

UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO ORAL COM CREATINA NA
PERFORMANCE DE EQUINOS DA RAÇA QUARTO DE MILHA
USADOS EM PROVAS DE TRÊS TAMBORES**

FERNANDA DE ALMEIDA TEIXEIRA

VILA VELHA – ES
FEVEREIRO/2014

UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO ORAL COM CREATINA NA
PERFORMANCE DE EQUINOS DA RAÇA QUARTO DE MILHA
USADOS EM PROVAS DE TRÊS TAMBORES**

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal.

FERNANDA DE ALMEIDA TEIXEIRA

VILA VELHA – ES
FEVEREIRO/2014

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

T266e Teixeira, Fernanda de Almeida.

Efeitos da suplementação oral com creatina na performance de equinos da raça quarto de milha usados em provas de três tambores / Fernanda de Almeida Teixeira. – 2014.

59 f.

Orientador: Clarisse Simões Coelho.

Dissertação (mestrado em Ciência Animal) - Universidade Vila Velha, 2014.

Inclui bibliografias.

1. Equino – exercícios físicos. 2. Equino – uso de substâncias. 3. Nutrição animal. I. Coelho, Clarisse Simões. II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 636.08527

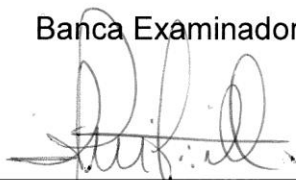
FERNANDA DE ALMEIDA TEIXEIRA

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO ORAL COM CREATINA NA
PERFORMANCE DE EQUINOS DA RAÇA QUARTO DE MILHA USADOS EM
PROVAS DE TRÊS TAMBORES**

Dissertação apresentada à
Universidade Vila Velha como
pré-requisito do Programa de
Pós-graduação em Ciência
Animal, para obtenção do grau
de Mestre em Ciência Animal

Aprovada em 11 de fevereiro de 2014.

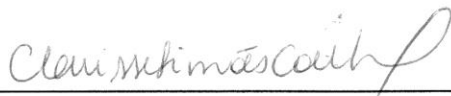
Banca Examinadora:



Prof. Dr. João Luis Kill – UVV-ES



Prof. Dr. Wilson Roberto Fernandes – FMVZ-USP



Prof. Dra. Clarisse Simões Coelho – UVV-ES (orientadora)

DEDICATÓRIA

DEDICO ESTE TRABALHO PRIMEIRAMENTE À DEUS, POR SEMPRE ME CONCEDER SABEDORIA NAS ESCOLHAS DOS MELHORES CAMINHOS, CORAGEM PARA ACREDITAR, FORÇA PARA NÃO DESISTIR E PROTEÇÃO PARA ME AMPARAR.

MEUS PAIS CARLOS E RITA PELO AMOR, APOIO, CONFIANÇA E MOTIVAÇÃO INCONDICIONAL, QUE SEMPRE ME IMPULSIONAM EM DIREÇÃO ÀS VITÓRIAS DOS MEUS DESAFIOS.

MINHA SEGUNDA MÃE LUCIA, QUE ME ACONSELHA E ME APOIA EM TUDO NA VIDA E SEMPRE COM MUITA ALEGRIA!

MEU IRMÃO GABRIEL QUE ME ENSINA TODOS OS DIAS DA MINHA VIDA A SER UMA PESSOA MELHOR.

AO ANDERSON, POR SEMPRE ESTAR DO MEU LADO EM TODOS OS MOMENTOS.

A MINHA ORIENTADORA CLARISSE POR ESTAR EM CADA FASE NA CONCLUSÃO DESTE TRABALHO.

À VOCÊS EU DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À DEUS, POR SEMPRE ME CONCEDER SABEDORIA NAS ESCOLHAS DOS MELHORES CAMINHOS, CORAGEM PARA ACREDITAR, FORÇA PARA NÃO DESISTIR E PROTEÇÃO PARA ME AMPARAR.

AGRADEÇO A MEUS PAIS CARLOS E RITA, PELA PACIÊNCIA, CARINHO, APOIO E DEDICAÇÃO DURANTE TODA MINHA TRAJETÓRIA DE VIDA.

AO MEU IRMÃO GABRIEL, MUITO OBRIGADO POR TUDO QUE VOCÊ REPRESENTA E AGRADEÇO A DEUS POR TER COLOCADO AO MEU LADO O MELHOR IRMÃO DO MUNDO.

À LUCIA, PELA PACIÊNCIA, AMOR, CARINHO, DEDICAÇÃO, TE AGRADEÇO POR TUDO, POIS VOCÊ JUNTO COM MEUS PAIS AJUDOU E AJUDA A CONDUZIR O MEU CAMINHO PARA EU CHEGAR ONDE QUISER.

AO MEU NOIVO ANDERSON LUIZ DE ARAÚJO, PELA PACIÊNCIA, COMPANHEIRISMO, DEDICAÇÃO TANTO PROFISSIONALMENTE QUANTO NA VIDA PESSOAL, E A SEUS FAMILIARES PELA AMIZADE E ATENÇÃO.

A MINHA ORIENTADORA PROF.^a CLARISSE SIMÕES COELHO PELA ORIENTAÇÃO, POIS, SÓ TENHO A AGRADECER AOS SEUS ENSINAMENTOS (PESSOAIS E ACADÊMICOS), ORIENTAÇÕES, PALAVRAS DE INCENTIVO, PACIÊNCIA E DEDICAÇÃO. VOCÊ É UMA PESSOA ÍMPAR, ONDE BUSCO INSPIRAÇÕES PARA ME TORNAR MELHOR EM TUDO FAÇO E IREI FAZER DAQUI PARA FRENTE.

AO DR. KURT GRIJSPEERDT, POR ME AJUDAR A INICIAR NA PROFISSÃO, VOCÊ E SUA FAMÍLIA FORAM FUNDAMENTAIS PARA MIM .

A YOLANDA, UMA PESSOA ESPETACULAR QUE DEUS COLOCOU NA MINHA VIDA E NA VIDA DO ANDERSON, MUITO OBRIGADA POR TUDO... CONSELHOS, CONVERSAS, AMIZADE...

A LARIZE OLIVEIRA RAMALHO PELA AJUDA, EMBORA NÃO TIVESSEMOS MUITO CONTATO.

E AOS MEUS AMIGOS, QUE POR MAIS QUE ESTEJA UM POUCO AUSENTE PROCURAM ENTENDER E ME APOIAR.

E A TODOS QUE ME AJUDARAM DURANTE A REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.

MUITO OBRIGADO A TODOS.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	09
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1. Produção de energia em equinos atletas.....	12
2.2. Suplementação em equinos atletas.....	14
2.3. Creatina usada como suplemento.....	16
2.4. Avaliação da performance em equinos.....	18
3. OBJETIVOS.....	24
4. TRABALHO CIENTÍFICO.....	25
REFERÊNCIAS.....	48

TEIXEIRA, F.A. M.Sc; Universidade Vila Velha - ES, fevereiro de 2014. **Efeitos da suplementação oral com creatina na performance de equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de três tambores.** Orientadora: Clarisse Simões Coelho.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da suplementação oral com creatina na performance atlética de equinos usados em provas de três tambores. Para tal, foram usados 10 equinos, da raça Quarto de Milha ou mestiços da referida raça, com peso médio de $429,7 \pm 25,3$ kg e com idade média de $3,8 \pm 1,2$ anos, considerados clinicamente hígidos. Os animais foram avaliados em quatro momentos distintos e na fase experimental, entre M3 e M4, os animais receberam 28 g de creatina/100 kg de peso corpóreo, via oral, por 45 dias. Foi possível observar alterações significativas para a atividade sérica de LDH, glicemia e volume globular em função da suplementação oral com creatina sugerindo que a mesma levou a uma melhora da performance atlética dos equinos usados.

Palavras-chave: Exercício, equinos, suplementação, creatina.

TEIXEIRA, F.A. M.Sc; University Vila Velha - ES, february de 2014. **Effects of oral supplementation with creatine on performance of quarter Horses used in barrel racing.** Advisor: Clarisse Simões Coelho.

ABSTRACT

The aim of this study was evaluate the effects of oral supplementation of creatine on the athletic performance of equines used for barrel racing. Ten healthy Quarter Horses, or Quarter Horses crossbred, weighting 429.7 ± 25.3 kg and with mean age of 3.8 ± 1.2 years, were used. Animals were evaluated on four different moments and on the experimental period, between M3 and M4, they were supplemented with 28 g of creatine /100 kg of body weight, orally, for 45 days. It was possible to observe significant alterations for LDH activity, plasma glucose and globular volume due the supplementation, suggesting that it leded to a better athletic performance of the used horses.

Keywords: equine, exercise, supplement, creatine.

1. INTRODUÇÃO

Os cavalos sempre tiveram destaque em estudos que envolviam o exercício físico por serem usados há muito tempo em competições. Corridas de cavalo são realizadas desde 2000 A.C.

Excepcionalmente bem preparados para atividades de diferentes intensidades, os cavalos se apresentam de forma singular, demonstrando a capacidade de exercer um esforço explosivo em resposta a desafios (MELEIRO, 2006). A fisiologia do exercício é usada com uma ferramenta essencial na avaliação de desempenho e condicionamento de equinos atletas, sendo os testes de desempenho utilizados para identificar animais com alto potencial atlético e confirmar a qualidade do treinamento (SILVA, 2008).

O exercício físico compreende o efeito estressante mais fisiológico que existe (FERRAZ et al., 2010). O cavalo apresenta mecanismos que o auxiliam durante o exercício, como a capacidade de aumentar o consumo de oxigênio e sua ventilação eficientemente, a contração esplênica frente ao início do exercício, resultando também na duplicação do transporte de oxigênio sanguíneo; ou até mesmo suportarem uma hipóxia arterial durante excessivo esforço em provas atléticas. Os cavalos passaram a ser submetidos a ocasiões estressantes, que não aconteceriam nem de maneira natural no seu ambiente natural (MELEIRO, 2006).

A raça Quarto de Milha foi a primeira desenvolvida na América, surgindo nos Estados Unidos por volta do ano de 1600. Com a lida no campo, o cavalo foi se especializando no trabalho com o gado e, nos finais de semana, os colonizadores se divertiam promovendo corridas nas ruas com distância de um quarto de milha (402 metros), originando o nome da raça (ABQM, 2013). É um animal que se caracteriza principalmente por força e docilidade, capaz de realizar partidas rápidas, paradas bruscas, grande capacidade de mudar de direção e enorme habilidade de girar sobre si mesmo. Tem peso aproximado de 500 kg. No Brasil, o plantel de Quarto de Milha é composto por mais de 395.698 mil animais registrados. No estado do Espírito Santo, a raça é amplamente difundida e os animais são os mais usados para as chamadas provas tipo western que incluem apartação, cinco tambores, laço de bezerro,

laço em dupla, rédeas, maneabilidade, três tambores, western pleasure, vaquejada e laço comprido, onde a maioria dos circuitos são oficializados pela Associação Brasileira de Quarto de Milha (ABQM) (ABQM, 2013).

Nas provas de Três Tambores, os cavalos são extremamente exigidos. Eles realizam um esforço físico de alta intensidade, porém de curta duração (SECANI e LÉGA, 2009), refletindo em repentina largada, mudanças de direção e paradas abruptas (ABQM, 2013). Por serem animais que realizam exercício de alta intensidade e curta duração, a demanda energética é muito grande (SECANI e LÉGA, 2009). A principal forma de obtenção rápida de energia é feita pela glicólise anaeróbica, ou seja, após o consumo das reservas de ATP, há a ativação do sistema constituído pela fosfocreatina (fonte anaeróbica alática). Quando, esta se esgota, a fonte de energia seguinte é a fase anaeróbica láctica, com conseqüente produção de lactato (MARZZOCO e TORRES, 1999, SECANI e LÉGA, 2009).

