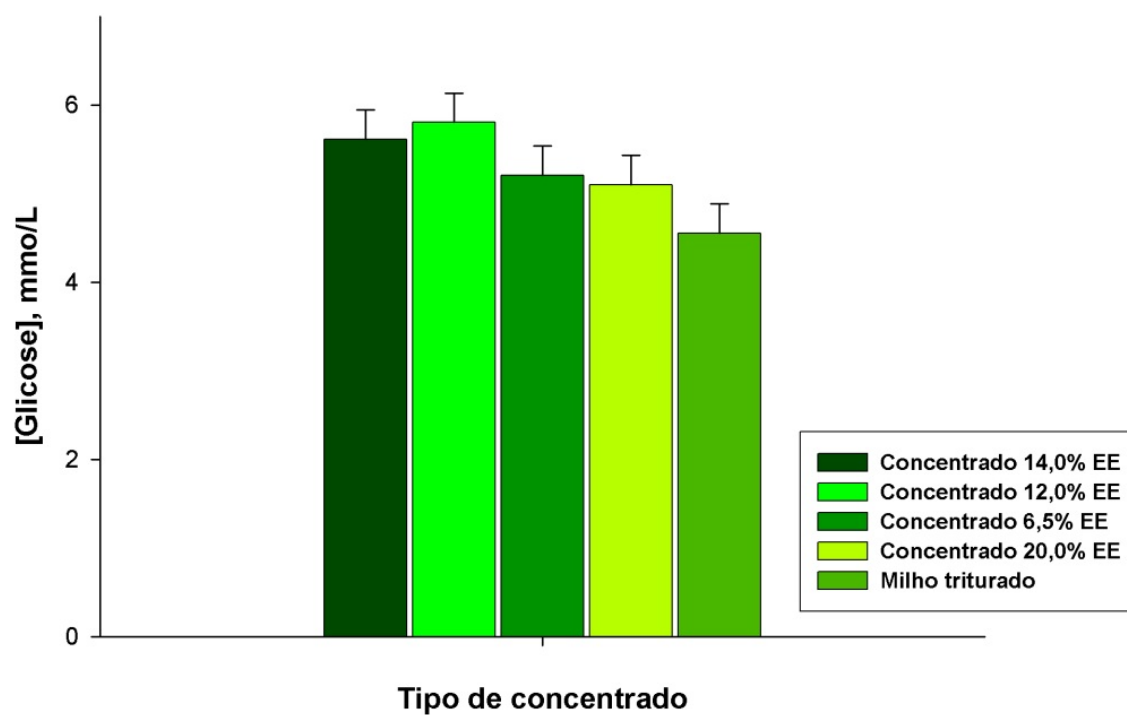


Figura 2. Média da concentração plasmática de glicose (mmol/L) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado.

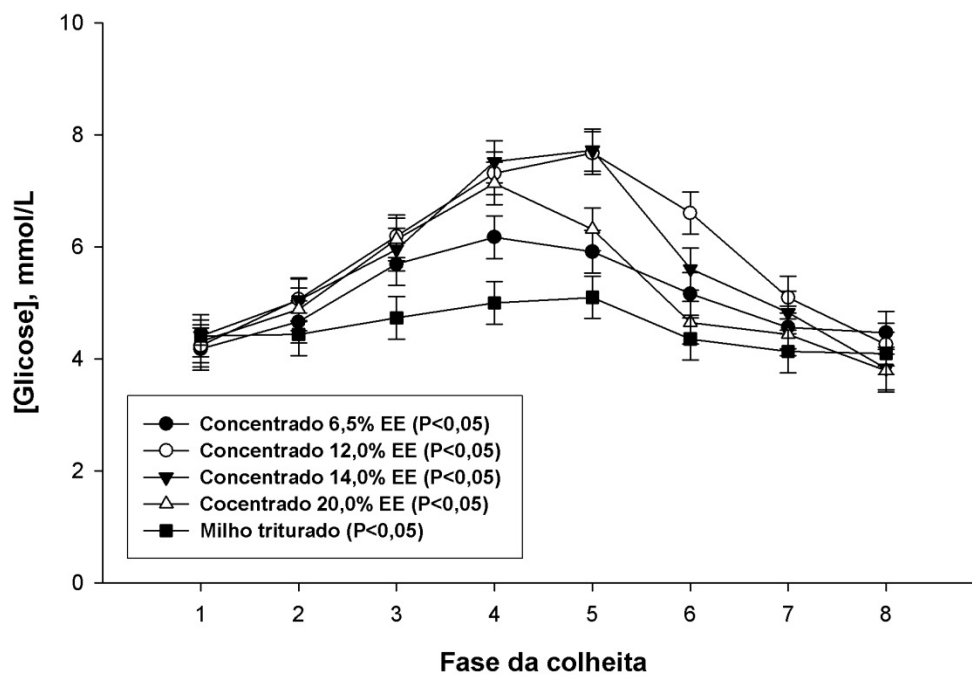


Figura 3. Curvas glicêmicas (mmol/L) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado. Não há interação entre a fase da colheita e os concentrados testados para a [Glucose].