Tanto na nutrição humana ou animal, muito tem se debatido quanto ao potencial papel dos suplementos ergogênicos com a finalidade de promover um melhor desempenho atlético (D'ANGELIS et al., 2005).

É considerado suplemento nutricional todo alimento ou substância que contém nutrientes essenciais fornecidos em quantidades maiores do que o requerido pelo organismo, visando evitar um estado de deficiência e/ou complementar a parte nutricional (MAUGHAN, 1999). Embora seja um componente não essencial da dieta, a creatina quando suplementada demonstra benefícios fisiológicos em atletas e em modelos de experimentação animal (FERRARI et al., 2007).

A creatina é um importante reservatório de energia para a contração muscular e cerca de 95% da creatina corporal é armazenada na musculatura esquelética sob a forma livre e fosforilada (como fosfocreatina). Com o aumento da demanda de energia, a fosfocreatina fornece o fosfato para a adenosina difosfato (ADP) a fim de sintetizar a adenosina trifosfato (ATP). Essa reação ocorre rapidamente e resulta em energia para atividades físicas de alta intensidade e curta duração (COSTALLAT et al., 2007).

A suplementação de creatina teria como objetivo, então, aumentar a quantidade de fosfocreatina muscular e aumentar a ressíntese da mesma (COSTALLAT et al., 2007). Segundo Fontana et al. (2003), isso seria uma

possível estratégia ergogênica para aumentar o desempenho em situações de exercícios de curta duração, ou seja, de até 30 segundos.

Mesmo que o uso de suplementos seja comumente ligado ao aumento do desempenho e, até mesmo, a saúde em cavalos, para a maioria dos suplementos – como a creatina – ainda são poucas as evidências científicas existentes sobre a sua eficácia. Além disto, são escassas as informações relacionadas ao treinamento e manejo nutricional da raça Quarto de Milha, em condições climáticas tropicais, como as encontradas no Brasil.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Produção de energia em equinos atletas

A produção e utilização adequadas de energia são essenciais para o ótimo desempenho do equino atleta (GOMIDE et al., 2006). Os equinos têm grande capacidade atlética devido à grande capacidade de consumo de oxigênio, a reserva esplênica de hemácias e a grande quantidade de energia acumulada na forma de glicogênio muscular (PÖSÖ, 2002).

O exercício físico é uma atividade que demanda energia. Eaton et al. (1995) citam que a energia gasta para a realização de atividades físicas de alta intensidade em equinos é 50 vezes superior à necessária no repouso. Esta energia é proveniente de moléculas de ATP ou adenosina trifosfato. Sua produção poderá ocorrer através da degradação do glicogênio muscular (LACOMBE et al., 2003) e com a degradação das moléculas de glicose por via anaeróbica e/ou por via aeróbica. Na glicólise anaeróbica, a glicose é convertida em duas moléculas de piruvato que, por sua vez, na ausência de oxigênio, capta elétrons e é transformado em ácido láctico, gerando somente quatro ATPs para cada mol de glicose usada. Esta forma de produção de energia é rápida. Já na glicólise aeróbica, ou seja, na presença de oxigênio, o piruvato entra no Ciclo de Krebs e é metabolizado até dióxido de carbono e água, gerando 38 ATPs para cada mol de glicose (KANEKO et al., 1997). Além das formas supracitadas de produção de energia, existe o sistema ATP-fosfocreatina que representa a forma mais simples e rápida para a produção de ATP. Essa reação é catalizada pela enzima creatinoquinase e fornece energia suficiente para o início do exercício ou para a manutenção de exercícios de curta duração e alta intensidade (POWERS e HOWLEY, 2000).

Em consequência da descrição acima, é possível dizer que numa atividade muscular intensa, a concentração de ATP nos músculos estriados só é capaz de proporcionar energia por um ou dois segundos. A fonte seguinte de energia a ser usada é o sistema constituído por fosfocreatina, suficiente para trabalhos intensos e de baixa duração – de 6 a 8 segundos. Esta fase de obtenção de energia é denominada de anaeróbica alática (MARZZOCO e

TORRES, 1999). Quando se esgotam as reservas de ATP e fosfocreatina, a próxima fonte de energia é a glicólise anaeróbica com produção de lactato (fase anaeróbica láctica), usada para exercícios intensos com duração de um a dois minutos (EATON, 1994; MARZZOCO e TORRES, 1999). Neste nível de intensidade de exercício, o ácido láctico é produzido pela descarboxilação do piruvato, tendo como catalisador da reação a enzima lactato desidrogenase (LDH) (LUNA, 2002). Este ácido láctico formado é rapidamente tamponado em parte pelo bicarbonato extracelular, resultando na produção de lactato (ROSE e POST, 2001).

Segundo McGowan (2008), os equinos têm uma grande capacidade de tamponamento em exercícios de alta intensidade, principalmente aqueles treinados (POOLE e HALESTRAP, 1993). Porém, se esta elevada intensidade de exercício for mantida por longo tempo, o organismo não consegue tamponar o ácido láctico produzido, gerando fadiga muscular e queda de performance atlética (GOMIDE et al., 2006). Os valores basais de lactato plasmático oscilam no repouso entre $0,52 \pm 0,03$ mmol/l, segundo Art et al. (1990) para cavalos de Sela Belga, e 0,5 a 1,0 mmol/l, segundo McGowan (2008) em cavalos de corrida. Após corrida ou esforço submáximo, as concentrações séricas podem atingir até 25-30 mmol/l (MCGOWAN, 2008). Se as concentrações atingirem 30 mmol/l após a corrida, há declínio do pH sanguíneo para 7,0 e a acidemia resultante leva a fadiga muscular, disfunção de mitocôndria, prejuízo a glicólise e redução de ATP muscular com miopatia (SNOW e VALBERG, 1994; PÖSÖ, 2002). Sendo assim, geralmente atividades de explosão não se estendem por mais de dois minutos. Nas provas de resistência ou exercícios de intensidade submáxima, p.ex., provas de enduro, os sistemas circulatório e respiratório e a obtêm energia principalmente através da glicólise aeróbia (MARZZOCO e TORRES, 1999; SANTOS, 2006).

É importante ressaltar que independente do tipo do exercício, alta ou baixa intensidade, curta ou longa duração, todas as vias de produção de energia são ativadas e o que determina qual será predominante é a intensidade e duração do mesmo. Fato comprovado por Eaton (1994) que observou que equinos da raça Quarto de Milha, correndo 400 metros, têm 60% de sua energia gerada pela glicólise anaeróbica, enquanto que em equinos de corrida,

da raça Puro Sangue Inglês, correndo 1600 a 2100 metros, o metabolismo anaeróbico contribui com 10 a 30% do fornecimento de energia.

Outra explicação quanto ao tipo de produção de energia está relacionada ao tipo de fibra muscular predominante no equino atleta. Segundo Pösö (2002) e Thomassian (2005), existem dois tipos básicos de fibras: fibras musculares do tipo I, de contração lenta e adaptadas a exercícios aeróbicos (alta concentração de mioglobina), e as fibras musculares do tipo II, de contração rápida e adaptadas para exercícios de potência (sendo a IIA – altamente oxidativas e IIB com baixa capacidade oxidativa). As fibras I e II são determinadas geneticamente, mas as IIA e IIB são influenciadas pelo treinamento. Com base nesta informação, segundo os autores, pode-se supor que cavalos que atuam em provas de resistência, como provas de enduro, possuem alta porcentagem de fibras do tipo I e tipo IIA e menor de IIB, que vão determinar maior potencial de obtenção de energia pela via aeróbica. Já cavalos de corrida de longa distância bem treinados (Puro Sangue Inglês) apresentam maiores proporções de fibras do tipo IIA, em relação às do tipo IIB, e menores áreas das fibras do tipo I. Nos cavalos de explosão como os Quarto de Milha, há a predominância das fibras IIB, onde a obtenção de energia ocorre predominantemente por via anaeróbica láctica.

Outro fator que limita o metabolismo aeróbico, além da intensidade do exercício, é a disponibilidade de oxigênio e a capacidade de utilização do mesmo (PÖSÖ, 2002).

2.2. Suplementação em equinos atletas

No mercado de equinos utilizados para a prática de esportes vem acontecendo grandes avanços tanto no setor econômico quanto no tecnológico, visando buscar uma gama de produtos que vão desde insumos alimentícios até novos materiais para a prática de esportes equestres (GOBESSO et al. 2007).

A ingestão e conversão de substâncias alimentícias em nutrientes que podem ser utilizados para a manutenção da função orgânica denomina-se nutrição, que é considerado um dos fatores que otimiza o desempenho do atleta quando bem equilibrada, podendo reduzir a fadiga, lesões, ou repará-las

rapidamente ou otimizar depósitos de energia e para saúde geral do indivíduo (SANTOS e SANTOS, 2002)

Desde a domesticação dos equinos e sua utilização em várias modalidades atléticas, sua dieta foi desenvolvida associando pastagens e energia adicional oferecida em grãos, até os dias atuais onde vários suplementos alimentam a esperança de um melhor desempenho atlético do animal (SNOW, 1994). Kienzle et al. (2006) cita a existência de inúmeros relatos informais de efeitos benéficos na suplementação nutricional de equinos, mas que diante de bases científicas não possuem tais efeitos comprovados.

Inúmeras são as opções de suplementos alimentares lícitos no mercado atualmente (FERRAZ, 2006) e esse aumento significativo ocorre pela busca por melhor desempenho esportivo, ou seja, aumento da capacidade de realização do trabalho físico tanto em animais quanto em humanos (SANTOS e SANTOS, 2002; JULIANO, 2005).

Com a hipótese de que a fadiga central limite a capacidade de resistência dos equinos usados em enduro, Farris et al. (1998) testaram o efeito da infusão de triptofano e/ou glicose antes e/ou durante o exercício sobre o tempo de enduro e as concentrações plasmáticas de triptofano livre e outras substâncias em sete éguas trabalhadas em esteira até a fadiga. Os autores concluíram que a infusão de triptofano reduziu o tempo de exercício até a indução da fadiga quando administrado antes do exercício (100 mg/kg de Peso corpóreo). Os resultados também demonstraram que nos animais em que ocorreu uma fadiga precoce, mesmo com a administração do triptofano, isso foi associado a outros mecanismos não relacionados a disponibilidade periférica de substrato. Já a infusão de glicose foi considerada um fracasso ao não alterar as concentrações de ácidos graxos livres, triptofano e ácidos graxos de cadeia ramificada no pós-exercício.

Em seu experimento, Prates et al. (2009) objetivaram a caracterização da frequência cardíaca de éguas da raça Mangalarga Marchador antes, durante e imediatamente após as provas de marcha e aos 5, 10, 15 e 20 minutos após a prova e também identificar os efeitos do cromo sobre o desempenho cardíaco desses animais. Foi, então, por ele comprovado que a suplementação com cromo melhora o desempenho cardíaco dos animais e influenciou positivamente na recuperação dos mesmos.

Corrêa et al. (2010) analisaram equinos clinicamente sadios submetidos ao esforço prolongado antes e após a suplementação de vitamina E e selênio, onde foram mensuradas valores das enzimas musculares AST, LDH e CK e dos eletrólitos sódio, potássio, cálcio e cloretos. Como resultado concluíram que a suplementação aparentemente não minimizou o efeito de lesão muscular causada pelo exercício físico intenso.

2.3. Creatina usada como suplemento

Nos últimos anos, vários destes suplementos considerados ergogênicos têm sido utilizados para aumentar a capacidade atlética dos equinos, tais como a creatina (FERRAZ et al., 2006). Tal suplemento já é conhecido desde o século passado e foi evidenciado nos Jogos Olímpicos de 1992, através do medalhista britânico dos 100 metros rasos, Linford Christie por ter creditado sua vitória ao consumo desta substância (PERALTA e AMANCIO, 2002). Antes das Olimpíadas de Barcelona, atletas britânicos foram suplementados com creatina, porém a dose utilizada foi menor do que a utilizada nos estudos realizados a respeito de seu uso. Muitos dos atletas melhoraram seus resultados, porém não podemos provar que se não tivessem sido suplementados, não teriam melhorado o desempenho e ganhado medalhas (JAN e COTTERILL, 1996). Desde então, várias pesquisas têm sido realizadas em torno deste suplemento.

A creatina é uma amina fosforilada (ácido acético metilguanidina), sendo um aminoácido de ocorrência natural no organismo. A disponibilização da creatina é feita através da síntese pelo organismo a partir dos aminoácidos glicina, arginina e metionina, ocorrendo principalmente no fígado, seguido dos rins e pâncreas. Outra forma de obtenção da creatina é através de uma dieta rica em carne vermelha e peixe, o que é não possível para os equinos, herbívoros por natureza (PEREIRA, 2006).

A manutenção de adequados níveis de fosfocreatina, que compreende a forma fosforilada da creatina, no músculo é de grande importância para a adequada perpetuação da performance muscular durante exercícios de alta intensidade e curta duração (LOWE et al., 1998), como a prova dos Três Tambores. É válido ressaltar que cerca de 95% da creatina do corpo é

armazenada no músculo esquelético, estando o restante armazenado no coração, músculos lisos, cérebro e testículos (PEREIRA, 2006). Segundo Powers e Howley (2000), a creatina serve para regenerar ATP no sítio contrátil do músculo, bem como para transferir a energia formada para a mitocôndria.

Como já supracitado, a creatina é um importante componente da energia produzida nos tecidos com alta demanda energética, como músculos, e não existe valor estabelecido das necessidades nutricionais diárias da mesma para cavalos segundo a NRC (1998).

Greenhaff et al. (1993) relataram que a fadiga muscular pode ser agravada pela deficiência de creatina porque na falta desta, haveria menor oferta de ATP e conseqüentemente uma maior produção de ácido láctico, levando a fadiga muscular. Retardar o aparecimento da fadiga significa que o exercício pode continuar por mais tempo, a um nível superior, resultando em aumento da massa muscular, força e potência. Desta forma, a suplementação traria o benefício do aumento das reservas de fosfocreatina no músculo e aumentar a ressíntese de da mesma, que será prontamente utilizada na contração muscular durante o exercício, melhorando a capacidade de explosão nos exercícios de alta intensidade e curta duração, ou seja, de até 30 segundos (COSTALLAT et al., 2007).

Muitos estudos realizados com humanos demonstram os efeitos benéficos da creatina. Segundo Harris et al. (1992), foram realizados estudos com humanos onde demonstrou-se que a suplementação de creatina por via oral é absorvida pelo intestino rapidamente e carregada para a musculatura esquelética; ocorrendo da mesma forma em cães selvagens (HARRIS E LOWE, 1995). Birch et al. (1994) mostraram que a suplementação pode melhorar o desempenho atlético em exercícios de curta duração e alta intensidade. Outro efeito também relatado em humanos por Vandenberghe et al. (1997) é hipertrofia muscular, estimulada durante o treino de alta resistência, aumentando o peso desses atletas pelo ganho de volume muscular.

A suplementação deste ergogênico na dieta demonstrou ter um efeito positivo sobre o desempenho de exercícios de curta duração com performance máxima e sustentando exercícios intensos com diminuição do esforço metabólico. Portanto, a creatina suplementada poderia ser considerada benéfica para cães de trabalho e\ou esporte (LOWE, 1998).

Roschel et al. (2010) realizaram um experimento com ratos e puderam observar que a suplementação com creatina poupa o uso do glicogênio muscular durante o exercício intermitente de alta intensidade.

Sewel e Harris (1995) relataram que, quando a creatina é administrada por sonda nasogástrica em equinos na quantidade de 50 mg/kg de peso corpóreo, houve um aumento plasmático de 40 a 100 nmol/L após 4 a 6 horas e, no homem, a mesma dose administrada causou um aumento plasmático de 800 a 1000 nmol/L, dando indícios que a creatina seria pobremente absorvida pelos cavalos.

Quando a creatina é administrada concomitante a alimentação em equinos, há melhor absorção, porém ainda será inferior a absorção do suplemento no cão e no homem (HARRIS e HARRIS, 1998).

De acordo com Ferraz et al. (2006), ainda não está claro se a creatina exerce efeitos benéficos em cavalos. Porém, em países como a Austrália, cavalos de corridas já estão sendo suplementados com creatina e com relatos de resultados benéficos (SNOW, 1994).

2.4. Avaliação de performance em equinos

Sabe-se que o exercício físico intenso realizado durante treinamentos ou competições gera em humanos e animais variações em diversos parâmetros fisiológicos. A compreensão de tais mecanismos fisiológicos durante o exercício físico e o estabelecimento de parâmetros que podem ser avaliados durante o treinamento são de enorme importância na avaliação da performance destes animais (MARQUES, 2002), mas para tal eles devem ser bem caracterizados. Recentemente com as técnicas de automação, as determinações laboratoriais, incluindo hemograma e exames bioquímicos, transformaram-se em ferramentas decisivas para o acompanhamento do equino atleta (HODGSON e ROSE, 1994; CORRÊA et al. ,2010).

A performance atlética de um equino pode ser avaliada tanto com relação ao seu potencial aeróbio, que define a capacidade em manter regularidade dos exercícios e repetir os exercícios diversas vezes, ou quanto ao seu potencial anaeróbio, onde o animal apresenta a capacidade de acelerar e atingir alta velocidade rapidamente resultando num esforço físico de alta intensidade e

curta duração, como ocorre na prova de Três Tambores (SECANI e LÉGA, 2009).

Ferraz et al. (2006), Lindner et al. (2006), Erck et al. (2007) e Angeli (2010) ressaltam que as avaliações de performance podem ser realizadas em laboratório devidamente equipado, com esteira de alta velocidade, ou a campo. Toda avaliação é composta por mensuração de valores registrados nos exames físicos e laboratoriais, tais como limiar de lactato e mensuração da frequência cardíaca antes, durante e após o exercício.

A frequência cardíaca (FC) é o método mais simples para se avaliar a função cardiovascular do animal. Em geral, há um aumento linear da FC, que é diretamente proporcional ao aumento da velocidade do exercício, até o ponto em que a FC máxima é obtida (ROSE e HODGSON, 1994).

De acordo com Thomassian et al. (2005), a aferição da frequência cardíaca durante o exercício físico em equinos atletas é de grande valia, pois visa quantificar a intensidade do trabalho, monitorar condicionamento físico e, assim, analisar o efeito do exercício físico sobre o sistema cardiovascular. A resposta do sistema cardiovascular ao exercício de alta intensidade é o aumento da frequência cardíaca, força de contração, volume sistólico e débito cardíaco.

Outras formas dentre as mais utilizadas e eficientes para a avaliação da performance é a mensuração de variáveis bioquímicas e hormonais, tais como determinação do lactato sanguíneo ou plasmático, cortisol sérico e enzimas musculares (McGOWAN, 2008), mas para tal elas precisam ser bem caracterizadas nas diferentes raças e exercícios físicos impostos.

Segundo Gomide et al. (2006) é essencial que a produção e a utilização de energia sejam adequadas para que os equinos desenvolvam um ótimo desempenho atlético. Toda a energia gasta para a realização da atividade física é proveniente do ATP e sua produção ocorre pela degradação de glicogênio muscular (LACOMBE et al., 2003) e pela degradação de moléculas de glicose por via aeróbica e/ou via anaeróbica, essa última com produção de lactato. Segundo os autores, vale ressaltar que independente do tipo de exercício, todas as vias de produção energética são ativadas e a intensidade e duração do exercício determinarão qual dessas vias predominará.

O lactato é produzido no músculo esquelético durante exercício em distintos níveis de esforço e intensidade. Segundo Simões et al. (1999), Trilk et al. (2002), Thomassian et al. (2005) e Erck et al. (2007), a concentração de lactato sanguíneo pode ser utilizada tanto para avaliação do condicionamento físico como para determinar a intensidade de treinamento e detectar adaptações decorrentes da prática de exercício crônico. Desmecht et al. (1996) descreveram que há uma correlação linear entre as concentrações de lactato plasmático e a intensidade do exercício realizado por equinos.

O aumento da concentração de lactato pode ser utilizado para indicar a capacidade atlética do cavalo, pois animais com grande capacidade aeróbica geralmente tem baixas elevações na concentração de lactato em resposta ao exercício ou apresentam uma taxa de remoção do lactato produzido pelo músculo mais eficiente, fazendo com que a capacidade de tamponamento citoplasmática melhore (VALBERG, 2008).

Os valores basais de lactato oscilam entre 0,5 e 1,0 mmol/L (McGOWAN, 2008). Segundo Santos (2006), exercícios de alta intensidade promovem aumento de lactato superior a 4 mmol/L, fato esse comprovado por Caiado et al. (2011) que trabalharam com equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla e cujos valores pós-exercício atingiram 9,86 mmol/L, e exercícios de intensidade moderada caracterizam aumentos plasmáticos entre 2,5 e 4 mmol/L, semelhante as descrições de Gama et al. (2012) que usaram equinos da raça Mangalarga Marchador em exercícios com predomínio do metabolismo aeróbico e cujos valores pós-exercício atingiram 2,73 mmol/L.

Aguera et al. (1995), Couroucé et al. (1997) e Richard et al. (2009) citaram que a produção de lactato, quando associado à avaliação da frequência cardíaca e mensuração da velocidade de corrida, representam os principais testes usados para estimar a eficácia do treinamento de cavalos atletas e que existem outras variáveis que podem ser utilizadas para a avaliação do condicionamento físico como por exemplo a L150 e a L200, representando desta forma o valor de lactato plasmático registrado quando a frequência cardíaca atinge respectivamente 150 e 200 bpm, respectivamente.

O cortisol corresponde ao principal hormônio relacionado ao estresse fisiológico do exercício, ocorrendo um aumento na sua liberação pela glândula adrenal durante a atividade física. É considerado o principal glicocorticoide

secretado pelo córtex da adrenal (MIRCEAN et al., 2007). A liberação do cortisol tem seu pico circulatório com cinco a 30 minutos após o término do exercício (GORDON et al., 2007) e sua principal função é disponibilizar os recursos energéticos necessários para a manutenção dos esforços musculares através de diversas vias de ação, tais como degradação de proteínas teciduais para que aminoácidos sejam usados na gliconeogênese hepática, mobilização de ácidos graxos livres do tecido adiposo e redução da taxa de uso celular da glicose (HYYPPÄ, 2005).

O aumento do cortisol sérico durante o exercício físico em equinos é esperado (MIRCEAN et al., 2007) e já foi observado tanto em exercícios de alta intensidade quanto naqueles constantes e moderados, mas com tempo prolongado (ISLAS et al., 2007; COELHO et al., 2011; RAMALHO et al., 2012). Entretanto, essa resposta varia com a intensidade e duração do exercício, nível de condicionamento atlético, estado nutricional e ritmo circadiano (COELHO et al., 2011). Sua liberação tende a ser menor em indivíduos treinados quando comparados aos não treinados submetidos ao mesmo tipo de exercício pelo mesmo tempo (MARC et al., 2000).

Dugat et al. (2010) cita valores oscilando entre 2,9 e 6,6 $\mu\text{g/dL}$. Coelho et al. (2011), estudando equinos da raça Mangalarga marchador submetidos a prova de marcha, descreveram valores de 7,46 $\mu\text{g/dL}$ antes do exercício e 12,45 $\mu\text{g/dL}$ imediatamente ao término desse, com diferença significativa entre os momentos estudados. Já Ramalho et al. (2012), trabalhando com equinos da raça Quarto de Milha submetidos a provas de laço em dupla, descreveram valores pré-prova de 6,86 $\mu\text{g/dL}$ e pós prova de 10,89 $\mu\text{g/dL}$, também com diferença significativa entre os momentos.