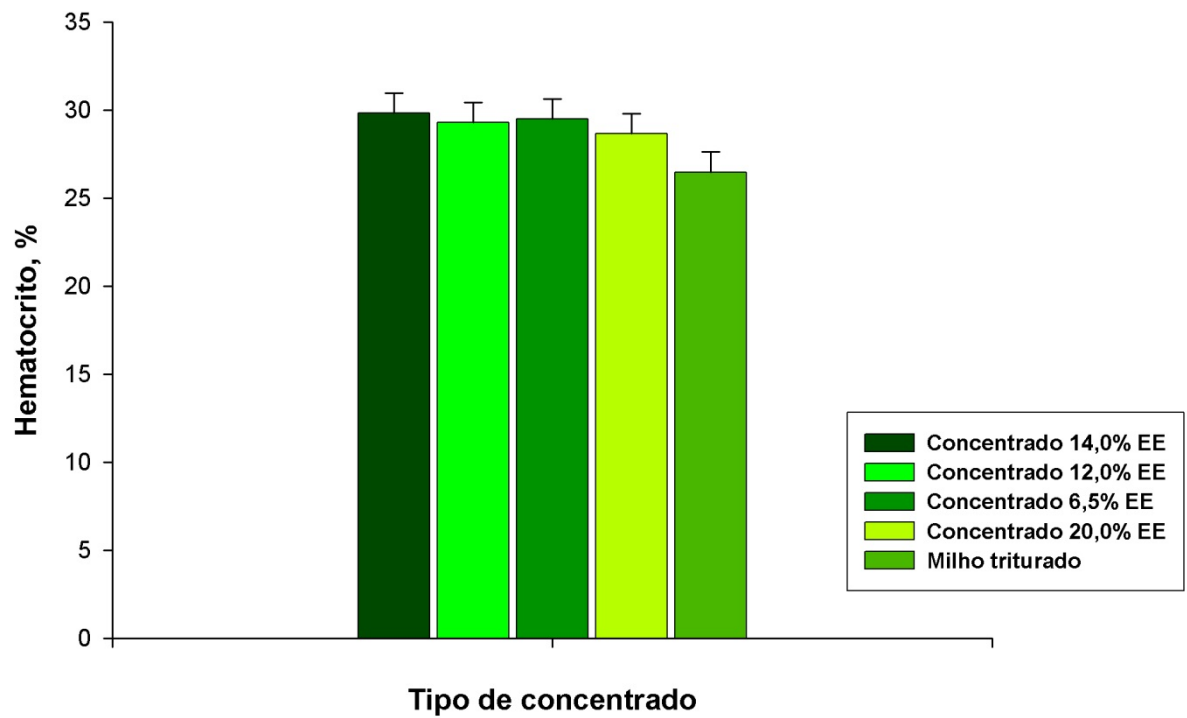


Figura 4. Média dos hematócritos (%) de cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado.