Dentre as alterações fisiológicas observadas com a liberação do cortisol e catecolaminas frente ao exercício destaca-se o efeito hiperglicemiante em consequência do bloqueio de liberação de insulina e aumento das concentrações de glucagon (HYYPPÄ, 2005). Esse efeito é transitório, pois há a normalização dos valores após o término do exercício (MARTINS et al., 2005; FERRAZ et al., 2010). Coelho et al. (2011) e Ramalho et al. (2012) descreveram os efeitos hiperglicemantes, pois os valores encontravam-se

superiores aos descritos por Robinson (2003), porém sem observar diferença significativa entre os momentos de avaliação.

Em consequência do déficit energético provocado pelo exercício físico, há aumento da lipólise e catabolismo de proteínas corporais. Orozco et al. (2007) observaram aumento gradativo de triglicérides séricos (de 34,9 mg/dL antes do exercício para 58,5 mg/dL no momento de desaceleração) nos equinos submetidos a prova de enduro. Isso seria explicado pelo maior requerimento de energia frente ao exercício gerando oxidação dos ácidos graxos, precursores dos triglicérides, na musculatura esquelética. Oscilações semelhantes, e significativas, foram observadas por Coelho et al. (2011) e Ramalho et al. (2012).

A aspartato aminotransferase (AST) é uma enzima citoplasmática e mitocondrial que encontra-se em diversos tecidos entre eles o fígado e os músculos esqueléticos e cardíacos, sendo utilizada com frequência em diagnóstico de afecções que acometem esses órgãos (VALBERG, 2008). Esta enzima catalisa a transaminação reversível de L-aspartato e alfa-cetoglutarato em oxalacetato e glutamato (CARDINET, 1997). Na literatura nacional e internacional os valores de referência descritos variam consideravelmente. Valberg (2008) descreveu valores de $296,0 \pm 70,0$ UI/L para equinos Puro Sangue Inglês (PSI) no repouso. Franciscato et al. (2006) citaram valores médios de 209,7 UI/L para equinos da raça Crioulo em treinamento. Mais recentemente Pritchard et al. (2009) citaram valores de referência entre 189 e 456 UI/L.

A lactato desidrogenase (LDH) catalisa reação reversível de L-lactato para piruvato e encontra-se em grande quantidade na musculatura esquelética (VALBERG, 2008). O aumento da atividade sérica de AST e LDH não tem especificidade para lesão muscular.

Principalmente encontrada no citosol das células musculares esqueléticas e cardíacas, a creatino quinase (CK) é considerada uma enzima de alta especificidade para lesões musculares, uma vez que catalisa a fosforilação de ADP (adenosina difosfato) em ATP (adenosina trifosfato), disponível para contração muscular (CARDINET, 1997). Semelhantemente a AST, há uma grande oscilação de valores na literatura. Robinson (2003) descreveu intervalo de referência entre 2 e 147 UI/L para PSI, enquanto Valberg (2008)

descreveram valores medios de $12,9 \pm 5,2$ UI/L. Pritchard et al. (2009) citaram valores oscilando entre 123 e 358 UI/L.

A determinação sérica das atividades da AST, CK e LDH pode ser usada para avaliar os efeitos do exercício físico sobre a musculatura (CÂMARA-SILVA et al., 2007; VALBERG, 2008). Segundo VALBERG (1996), há um aumento na permeabilidade do sarcolema durante o exercício e, com isso, as enzimas podem escoar para o plasma, porém os resultados descritos na literatura são controversos, com alguns autores citando influência positiva (ou seja aumento dos valores sanguíneos das referidas variáveis) ou a não interferência do exercício sobre estes constituintes sanguíneos (ROSE et al., 1980; FREESTONE et al., 1991; BALARIN et al., 2005; KOWAL et al., 2006; PADALINO et al., 2007; CAIADO et al., 2011; GAMA et al., 2012; PEREIRA NETO et al., 2013). Câmara-Silva et al. (2007) ressaltam que as concentrações dessas enzimas poderiam ainda ser influenciadas pela fase de treinamento e pelo tipo de exercício e Harris et al. (1998) citam que, se a duração do exercício for mantido constante, a intensidade do mesmo, ou seja, a velocidade imposta, determinaria o aumento de suas concentrações séricas.

3. OBJETIVOS

O objetivo da presente dissertação de mestrado foi avaliar a influência da suplementação oral com creatina no desempenho de equinos da raça Quarto de Milha, em atividade física, criados no estado do Espírito Santo. A hipótese do trabalho é que a referida suplementação ajudaria o animal a melhorar seu desempenho atlético, com menor gasto energético, possibilitando uma recuperação mais rápida e menos deletéria ao organismo animal.

4. TRABALHO CIENTÍFICO

O artigo científico foi confeccionado seguindo as Instruções aos Autores estabelecida pela Revista **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, obtido no site <http://www.abmvz.or.br>

1 **Efeitos da suplementação oral com creatina na performance de equinos da raça**
2 **Quarto de Milha usados em provas de três tambores**
3 **(Effects of oral supplementation with creatine on performance of quarter Horses**
4 **used in barrel racing)**

5 Fernanda A. Teixeira¹, Anderson L. Araújo², Larize de Oliveira Ramalho³, Clarisse S.
6 Coelho^{4*}

7
8 ¹ Programa de Mestrado em Ciência Animal, UVV-ES.

9 ² Programa de Mestrado em Ciência Animal, UVV-ES.

10 ³ Veterinária autônoma.

11 ⁴ Curso de Graduação em Medicina Veterinária e Programa de Mestrado em Ciência
12 Animal, Universidade Vila Velha (UVV-ES). Rua Comissário José Dantas de Melo, 21,
13 Vila Velha – ES, CEP: 29102-770. Email: clarisse.coelho@uvv.br. *Autora para
14 correspondência.

15
16 **RESUMO**

17 O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da suplementação oral com creatina
18 na performance atlética de equinos usados em provas de três tambores. Para tal, foram
19 usados 10 equinos, da raça Quarto de Milha ou mestiços da referida raça, com peso
20 médio de 429,7±25,3 kg e com idade média de 3,8±1,2 anos, considerados clinicamente
21 hígidos. Os animais foram avaliados em quatro momentos distintos e na fase
22 experimental, entre M3 e M4, os animais receberam 28 g de creatina/100 kg de peso
23 corpóreo, via oral, por 45 dias. Foi possível observar alterações significativas para a
24 atividade sérica de LDH, glicemia e volume globular em função da suplementação oral
25 com creatina sugerindo que a mesma levou a uma melhora da performance atlética dos
26 equinos usados.

27 **Palavras-chave:** equinos, exercício, suplementação, creatina.

28
29 **ABSTRACT**

30 The aim of this study was evaluate the effects of oral supplementation of creatine on the
31 athletic performance of equines used for barrel racing. Ten healthy Quarter Horses, or
32 Quarter Horses crossbred, weighting 429.7±25.3 kg and with mean age of 3.8±1.2
33 years, were used. Animals were evaluated on four different moments and on the
34 experimental period, between M3 and M4, they were supplemented with 28 g of

35 creatine /100 kg of body weight, orally, for 45 days. It was possible to observe
36 significant alterations for LDH activity, plasma glucose and globular volume due the
37 supplementation, suggesting that it leaded to a better athletic performance of the used
38 horses.

39 **Keywords:** equine, exercise, supplement, creatine.

40

41 INTRODUÇÃO

42 Os equinos da raça Quarto de Milha se caracterizam principalmente por força e
43 docilidade, capazes de realizar partidas rápidas, paradas bruscas, grande capacidade de
44 mudar de direção e enorme habilidade de girar sobre si mesmo (ABQM, 2013). São
45 usados para as chamadas provas tipo *western* que incluem apartação, cinco tambores,
46 laço de bezerro, laço em dupla, rédeas, maneabilidade, três tambores, *western pleasure*,
47 vaquejada e laço comprido, onde a maioria dos circuitos são oficializados pela
48 Associação Brasileira de Quarto de Milha (ABQM) (ABQM, 2013).

49 É sabido que a produção e utilização adequadas de energia são essenciais para o
50 ótimo desempenho do equino atleta (Gomide *et al.*, 2006). Nas atividades executadas
51 pelos equinos da raça Quarto de Milha, os animais executam um esforço físico de alta
52 intensidade, e de curta duração (Secani e Léga, 2009), refletido por repentina largada,
53 mudanças de direção e paradas abruptas (ABQM, 2013), que geram uma grande
54 demanda energética (Secani e Léga, 2009). A pequena quantidade de adenosina
55 trifosfato (ATP) intramuscular é rapidamente consumida, assim como a fosfocreatina.
56 Com o aumento da intensidade do exercício, há um predomínio de produção energética
57 via metabolismo anaeróbico com subsequente produção de ácido láctico. Esse ácido
58 láctico formado é rapidamente tamponado resultando na produção de lactato (Rose e
59 Post, 2001). Falaschini e Trombetta (2001) citaram que o aumento do lactato é esperado
60 após o exercício, sendo maior nos equinos submetidos a provas de alta intensidade, fato
61 também comprovado por Caiado *et al.* (2011), em cujos valores ultrapassam 4 mmol/L.

62 Inúmeras são as opções de suplementos alimentares presentes no mercado
63 visando a melhora no desempenho atlético de equinos, entretanto vários não tem seus
64 efeitos cientificamente comprovados (Kienzle *et al.*, 2006). Dentre as várias substâncias
65 ergogênicas usadas com o propósito de melhorar o potencial atlético de equinos destaca-
66 se a creatina. Sua forma fosforilada, a fosfocreatina, fornece energia para a contração
67 muscular de uma forma semelhante ao ATP, produzindo uma grande quantidade de
68 energia livre quando há a quebra da ligação entre as moléculas de creatina e fosfato

69 (Schuback *et al.*, 2000). Essa substância está estocada em grande quantidade na
70 musculatura esquelética e tem importante papel durante a contração intensa (Greenhaff,
71 1997). Acredita-se que a suplementação com creatina aumente a quantidade de
72 fosfocreatina muscular e, com isso, melhore a performance muscular durante exercícios
73 ou esforços de alta intensidade e curta duração, ou seja, de até 30 segundos (Lowe *et al.*,
74 1998; Costallat *et al.*, 2007).

75 A suplementação com creatina por um período prolongado de tempo estimulou a
76 hipertrofia muscular (Vandenberghe *et al.*, 1997) e aumentou o peso corpóreo em
77 humanos atletas (Balsom *et al.*, 1995). Balsom *et al.* (1993) e Greenhalf *et al.* (1993)
78 citaram menores concentrações pós-exercício de lactato e/ou hipoxantina e amônia após
79 a suplementação com creatina. Outros trabalhos comprovaram os efeitos benéficos da
80 creatina em humanos (Birch *et al.*, 1994; Vandenberghe *et al.*, 1997), cães (Lowe *et al.*,
81 1998) e ratos (Roschel *et al.*, 2010). Entretanto, vários estudos não comprovam a
82 influência da suplementação de creatina sobre a performance e metabolismo (Mujika *et*
83 *al.*, 1996; Terillion *et al.*, 1997).

84 Em equinos, nenhuma influência foi observada na concentração plasmática de
85 creatina ou no transporte da creatina na musculatura de equinos após consumo diário de
86 50g de creatina monoidratada por 7 dias (Schuback *et al.*, 2000). D'Angelis *et al.*
87 (2005) investigaram os efeitos da suplementação oral com creatina (75g de creatina
88 monoidratada, diariamente, por 90 dias) sobre as respostas musculares num treinamento
89 aeróbico em 12 equinos da raça Árabe e observaram que o treinamento levou à
90 hipertrofia das fibras do tipo I, bem como o aumento da área relativa ocupada pelas
91 mesmas, resultando em modificações das características contráteis e metabólicas do
92 músculo glúteo médio. Entretanto, os autores não conseguiram estabelecer os efeitos
93 benéficos da suplementação sobre as características musculares examinadas.
94 Semelhantemente a esses autores, Essen-Gustavsson *et al.* (1994) e Sewell e Harris
95 (1995) não encontraram melhora na resposta metabólica e desempenho atlético com a
96 suplementação de creatina em equinos trabalhados na esteira em intensidade
97 submáxima.

98 Em outro trabalho, Ferraz *et al.* (2006), investigaram a suplementação com
99 creatina em equinos no mesmo protocolo descrito por D'Angelis *et al.* (2005) e
100 observaram um aumento significativo da V4 (velocidade na qual a produção de lactato
101 atinge 4 mmol/L) nos animais suplementados.

102 Frente à escassez de dados na literatura no que se refere ao uso benéfico da
103 suplementação com creatina sobre a performance atlética de equinos, o objetivo do
104 presente trabalho foi avaliar a influência da suplementação oral com creatina no
105 desempenho de equinos da raça Quarto de Milha, em atividade física, criados no estado
106 do Espírito Santo. A hipótese do trabalho é que a referida suplementação ajudaria na
107 melhorar seu desempenho atlético, com menor gasto energético, possibilitando uma
108 recuperação mais rápida e menos deletéria ao organismo animal.

109

110 MATERIAL E MÉTODOS

111 O presente projeto de pesquisa teve aprovação da Comissão de Ética, Bioética e Bem-
112 estar Animal (CEUA - UVV-ES), sendo registrado sob o número 147/2011. Foram
113 utilizados 10 equinos, da raça Quarto de Milha ou mestiços da referida raça, sendo sete
114 machos e três fêmeas, pesando em média $429,7 \pm 25,3$ kg, com idade variando entre três
115 e seis anos (média de $3,8 \pm 1,2$ anos de idade), considerados clinicamente hígidos
116 mediante avaliação física (sem alterações músculo-esqueléticas) e hemograma. Os
117 animais pertencem a dois criatórios, sendo um localizado em Colatina (latitude: $19^{\circ} 32'$
118 $22''$ e longitude $40^{\circ} 37' 50''$) e outro localizado na Serra (latitude: $20^{\circ} 07' 43''$ e
119 longitude: $40^{\circ} 18' 28''$) sendo ambos municípios do Estado do Espírito Santo, Brasil. A
120 temperatura local média era de 29°C e a umidade relativa do ar de 80% , onde as
121 amostras foram coletadas entre os meses de agosto e novembro e os animais sempre
122 trabalhados por volta das 7:30 da manhã.

123 Todos os animais foram submetidos ao mesmo tipo de manejo alimentar e
124 sanitário. Sendo mantidos em baias individuais durante o período de avaliação. A
125 alimentação dos animais foi feita com feno de Tifton sp. *ad libitum* e sal mineral
126 inorgânico (100 g – Tortuga Ltda.) e com ração comercial (1,2 kg/100 kg de peso
127 corpóreo – DoEqui TopQuality® / Nutriave; não contendo creatina em sua composição),
128 com 12 % de proteína bruta, divididos em três vezes ao dia. Os níveis de garantia
129 descritos no produto pelo fabricante são: umidade (máx.) 120g; Proteína Bruta (min.)
130 120g; Extrato Etéreo (min.) 40g; Fibra Bruta (máx.) 80g; Matéria Mineral (máx.) 80g;
131 Cálcio (min.) 10.000 mg; Cálcio (máx.) 18g; Fosforo (min.) 4.800 mg; Energia
132 Digestível 3.100 Kcal; FDA (máx.) 110g; Ômega 3 (min.) 1400 mg; Ômega 6 (min.)
133 21,5g; Lisina (min.) 4.300 mg; Metionina (min.) 2.500 mg; Treonina (min.) 2.300 mg;
134 Sódio (min.) 1.990 mg; Magnésio (min.) 1.500 mg; Enxofre (min.) 2.000 mg; Manganês
135 (min.) 60 mg; Cobre (min.) 75 mg; Ferro (min.) 75 mg; Zinco (min.) 225 mg; Iodo

136 (min.) 4.5 mg; Selênio (min.) 0,9 mg; Cobalto (min.) 3 mg; Ácido Pantotênico (min.) 10
137 mg; Àcido Fólico (min.) 8 mg; Niacina (min.) 20 mg; Biotina (min.) 0,4 mg; Colina
138 (min.) 170 mg; Vitamina C (min.) 170 mg; Vitamina A (min.) 11.000 UI; Vitamina D3
139 (min.) 1.100 UI; Vitamina E (min.) 185 UI; Vitamina K3 (min.) 2 mg; Vitamina B1
140 (min.) 12 mg; Vitamina B2 (min.) 12 mg; Vitamina B6 (min.) 7 mg; Vitamina B12
141 (min.) 60 mcg.

142 Cada equino foi vermifugado com pasta oral a base de ivermectina 1%
143 (Equalan[®]), vacinados contra influenza equina, tétano e encefalomielite (Tri-Equi[®] -
144 Hertap) e foi realizado a profilaxia oral para remoção de pontas dentárias.

145 Todos os equinos selecionados encontravam-se em um estagio avançado de
146 treinamento, pelo fato de estarem sendo treinados a aproximadamente dois anos. O
147 treinamento semanal consistia de trabalhos diários de segunda a sábado de 45 – 60
148 minutos divididos entre aquecimento e realização de percursos ao trote e galope.

149 A prova de três tambores, consiste em contornar três tambores, distribuídos ao
150 longo da pista no menor tempo possível. Nesta prova, os tambores são distribuídos de
151 forma triangular, com uma distância de 27,5 m entre o primeiro e segundo tambores, e
152 uma distância de 32 m entre os demais (ABMQ, 2013). A média de tempo da prova de
153 três tambores é 18 segundos, caracterizando um exercício de alta intensidade e curta
154 duração.

155 Na presente pesquisa, os animais foram avaliados em quatro momentos distintos
156 assim definidos: M1 (pré-seleção - avaliação do condicionamento atlético para seleção
157 dos animais); M2 (controle - após um período de 30 dias de adequação dos equinos ao
158 mesmo programa de treinamento e padronização de manejo alimentar); M3 (avaliação
159 sem suplementação - após um período de 45 dias de avaliação sem suplementação); e
160 M4 (avaliação com suplementação - após período de 45 dias de suplementação com a
161 creatina, seguindo protocolo abaixo discriminado). Em cada um desses momentos, os
162 equinos executaram uma prova de três tambores. Nos dias de avaliação, foram
163 registradas as características da pista. Também, nos momentos das coletas de sangue foi
164 aferida a frequência cardíaca do equino e foram registradas informações relacionadas ao
165 seu exame clínico e tempo para execução da prova atlética.

166 De cada equino, foram obtidas quatro amostras de sangue, para cada momento
167 (M1, M2, M3 e M4), nos tempos antes (T0) e imediatamente após (T1) e com 30 (T2) e
168 120 (T3) minutos após o término do exercício. As amostras de sangue foram obtidas,
169 após antissepsia local, por meio de venopunção da jugular com agulhas descartáveis (25

170 mm x 0,8 mm), utilizando-se sistema a pressão negativa, em tubos de vidro contendo
171 anticoagulante EDTA-fluoreto de sódio com capacidade de 2 ml, para avaliação
172 plasmática de lactato e glicose; em tubos de vidro siliconizados sem anticoagulante com
173 capacidade de 9 ml, para as determinações séricas de AST, LDH, CK e triglicérides; e
174 em tubos de vidro siliconizados contendo anticoagulante EDTA-K3 com capacidade de
175 2 ml, para determinação do volume globular (VG). Todas as amostras foram
176 transportadas sob refrigeração a 10°C ao Laboratório Clínico Veterinário (CEMEVES)
177 para processamento imediato. As amostras obtidas em frascos sem anticoagulante e com
178 anticoagulante EDTA-fluoreto de sódio foram imediatamente centrifugadas durante 10
179 minutos (Centrífuga modelo TDL80-2B – Marca Centribio) a 3500 RPM para separação
180 de, respectivamente, soro e plasma.

181 Durante a fase experimental (entre M3 e M4), os equinos receberam 28 g de
182 creatina/100 kg de peso corpóreo (Creatina FC[®]-Vetnil), via oral, por 45 dias.

183 O VG foi determinado pela técnica do microhematócrito. No soro, a atividade da
184 enzima AST foi determinada através de kit comercial (Katal 15B) (Bergmeyer, 1985). A
185 atividade sérica de CK foi quantificada utilizando-se kit comercial (Katal 47B) (Schmid
186 e Forstner, 1986). A atividade sérica da LDH foi determinada usando kit comercial
187 (Katal 08B) (Bergmeyer, 1985). A determinação de lactato plasmático foi realizada
188 através de metodologia enzimática, utilizando kit comercial (KATAL – LOD-PAP),
189 segundo metodologia de Pryce (1969). Todo o processamento foi feito em analisador
190 bioquímico semi-automático (Bioplus - BIO 200).

191 A glicose plasmática foi determinada através de metodologia enzimática
192 (Schmid e Forstner, 1986), utilizando kit comercial, em comprimento de onda de 510
193 nm, e determinação sérica de triglicérides foi feita através de método enzimático
194 colorimétrico (Bergmeyer, 1974), usando kit comercial, em comprimento de onda de
195 540 nm, ambos em aparelho analisador semi-automático (Bioplus – BIO200).

196 A análise dos resultados foi realizada utilizando-se o programa estatístico
197 computadorizado GraphPad InStat (versão 3.0). Devido à distribuição gaussiana dos
198 dados registrados, os dados foram avaliados através de testes paramétricos (análise de
199 variância – ANOVA) seguido da comparação entre médias (teste de Tukey) com nível
200 de significância de 5%. Nestas análises levou-se em consideração a influência do
201 exercício físico imposto sobre as variáveis sanguíneas estudadas para cada momento de
202 avaliação e a influência da suplementação com creatina sobre as variáveis sanguíneas

203 estudadas comparando as médias registradas nos diferentes tempos entre os momentos
204 de avaliação.

205

206 **RESULTADOS**

207 Na Tabela 1, estão apresentados os valores médios e desvios-padrão para a
208 frequência cardíaca (bpm), volume globular (%), atividades séricas de AST (UI/L),
209 LDH (UI/L) e CK (UI/L), triglicérides séricos (mg/dL), lactato (mmol/L) e glicose
210 plasmática (mg/dL), bem como os valores de p obtidos no teste de Tukey, na avaliação
211 feita como pré-seleção dos animais. É possível observar que o tipo de exercício físico
212 imposto levou a alterações significativas para frequência cardíaca, AST sérica e lactato
213 e glicose plasmáticas.

214 Na Tabela 2, estão apresentados os valores médios e desvios-padrão para AST
215 (UI/L), LDH (UI/L), CK (UI/L), lactato (mmol/L), glicose (mg/dL) e triglicérides
216 (mg/dL), bem como os valores de p obtidos na análise da influência do exercício físico
217 sobre as variáveis estudadas nos diferentes momentos (M2, M3 e M4). É possível
218 observar que não houve diferença significativa entre os tempos nos diferentes
219 momentos de avaliação (M2, M3 e M4) para AST, CK, glicose e triglicérides. Para
220 LDH, houve diferença significativa em M2, com maior valor sendo registrado em T2.
221 As concentrações de lactato plasmático sofreram variações significativas em todos os
222 tempos nos três diferentes momentos estudados, sempre com maior valor registrado no
223 momento T1 (logo após a conclusão da atividade física).