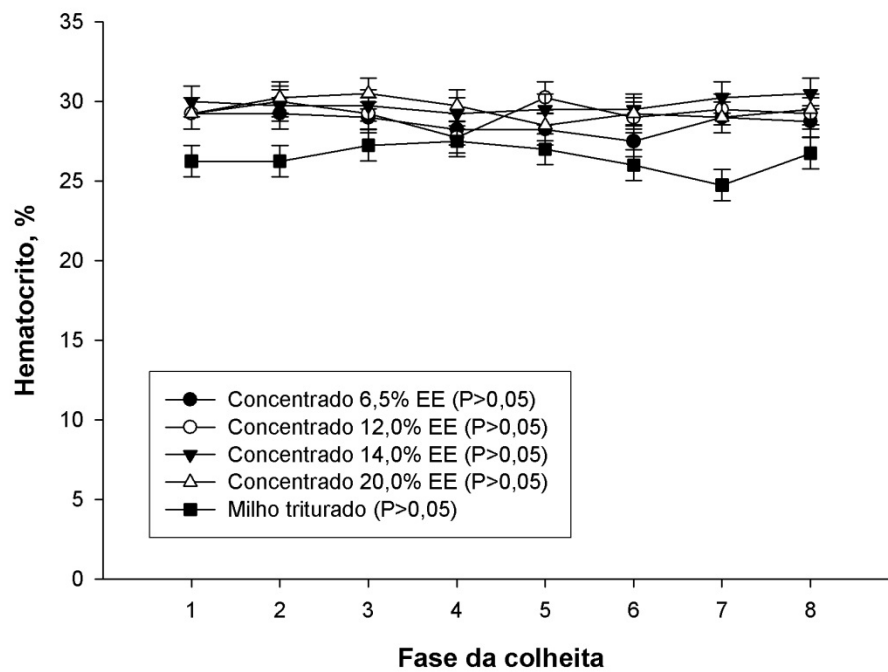


Figura 5. Curvas do hematócrito (%) de cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado. Não há interação entre a fase da colheita e os concentrados testados para o Hematocrito, %.

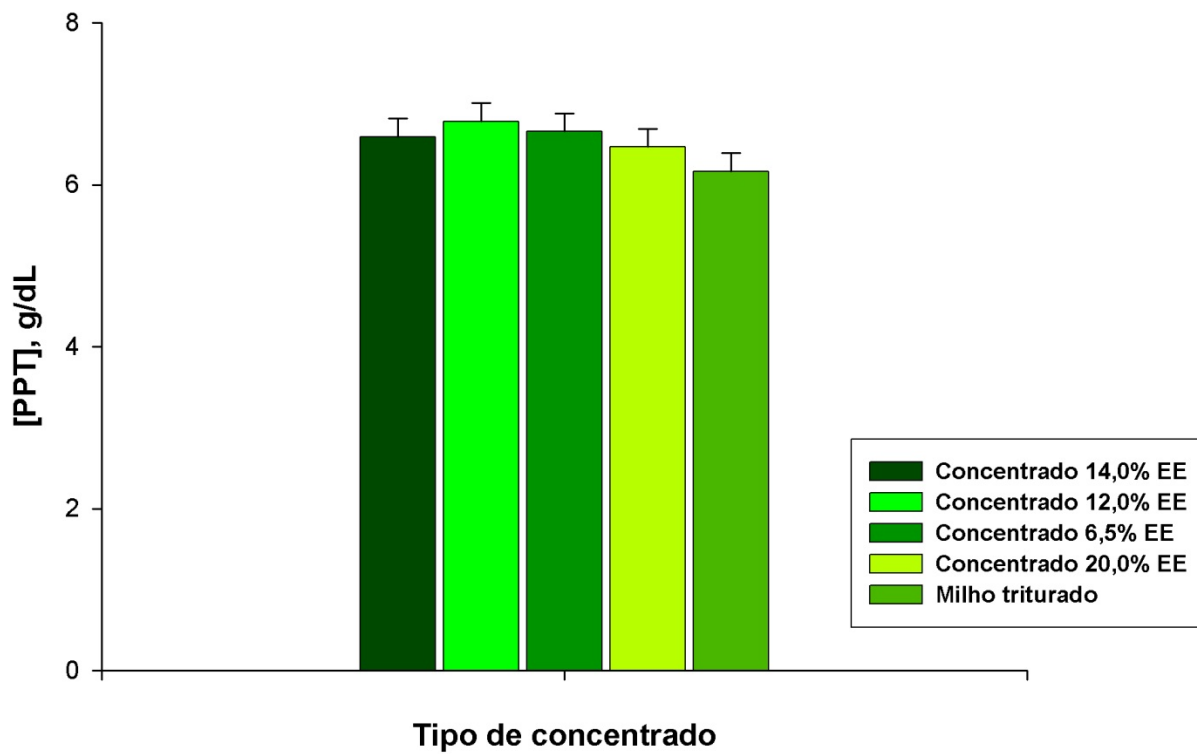


Figura 6. Média da concentração das proteínas plasmáticas totais em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado.