224 Na comparação entre os momentos de avaliação, nos diferentes tempos, feita
225 também através do teste de Tukey com intuito de verificar a influência da
226 suplementação com creatina sobre a performance dos equinos estudados, foi possível
227 observar que não houve diferença significativa nos valores registrados para AST
228 ($T_0=0,6214$; $T_1=0,9008$; $T_2=0,2055$; $T_3=0,1353$); os resultados apenas sugerem uma
229 tendência a redução nos valores em todos os tempos no momento M4 (após
230 suplementação), quando comparado com M2 e M3. Semelhantemente, não foram
231 encontradas diferenças significativas CK sérica ($T_0=0,3146$; $T_1=0,3867$; $T_2=0,4684$;
232 $T_3=0,7841$), lactato plasmático ($T_0=0,6043$; $T_1=0,9995$; $T_2=0,1656$; $T_3=0,1438$) e
233 triglicérides séricos ($T_0=0,3207$; $T_1=0,2561$; $T_2=0,7104$; $T_3=0,4263$). Diferentemente,
234 a análise dos resultados registrados para LDH sérica demonstram diferença significativa
235 em T1 ($p=0,0129$) e T2 ($p=0,0059$), ambos com menor valor em M4; nos demais
236 tempos ($T_0=0,3829$; $T_3=0,0548$), não houve diferença significativa. Para glicose

237 plasmática também foi observada diferença significativa em T2 ($p=0,0429$), com maior
238 valor registrado em M4; nos demais momentos não foram observadas diferenças
239 significativas ($T0=0,0566$; $T1=0,2367$; $T3=0,1740$).

240 Na Tabela 3, estão apresentados os valores médios e desvios-padrão para
241 frequência cardíaca (bpm) e VG (%), bem como os valores de p obtidos na análise da
242 influência do exercício físico sobre as variáveis estudadas nos diferentes momentos
243 (M2, M3 e M4). Para ambas as variáveis é possível observar que houve diferença
244 significativa em todos os momentos de avaliação com o pico de valores sendo atingido
245 no T1, logo após o término da atividade física. Na comparação entre os momentos de
246 avaliação, nos diferentes tempos, foi possível observar para a frequência cardíaca que
247 não houve diferença significativa em nenhuma das comparações feitas ($T0=0,2202$;
248 $T1=0,1328$; $T2=0,5804$; $T3=0,9391$). Já para VG foi possível observar diferenças
249 significativas em T2 ($p=0,0379$) e T3 ($p=0,0041$), com menores valores registrados em
250 M4. Para os demais tempos, não foram observadas diferenças significativas entre os
251 momentos ($T0=0,4229$; $T1=0,6479$).

252

253 **DISCUSSÃO**

254 Para a realização do experimento, foi necessário selecionar equinos hígidos, ou
255 seja, sem alterações músculo-esqueléticas ou em quaisquer outros sistemas que
256 pudessem comprometer sua performance atlética. Para tal, os animais foram avaliados
257 através de exames físicos e laboratoriais no momento M1. No T0, é possível verificar na
258 Tabela 1 que os valores registrados para as variáveis pesquisadas encontravam-se dentro
259 da normalidade para a espécie segundo Robinson (2003).

260 Em todos os momentos de avaliação, abrangendo M1, M2, M3 e M4, foi
261 possível observar a influência do exercício físico sobre algumas variáveis estudadas.

262 Segundo Balarin *et al.* (2005), Martins *et al.* (2005), Kowal *et al.* (2006) e Gama
263 *et al.* (2012), que trabalharam, respectivamente, com equinos em atividades de trote,
264 galope, enduro e marcha, a atividade física imposta não levou à alterações significativas
265 da atividade sérica de AST sérica. Esses resultados também foram observados por
266 Caiado *et al.* (2011), trabalhando com equinos da raça Quarto de Milha submetidos a
267 provas de laço em dupla. Tais achados se assemelham aos encontrados na presente
268 pesquisa para M2, M3 e M4. Vale ressaltar a tendência encontrada pelos autores de
269 aumento em T1, imediatamente após o término da atividade física. Opostamente, e
270 semelhante aos resultados da presente pesquisa para M1, Câmara e Silva *et al.* (2007) e

271 Tateo *et al.* (2008) registraram aumentos significativos, com pico registrado em T1. A
272 não influência do exercício físico sobre CK, em todos os momentos, e LDH, em M1,
273 M3 e M4, já foi descrita por Gama *et al.* (2012). Entretanto, alterações significativas em
274 CK foram observadas por Caiado *et al.* (2011). Trabalhando com muare, Pereira Neto
275 *et al.* (2013) observaram aumentos significativos em AST e LDH, sem alterações sobre
276 CK.

277 São grandes as diferenças na literatura referentes aos valores considerados de
278 repouso e valores registrados após a realização de um exercício físico para AST, CK e
279 LDH, pois tais enzimas podem sofrer a influência da raça, idade, tipo e duração do
280 exercício e manejo (Balarin *et al.*, 2005). A permeabilidade do sarcolema estaria
281 aumentada durante o exercício e com isso as enzimas escoariam para o plasma.
282 Aumentos de menor magnitude, ou até mesmo a não influência do exercício físico sobre
283 essas variáveis sanguíneas, são resultados esperados em equinos bem condicionados
284 (Câmara e Silva *et al.*, 2007). Dessa forma, a análise dos resultados registrados nos
285 diferentes momentos de avaliação sugerem que os mesmos encontravam-se adaptados
286 ao tipo de exercício físico imposto e, portanto, aptos a participarem do experimento.

287 Diferentemente de Ramalho *et al.* (2012), que usaram cavalos da raça Quarto de
288 Milha submetidos a provas de laço em dupla, na presente pesquisa foi possível observar
289 a influência do exercício físico imposto sobre a glicemia somente em M1. Esse aumento
290 da glicemia frente ao exercício já foi descrito por Martins *et al.* (2005) e é justificado
291 pelo aumento de cortisol, levando a um bloqueio na liberação de insulina e, com isso,
292 priorizando o uso da glicose pelo Sistema Nervoso Central, evitando a fadiga central
293 (Ferraz *et al.*, 2010). Nos demais momentos, apesar de não haver diferença significativa
294 é possível observar a manutenção de uma hiperglicemia ao longo do período de
295 avaliação, com valores próximos ao patamar mais alto dentro daqueles descritos por
296 Robinson (2003), cujos valores oscilam entre 75-115 mg/dL, semelhante ao descrito por
297 Ramalho *et al.* (2012).

298 Acredita-se que a ação de catecolaminas e cortisol no exercício gerem um
299 balanço energético negativo, semelhante ao registrado no jejum alimentar (Durham,
300 2006) e, com isso, há aumento da lipólise e do catabolismo de proteínas corporais que
301 atuam como precursoras dos ácidos graxos livres. Orozco *et al.* (2007) descreveram
302 aumentos significativos dos triglicérides séricos nos equinos usados em provas de
303 enduro (valores oscilando entre 34,9 mg/dL antes do exercício até 58,5 mg/dL na
304 desaceleração em esteira). Fato esse não observado em nenhum momento da presente

305 pesquisa, apesar de uma tendência a elevação com maiores valores registrados em T1,
306 principalmente em M1. A recuperação dos valores após o exercício é justificada pela
307 ação da insulina com o retorno alimentar (Ramalho *et al.*, 2012).

308 Os valores de lactato plasmático registrados no repouso (T0) em todos os
309 momentos de avaliação estão no limite superior descrito por McGowan (2008), que
310 descreveu valores entre 0,5 e 1,0 mmol/L. Em M1, M2, M3 e M4, foi possível observar
311 aumentos significativos dos valores médios de lactato plasmático em T1, atingindo,
312 respectivamente, 16,4 mmol/L, 8,90 mmol/L, 9,00 mmol/L e 8,95 mmol/L, em cada
313 momento. Essa elevação é esperada e comprova que nos equinos usados houve
314 predomínio do metabolismo anaeróbico para produção de energia, concordando com os
315 achados de Kowal *et al.* (2006), Tateo *et al.* (2008) e Caiado *et al.* (2011). Segundo
316 Falaschini e Trombetta (2001) e Santos (2006), exercícios de alta intensidade e curta
317 duração aumentam os valores de lactato plasmático para níveis superiores a 4 mmol/L,
318 sendo esse aumento proporcional à intensidade da atividade física. Os valores
319 registrados em T1 de M2, M3 e M4 foram semelhantes à descrição de Caiado *et al.*
320 (2011) que encontraram um valor médio de 9,86 mmol/L nos equinos usados em provas
321 de laço em dupla da mesma raça dos animais usados na presente pesquisa. Somente o
322 valor registrado em T1 de M1 foi bem superior a dos referidos pesquisadores. O rápido
323 retorno aos valores basais demonstram a boa capacidade de recuperação dos equinos e
324 adaptação ao tipo de exercício físico imposto (Falaschini e Trombetta, 2001; Caiado *et*
325 *al.*, 2011), corroborando com a interpretação das oscilações das demais variáveis
326 bioquímicas estudadas na presente pesquisa.

327 Todas essas interpretações sugerem, conforme já supracitado, que os equinos
328 usados na presente pesquisa encontravam-se condicionados e adaptados ao tipo de
329 atividade física imposta. Essa confirmação foi feita após a associação dos resultados
330 laboratoriais com o exame clínico, principalmente registro da frequência cardíaca,
331 conforme sugere Valberg (2008). Houve aumento significativo com pico em T1,
332 compatível com o esforço físico, resultando em aumento da força de contração, volume
333 ejetado e débito cardíaco (Pereira Neto *et al.*, 2013). Já em T2, cerca de 30 minutos após
334 o término da atividade física, os animais já tinham recuperado seus valores de repouso,
335 sendo inferiores aos descritos por Caiado *et al.* (2011) e Prates *et al.* (2009),
336 confirmando a boa aptidão física.

337 A influência da suplementação oral com creatina sobre a performance dos dez
338 equinos usados nas provas de três tambores foi avaliada através da comparação dos

339 resultados obtidos entre os momentos de avaliação (M2, M3 e M4). É importante
340 ressaltar que o efeito do treinamento imposto pode ser avaliado nas comparações entre
341 M1, M2 e M3. Os dados registrados em M4 foram decorrentes da inclusão da
342 suplementação oral com creatina, onde os animais utilizados encontravam-se em alto
343 condicionamento, sendo dessa forma esperado que o treinamento tivesse mínima
344 influência sobre o momento.

345 Supostamente, o efeito da suplementação com creatina estaria relacionada ao
346 aumento da disponibilidade de fosfocreatina, especialmente nas fibras musculares de
347 contração rápida importantes em equinos usados em provas de alta intensidade como a
348 prova de três tambores (Ferraz *et al.*, 2006). Assim, os equinos suplementados teriam
349 menor desgaste energético e se recuperariam mais rapidamente de uma atividade física
350 de alta intensidade e curta duração. Ferraz *et al.* (2006) concluíram que a suplementação
351 oral com creatina melhorou a performance atlética dos equinos estudados, semelhante
352 ao que sugere a presente pesquisa. Entretanto, outros pesquisadores (Schuback *et al.*,
353 2000) não confirmaram tais resultados.

354 De todas as variáveis estudadas, somente LDH (T1 e T2), glicose (T2) e VG (T2
355 e T3) apresentaram diferenças significativas entre os momentos de avaliação. Na
356 avaliação da atividade sérica de LDH é possível observar que os menores valores foram
357 registrados em M4, em T1 e T2. Em T3, o menor valor registrado em M4 é apenas
358 sugestivo, pois não houve diferença significativa. Conforme já supracitado por Câmara
359 e Silva *et al.* (2007), aumentos de menor magnitude nas enzimas séricas pode indicar
360 um melhor condicionamento dos animais e, no presente caso, esse melhor
361 condicionamento teria sido observado em M4 estando relacionado à suplementação oral
362 com creatina. Tateo *et al.* (2008) descrevem que o aumento transitório observado após o
363 exercício para essa enzima sérica poderia indicar um menor esforço físico, corroborando
364 com um possível efeito benéfico da suplementação.

365 Santos (2006) relatou em seu experimento que o aumento do LDH estaria mais
366 relacionado aos quadros de hemoconcentração observados após o exercício físico. Em
367 todos os momentos do experimento (M1, M2, M3 e M4), foi possível observar a
368 influência do exercício físico sobre VG, com maiores valores sendo registrados em T1.
369 Segundo Kowal *et al.* (2006), esse aumento de VG se deve principalmente a maior
370 mobilização de eritrócitos oriundos do baço por ação de catecolaminas e é linear com o
371 aumento da intensidade do exercício. O retorno aos valores basais, com 30 minutos após
372 o exercício (T2) em todos os momentos, denota a boa capacidade atlética dos mesmos.

373 Com isso, seria possível afirmar que o aumento nas concentrações enzimáticas estaria
374 mais correlacionado com permeabilidade de sarcolema do que com desidratação, pois
375 com a suplementação a quantidade de líquido aumenta no miócito. Analisando os
376 resultados registrados para VG na presente pesquisa, foi possível observar que os
377 menores valores em T2 e T3 foram observados em M4. Isso poderia indicar uma
378 recuperação mais rápida, sugerindo um melhor condicionamento atlético com o uso da
379 suplementação.

380 A hiperglicemia se manteve por mais tempo em M4, quando comparado aos
381 demais momentos, sendo os maiores valores registrados em T2 desse momento. Essa
382 hiperglicemia é representativa da maior liberação de catecolaminas nos indivíduos não
383 treinados, o que não seria justificado no presente estudo visto que os demais resultados
384 sugerem que em M4 esses animais estariam no melhor de seu condicionamento atlético.
385 Segundo Tateo *et al.* (2008), esses maiores valores poderiam ser sugerir estresse
386 psíquico, que pode influenciar a liberação de catecolaminas da mesma forma que a
387 atividade física.

388 As demais variáveis estudadas (AST, CK, triglicérides, lactato, FC), apesar de
389 não apresentarem diferenças significativas entre M4 e os demais momentos de
390 avaliação, sugerem um efeito benéfico da suplementação com creatina. As atividades
391 séricas de AST e CK apresentaram tendência a menores valores em M4, corroborando
392 com os achados de LDH (Câmara e Silva *et al.*, 2007). Para lactato plasmático e
393 triglicérides séricos, foi possível observar a tendência a recuperação mais rápida dos
394 valores basais em T2, sugerindo menor desgaste energético dos animais trabalhados. Os
395 resultados encontrados para FC corroboram com essa possibilidade de menor desgaste
396 físico ao observarmos a tendência de menores valores em T1 no M4.

397

398 **CONCLUSÕES**

399 Foi possível concluir que a suplementação de creatina por via oral, dentro do
400 protocolo sugerido em conjunto com um bom programa de treinamento físico melhorou
401 a performance atlética dos equinos da raça Quarto de Milha usados nas provas de três
402 tambores. São necessárias mais pesquisas no assunto, testando diferentes protocolos de
403 suplementação e outras intensidades/durações de exercícios físicos.

404

405

406

407 **REFERÊNCIAS**

- 408 ABQM. Associação Brasileira dos Criadores de Cavalos Quarto de Milha. A Raça.
409 Disponível: <<http://www.abqm.com.br>> Acesso em 10 out 2013.
- 410 BALARIN, M.R.S.; LOPES, R.S., KOHAYAGAWA, A. *et al* Avaliação da glicemia e
411 da atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatinoquinase, gama-
412 glutamiltransferase e lactato desidrogenase em equinos puro sangue inglês (PSI)
413 submetidos a exercícios de diferentes intensidades. *Semina, Ciênc. Agrárias.* v. 26, p.
414 211-218. 2005.
- 415 BALSOM, P.D.; EKBLÖM, B.; SODERLUNG, K. *et al*. Creatine supplementation and
416 dynamic high-intensity intermittent exercise. *Scand. J. Med. Sci. Sports.*, v. 3, p. 143-
417 149, 1993.
- 418 BALSOM, P.D.; SÖDERLUND, K.; SJÖDIN, B.; EKBLÖM, B.; Skeletal muscle
419 metabolism during short duration high-intensity exercise: influence of creatine
420 supplementation. *Acta Physiol Scand.*, v.154, p.303- 310, 1995.
- 421 BERGMAYER, H. U. *Methods of enzymatic analysis*. Ed. 3, v. IV, EUA: Academic
422 Press, 1985. 1064 p.
- 423 BIRCH, R.; NOBEL, D.; GREENHAFF, P. The influence of dietary creatine
424 supplementation on performance during repeated bouts of maximal isokinetic cycling
425 in man. *European Journal of Applied Physiology.* v. 69, p. 268-76, 1994.
- 426 CAIADO, J.C.C.; PISSINATE, G.L.; SOUZA, V.R.C. *et al*. Lactacidemia e
427 concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase em equinos da
428 raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla. *Pesq. Vet. Bras.*, v. 31, p.
429 452-458. 2011.
- 430 CÂMARA-SILVA, I.A.; DIAS, R.V.C.; SOTO-BLANCO, B. Determinação das
431 atividades séricas de creatina quinase, lactato desidrogenase e aspartato
432 aminotransferase em equinos de diferentes categorias de atividade. *Arq. Bras. Med. Vet.*
433 *Zootec.*, v. 59, p. 250-252, 2007.
- 434 COSTALLAT, L. L.; MIGLIOLLO, L.; SILVA, P.A. C. *et al*. Resistência à insulina com
435 suplementação de creatina em animais de experimentação. *Rev Bras Med Esporte*, v. 13,
436 p. 22-26, 2007.
- 437 D'ANGELIS, F.H.F.; FERRAZ, G.C.; BOLELI, I.C. *et al*. Aerobic training, but not
438 supplementation, alters the gluteus medius muscle. *Journal of Animal Science*, v. 83, p.
439 579-585, 2005.

440 DURHAM, A. E. Clinical application of parenteral nutrition in the treatment of five
441 ponies and one donkey with hyperlipaemia. *Veterinary Record*, v. 158, p. 159-164,
442 2006.

443 ÉSSEN-GUSTAVSSON, B.; LINDHOLM, A.; PERSSON, S.G.B. Circulatory and
444 muscle metabolic responses in the horses to a standardized exercise test with and
445 without creatine supplementatation. *Proc. 10 th Int. Conf. Racing Anal. Vet.* Stockholm,
446 Sweden, p. 85-89, 1994.

447 FALASCHINI, A.; TROMBETTA, M. F. Modifications induced by training and diet in
448 some exercise-related blood parameters in young trotters. *J. Eq. Vet. Sci.*, v. 21, p. 601-
449 604, 2001.

450 FERRAZ, G.C.; TEIXEIRA-NETO, A.R.; D'ANGELIS, F.H.F. *et al.* Suplementação
451 de creatina melhora a capacidade aeróbica dos equinos. *Ciência Rural*, v. 36, p. 514-
452 519, 2006.

453 FERRAZ, G.C.; TEIXEIRA-NETO, A.R.; PEREIRA, M.C. *et al.* Influência do
454 treinamento aeróbico sobre o cortisol e glicose plasmáticos em equinos. *Arq. Bras. Med.*
455 *Vet. Zootecn.*, v. 62, p.23-29, 2010.

456 GAMA, J.N.; SOUZA, M.S.; PEREIRA NETO, E. *et al.* Concentrações séricas de
457 aspartato aminotransferase e creatinoquinase e concentrações plasmáticas de lactato em
458 equinos da raça manga-larga marchador após o exercício. *Bras. J. Vet. Res. Anim. Sci.*,
459 v. 49, p. 480-486, 2012.

460 GOMIDE, L.M.W.; MARTINS, C.B.; OROZCO, C.A.G. *et al.* Concentrações
461 sanguíneas de lactato em equinos durante a prova de fundo do concurso completo de
462 equitação. *Ciencia Rural*, v. 36, p. 509-513, 2006.

463 GREENHAFF, P.L.; BODIN, K.; SÖDERLUND, K.; HULTMAN, E. The influence of
464 oral creatine supplementation on muscle creatine resynthesis following intense
465 contraction in man. *Journal of physiology*.v.467, p. 75, 1993.

466 GREENHAFF, P. The nutritional biochemistry of creatine. *Journal of Nutritional*
467 *Biochemistry*, v.11, p.610-618, 1997.

468 KIENZLE, E.; FREISMUTH, A.; REUSCH, A. Double-Blind Placebo-Controlled
469 Vitamin E or Selenium Supplementation of Sport Horses with Unspecified Muscle
470 Problems. An Example of the Potential of Placebos. *American Society for Nutrition. J.*
471 *Nutr.* v.136 p.2045S–2047S, 2006.

472 KOWAL, R.J.; ALMOSNY, N.R.P.; CASCARDO, B. *et al.* Avaliação dos valores de
473 lactato e da atividade sérica da enzima creatina quinase (2.7.3.2) em cavalos (*Equus*

474 *caballus*) da raça Puro-Sangue-Inglês (PSI) submetidos a teste de esforço em esteira
475 ergométrica. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v.13, p.13-19, 2006.

476 LOWE, J.A.; MURPHY, M.; NASH, V. Changes in Plasma and Muscle Creatine
477 Concentration after Increases in Supplementary Dietary Creatine in Dogs. *American*
478 *Society for Nutritional Sciences. J. Nutr*, v.128, p.2691S–2693S, 1998.

479 MARTINS, C.B.; OROZCO, C.A.G.; D'ANGELIS, F.H.F. *et al.* Determinação de
480 variáveis bioquímicas em equinos antes e após a participação em prova de enduro. *R.*
481 *bras. Ci. Vet*, v.12, p.62-65, 2005.

482 MCGOWAN, C. Clinical pathology in the racing horse: the role of clinical pathology in
483 assessing fitness and performance in the racehorse. *The Veterinary Clinics of North*
484 *American- Equine Practice*, v. 24, p. 405-421, 2008.

485 MUJKA, I.; CHATARD, J.C.; LACOSTE, L.; BARALE, F. Creatine supplementation
486 does not improve sprint performance in competitive swimmers. *Medicine and Science*
487 *in Sports and Exercise*, v.28, p. 1435-1441, 1996.

488 OROZCO, C.A.G.; MARTINS, C.B.; COMIDE, L.M.W. *et al.* Alteraciones
489 metabólicas durante entrenamiento en equinos de la Raza Pura Sangre Árabe. *Revista de*
490 *Medicina Veterinaria*, n.13 p.77-82, 2007.

491 PEREIRA NETO, E.; ARAÚJO, A.L.; CUNHA, L.A. *et al.* Atividade sérica das
492 enzimas musculares em muares submetidos à prova de resistência de 100 km. *Pesq. Vet.*
493 *Bras.* v.33 n.11, p.1385-1389, 2013.

494 PRATES, R.C.; REZENDE, H.H.C.; LANA, A.M.Q. *et al.* Frequência cardíaca de
495 éguas Mangalarga Marchador submetidas a provas de marcha e a suplementação com
496 cromo. *R. Bras. Zootec.*, v.38, n.5, p.916-922, 2009.

497 PRYCE, J.D. A modification of Barker-Summerson method for the determination of
498 lactic acid. *Analyst*, v.94, p.1151-1152, 1969.

499 RAMALHO, L.O.; CAIADO, J.C.C.; SOUZA, V.R.C.; COELHO, C.S. Glicemia e
500 concentrações séricas de insulina, triglicérides e cortisol em equinos da raça Quarto de
501 Milha e mestiços usados em provas de laço em dupla. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*,
502 v.49, p. 318-324, 2012.