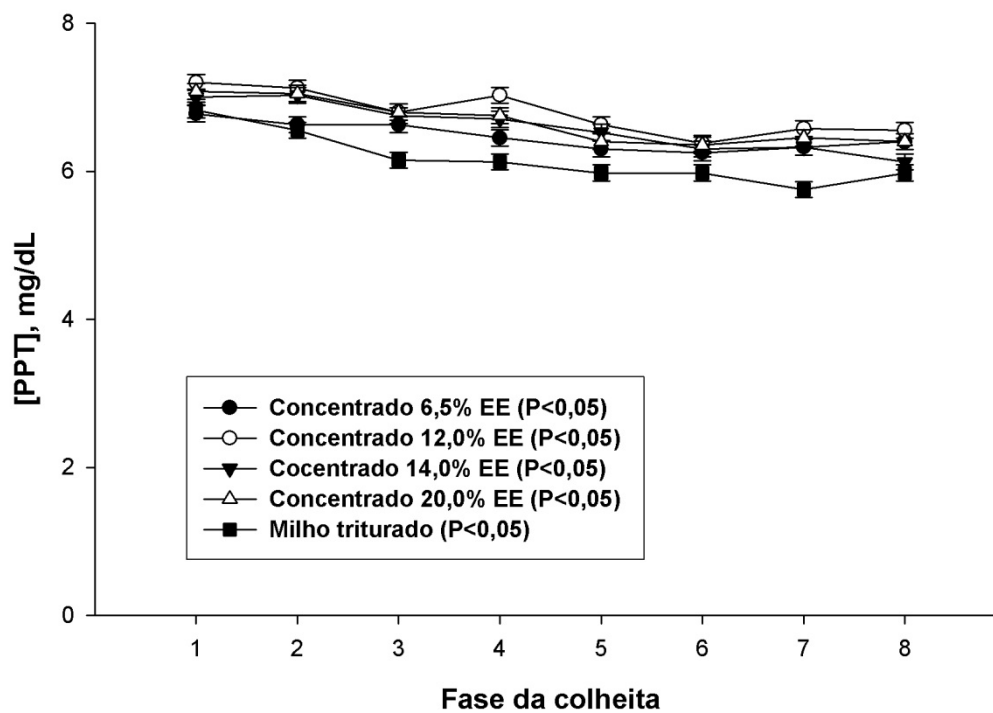


Figura 7. Curvas da concentração das proteínas plasmáticas totais (mg/dL) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado. Há interação entre a fase da colheita e os concentrados testados para a [PPT].

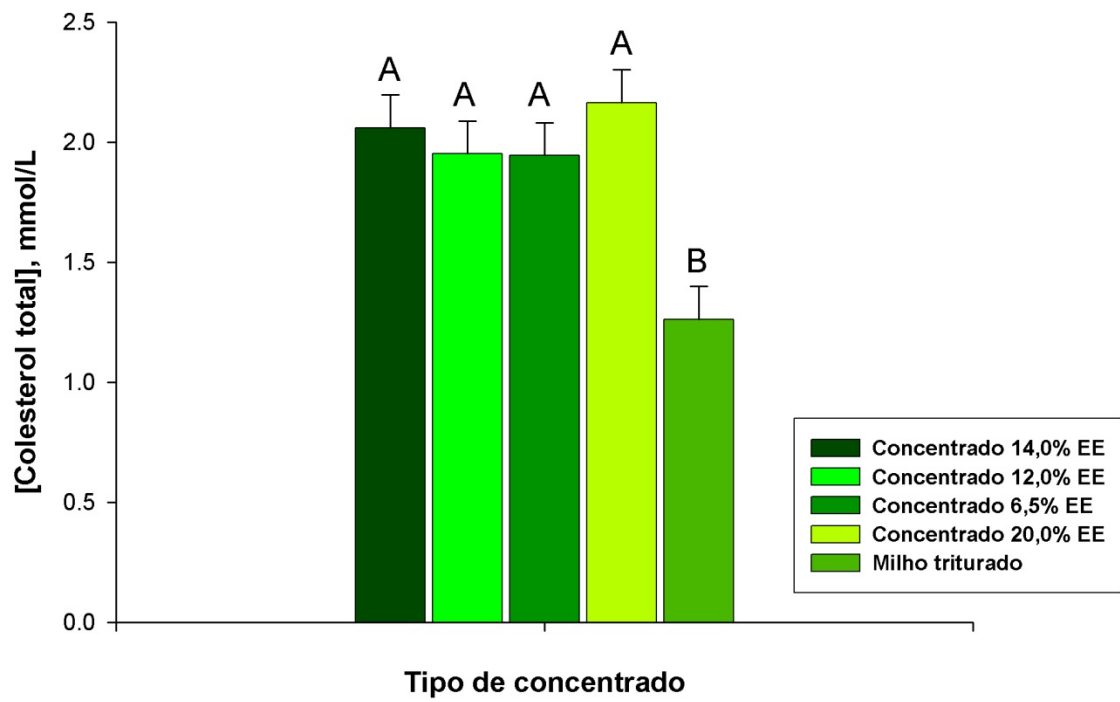


Figura 8. Média da concentração de colesterol total em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado.

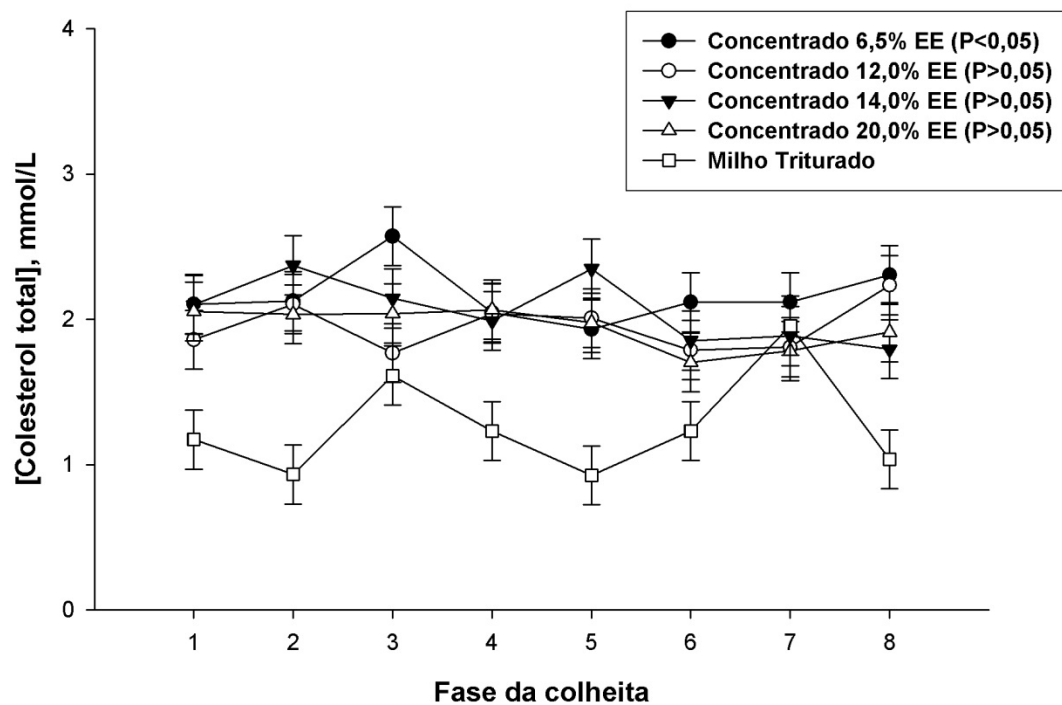


Figura 9. Curvas da concentração de colesterol total (mmol/L) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado. Há interação entre a fase da colheita e o concentrado testado EE 6,5% para a [Colesterol].

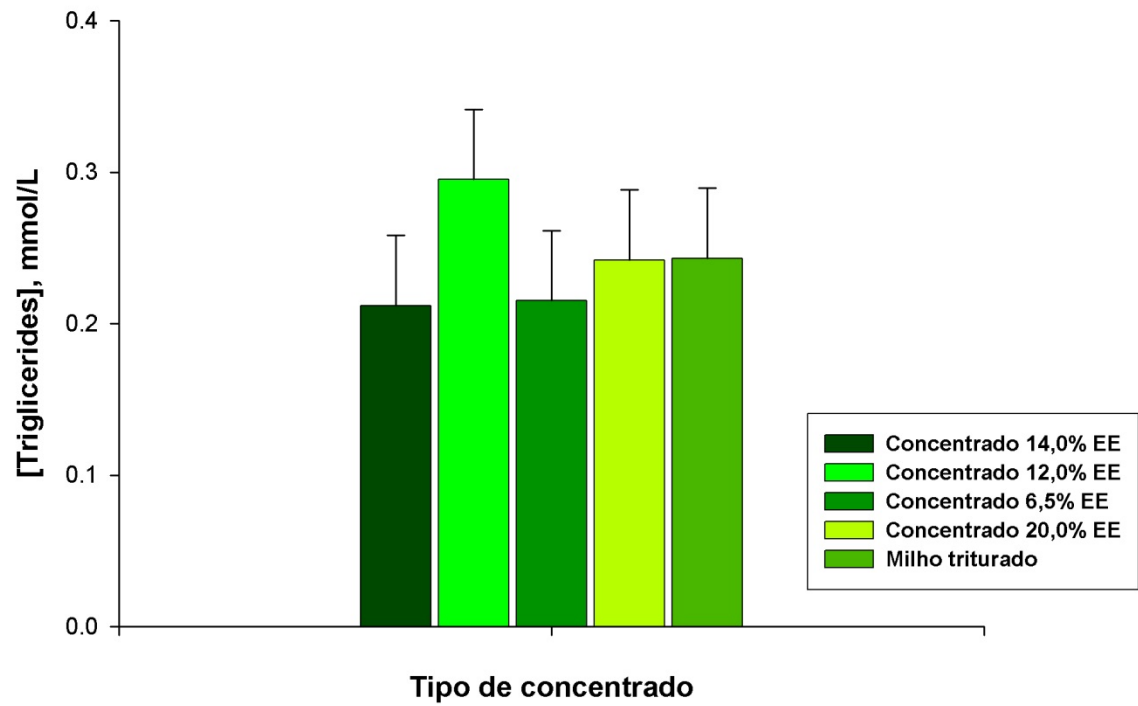


Figura 10. Média da concentração de triglicérides (mmol/L) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado.

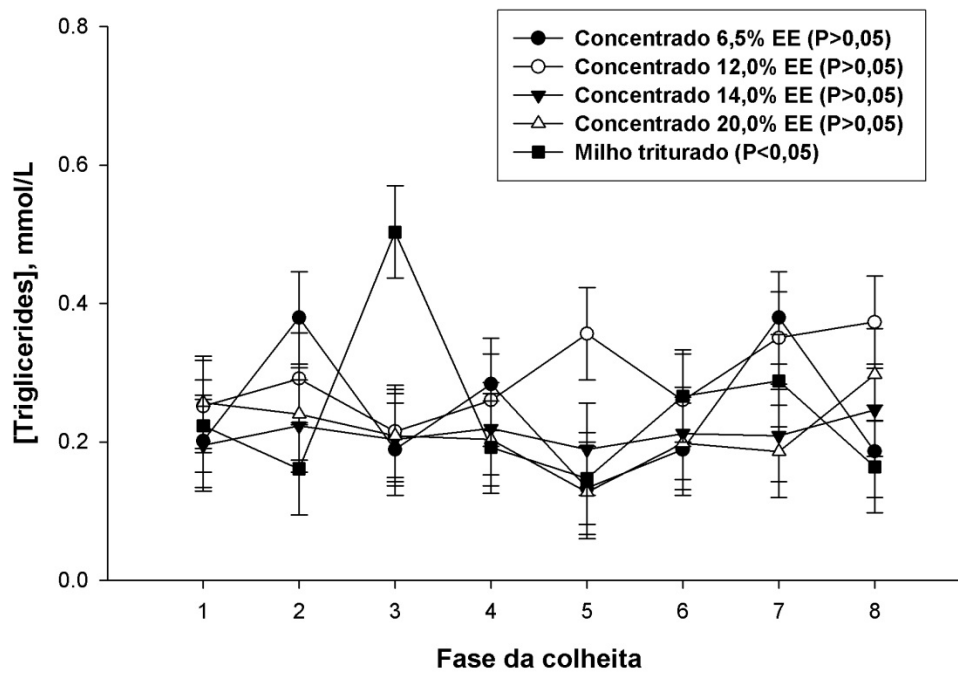


Figura 11. Curvas da concentração de triglicérides (mmol/L) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado. Há interação entre a fase da colheita e o concentrado testado Milho triturado para a [Triglicerides].

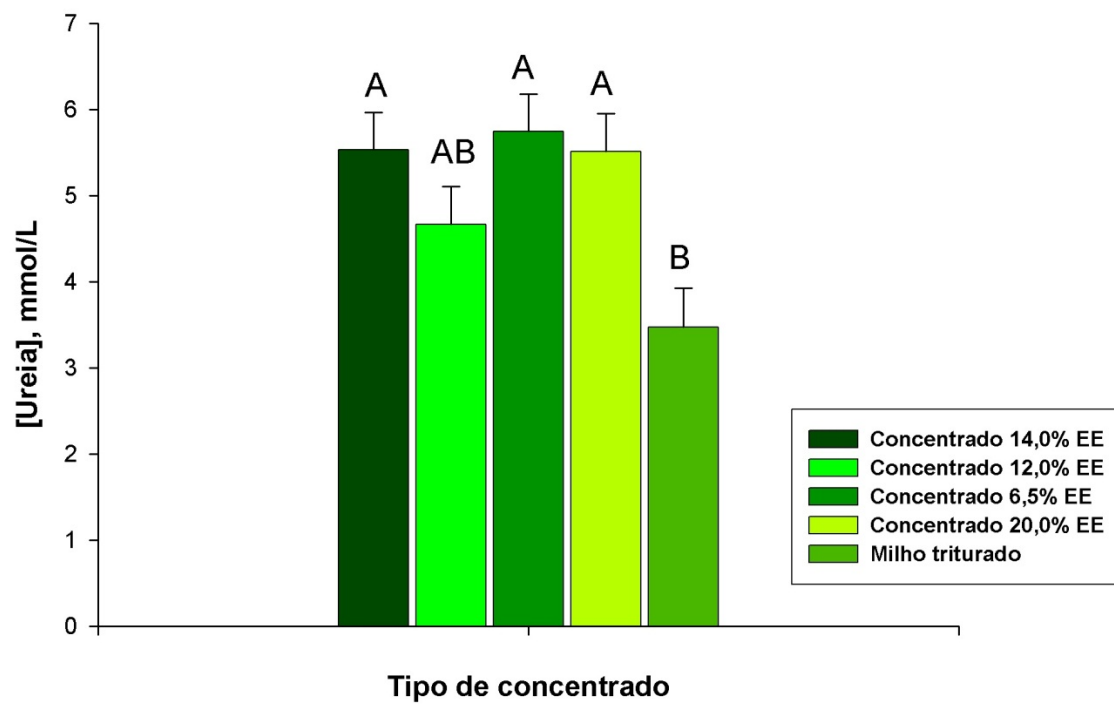


Figura 12. Média da concentração de ureia (mmol/L) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado.

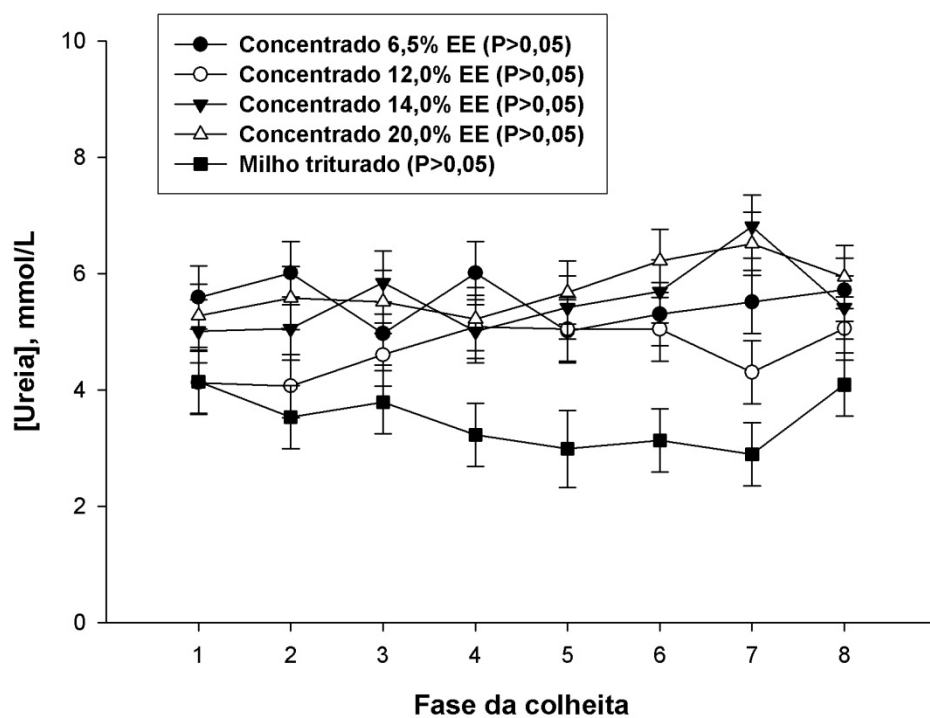


Figura 13. Curvas da concentração de ureia (mmol/L) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado. Não há interação entre a fase da colheita e os concentrados testados para a [Ureia].

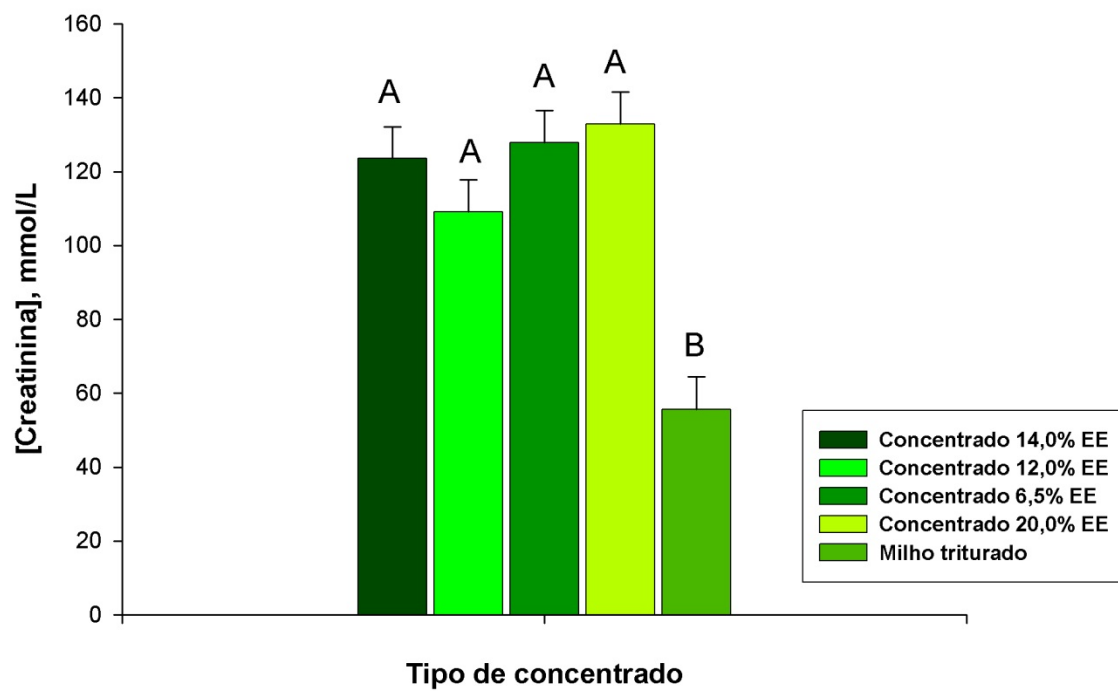


Figura 14. Média da concentração de creatinina ($\mu\text{mol/L}$) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado.

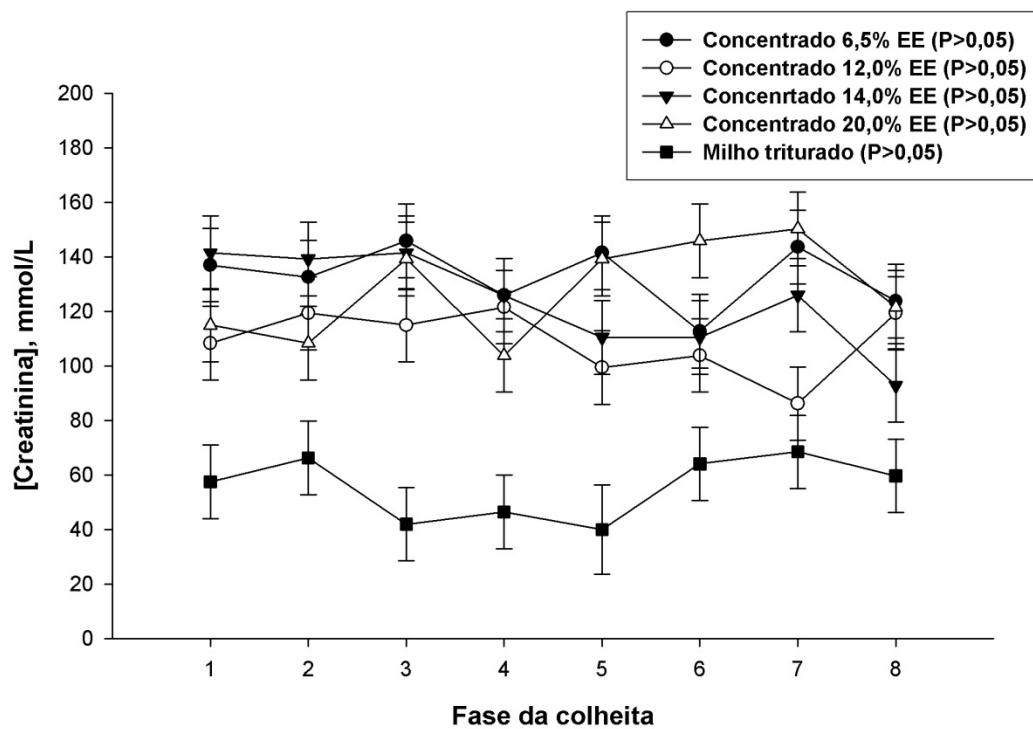


Figura 15. Curvas da concentração de creatinina ($\mu\text{mol/L}$) em cavalos alimentados com concentrados contendo diferentes percentagens de extrato etéreo e o milho triturado. Não há interação entre a fase da colheita e os concentrados testados para a [Creatinina].