503 ROBINSON, E. N. Current therapy in equine medicine. 5ª ed. Philadelphia:Saunders,
504 2003. p. 960.

505 ROSCHEL, H.; GUALANO, B.; MARQUESI, M. *et al.* Creatine supplementation
506 spares muscle glycogen during high intensity intermittent exercise in rats. *Journal of the*
507 *International Society of Sports Nutrition*, v.7, p.1-7, 2010.

508 ROSE, B.D.; POST, T.W. Regulation of Water and Electrolyte Balance - Regulation of
509 Acid-Base Balance. In: ROSE, B.D.; POST, T.W. *Clinical Physiology of Acid-Base and*
510 *Eletrolyte Disorders*. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2001.

511 SANTOS V.P. *Variações hemato-bioquímicas em equinos de salto submetidos a*
512 *diferentes tipos de protocolos de exercício*. 2006. 94f. Dissertação (Mestrado em
513 Medicina Veterinária) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

514 SCHMID, M., FOSTNER, L.A. *Laboratorie testing in veterinary medicine diagnosis*
515 *in the clinical monitoring*. Mannheim: Boehringer, 1986. 253p

516 SECANE, A.; LÉGA, E. Fisiologia do exercício em equinos. *Nucleus Animalium*, v.1,
517 n.2, p.53-66, 2009.

518 SHUBACK, K.; ESSEÉN-GUSTAVSSON, B.; PERSSON, G.B. Effect of creatine
519 supplementation on muscle metabolic response to a maximal treadmill exercise test in
520 Standardbred horses. *Equine vet. J.* v.32, p. 533-540, 2000.

521 SEWELL, D.A.; HARRIS, R.C. Effects of creatine supplementation in the
522 Thoroughbred horse. *Equine vet. J.* v.18 p.239-242. 1995.

523 TATEO, A.; VALLE, E.; PADALINO, B. et al. Change in some physiological variables
524 induced by Italian traditional conditioning in Standardbred yearling. *Journal of Equine*
525 *Veterinary Science*, v. 28, n. 12, p. 743-750, 2008.

526 TERRILLION, K.A.; KOLKHORST, F.W.; DOLGENER, F.A.; JOSLYN, S.J. The
527 effect of creatine supplementation on two 700-m maximal running bouts. *Int J Sport*
528 *Nutr.* v.7, p.138-143, 1997.

529 VALBERG S.J. Skeletal muscle function. In: Kaneko J.J., Harvey J.W. & Bruss M.L.
530 *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6. ed. Academic Press, London. 2008.
531 916p.

532 VANDENBERGHE, K., GILLIS, N., Van HECKE, P. *et al.* Long term creatine intake
533 is beneficial to muscle performance during resistance training. *Journal of Applied*
534 *Physiology*, v.83, n.6, p.2055-2063, 1997.

535
536
537
538
539
540

541 Tabela 1. Valores médios e desvios-padrão dos valores de frequência cardíaca (bpm),
 542 volume globular (VG), atividades séricas de AST, LDH e CK, triglicérides séricos,
 543 lactato e glicose plasmáticos nos 10 equinos da raça Quarto de Milha e mestiços,
 544 submetidos a prova de três tambores no momentos M1 (pré-seleção)

	T0	T1	T2	T3	<i>p</i>
FC (bpm)	46,7±12,6* ^{ab}	58,0±13,6 ^b	43,3±8,2 ^{ab}	34,7±2,1 ^a	0,0071
VG (%)	32,5±3,0 ^a	39,1±5,4 ^b	32,2±3,0 ^a	32,2±3,8 ^a	0,0005
AST (UI/L)	293,1±16,1 ^a	347,3±29,6 ^b	318,3±20,1 ^{ab}	295,4±24,9 ^a	0,0020
LDH (UI/L)	354,0±110,0 ^a	380,1±53,2 ^a	334,3±94,6 ^a	308,6±99,9 ^a	0,5925
CK (UI/L)	116,0±13,7 ^a	131,4±20,0 ^a	121,5±20,2 ^a	133,6±28,4 ^a	0,4514
Triglicérides (mg/dL)	30,7±7,9 ^a	59,0±37,4 ^a	44,8±17,2 ^a	32,7±8,0 ^a	0,1141
Lactato (mmol/L)	0,77±0,27 ^a	16,4±2,09 ^c	6,52±2,36 ^b	0,76±0,13 ^a	<0,0001
Glicose (mg/dL)	108,2±8,7 ^{ab}	110,6±16,0 ^{ab}	129,1±22,6 ^b	98,4±12,4 ^a	0,0231

545 * Letras minúsculas diferentes na mesma linha denotam diferença estatística significativa entre as médias
 546 ($p < 0,05$) obtido pelo teste de Tukey. T0 (antes do exercício físico), T1 (imediatamente após o término
 547 do exercício físico), T2 (30 minutos após o término do exercício físico), T3 (2 horas após o término do
 548 exercício físico).

549

550

551

552

553

554

555

556

557

558

559

560

561

562 Tabela 2. Valores médios e desvios-padrão dos valores de AST (UI/L), LDH (UI/L),
 563 CK (UI/L), lactato (mmol/L), glicose (mg/dL) e triglicérides (mg/dL), frequência
 564 cardíaca (bpm) e VG (%) nos 10 equinos da raça Quarto de Milha e mestiços,
 565 submetidos a prova de três tambores nos momentos M2 (controle), M3 (após período de
 566 45 dias sem suplementação) e M4 (após 45 dias de suplementação com creatina)

Variável	M	T0	T1	T2	T3	p
AST (UI/L)	M2	304,9±108,6* ^a	339,2±164,0 ^{aA}	323,5±116,8 ^a	291,6±115,1 ^a	0,8496
		A		A	A	
	M3	282,6±85,3 ^{aA}	336,9±148,9 ^{aA}	310,5±87,2 ^{aA}	292,4±102,9 ^a	0,6998
					A	
	M4	263,0±90,3 ^{aA}	311,6±134,3 ^{aA}	242,2±113,3 ^a	204,2±109,2 ^a	0,2127
				A	A	
LDH (UI/L)	M2	344,8±105,8* ^a	476,1±140,6 ^{abA}	513,7±218,9 ^b	350,4±61,4 ^{ab}	0,0222
		A	B	B	A	
	M3	462,0±205,6 ^{aA}	536,2±147,6 ^{aB}	556,5±233,7 ^a	444,9±182,0 ^a	0,5080
			B	A		
	M4	374,2±242,2 ^{aA}	334,8±144,6 ^{aA}	266,9±122,6 ^a	276,1±171,4 ^a	0,4867
				A	A	
CK (UI/L)	M2	195,4±90,3* ^{aA}	237,7±130,7 ^{aA}	243,9±100,0 ^a	223,2±125,7 ^a	0,7785
				A	A	
	M3	182,7±95,4 ^{aA}	234,6±141,2 ^{aA}	219,7±109,8 ^a	215,1±127,5 ^a	0,8013
				A	A	
	M4	143,4±31,7 ^{aA}	174,2±45,2 ^{aA}	191,8±63,9 ^{aA}	190,1±65,8 ^{aA}	0,1730
Lactato (mmol/L)	M2	1,17±0,76* ^{aAB}	8,90±6,33 ^{bA}	6,88±2,52 ^{bA}	2,50±2,36 ^{aAB}	<,0001
	M3	1,23±0,65 ^{aB}	9,00±8,48 ^{bA}	5,69±2,49 ^{aA}	2,67±2,16 ^{aB}	0,0027
	M4	0,95±0,52 ^{aA}	8,95±5,29 ^{cA}	4,69±2,66 ^{bA}	1,11±0,55 ^{aA}	<,0001
Glicose (mg/dL)	M2	108,8±16,8* ^{aA}	89,7±19,3 ^{aA}	102,5±12,4 ^{aA}	85,6±28,0 ^{aA}	0,0556
	M3	108,1±13,4 ^{aA}	98,5±20,4 ^{aA}	110,6±11,3 ^{aA}	91,7±29,8 ^{aA}	0,1475
			B			
	M4	123,2±14,8 ^{aA}	103,9±15,0 ^{aA}	122,3±23,6 ^{aB}	107,2±17,9 ^{aA}	0,0511
Triglicéride s (mg/dL)	M2	20,0±12,9* ^{aA}	24,5±9,1 ^{aA}	32,0±27,8 ^{aA}	19,2±10,0 ^{aA}	0,3140
	M3	26,8±12,9 ^{aA}	25,7±9,6 ^{aA}	27,8±15,5 ^{aA}	22,0±9,2 ^{aA}	0,7259

M4 27,6±10,4^{aA} 31,2±9,6^{aA} 25,2±2,6^{aA} 25,4±12,0^{aA} 0,4579

567 * Letras minúsculas diferentes na mesma linha denotam diferença estatística significativa entre as medias
568 (p < 0,05) obtido pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna denotam diferença
569 estatística significativa entre as medias (p < 0,05) obtido pelo teste de Tukey para cada variável analisada.
570 T0 (antes do exercício físico), T1 (imediatamente após o termino do exercício físico), T2 (30 minutos
571 após o termino do exercício físico), T3 (2 horas após o termino do exercício físico).

572

573

574

575

576

577

578

579

580

581

582

583

584

585

586

587

588

589

590

591

592

593

594

595

596

597

598

599 Tabela 3. Valores médios e desvios-padrão dos valores de frequência cardíaca (bpm) e
 600 VG (%) nos 10 equinos da raça Quarto de Milha e mestiços, submetidos a prova de três
 601 tambores nos momentos M2 (controle), M3 (após período de 45 dias sem
 602 suplementação) e M4 (após 45 dias de suplementação com creatina)

Variável	M	T0	T1	T2	T3	p
VG (%)	M2	34,5±3,8 ^{*aA}	45,4±4,2 ^{aA}	38,2±3,7 ^{aB}	36,3±2,6 ^{aB}	<,0001
	M3	31,5±4,7 ^{aA}	43,7±4,5 ^{bA}	35,1±5,4 ^{aAB}	33,1±2,9 ^{aAB}	<,0001
	M4	32,5±6,5 ^{aA}	43,8±4,9 ^{bA}	32,1±5,7 ^{aA}	30,2±5,1 ^{aA}	<,0001
FC (bpm)	M2	35,6±3,5 ^{*aA}	70,8±14,5 ^{bA}	48,8±19,0 ^{aA}	36,6±4,6 ^{aA}	<,0001
	M3	35,4±3,3 ^{aA}	64,8±16,9 ^{bA}	42,4±6,6 ^{aA}	36,4±4,0 ^{aA}	<,0001
	M4	38,3±5,1 ^{aA}	57,1±12,4 ^{bA}	45,6±12,2 ^{aA}	36,0±2,7 ^{aA}	<,0001

603 * Letras minúsculas diferentes na mesma linha denotam diferença estatística significativa entre as medias
 604 (p < 0,05) obtido pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna denotam diferença
 605 estatística significativa entre as medias (p < 0,05) obtido pelo teste de Tukey para cada variável analisada.
 606 T0 (antes do exercício físico), T1 (imediatamente após o termino do exercício físico), T2 (30 minutos
 607 após o termino do exercício físico), T3 (2 horas após o termino do exercício físico).

608
 609
 610
 611
 612
 613
 614
 615
 616
 617
 618
 619
 620
 621
 622
 623
 624
 625

REFERÊNCIAS

ABQM. Associação Brasileira dos Criadores de Cavalo Quarto de Milha. A Raça. Disponível em:< <http://www.abqm.com.br>>. Acesso em 10 out. 2013.

AGUERA, E.I.; RUBIO, D.; VIVO, R.; SANTISTEBAN, R.; AGUERA, S.; MUÑOZ, A.; CASTEJÓN, F.M. Heart rate and plasma lactate responses to training in andalusian horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 15, n. 12, p. 532-536, 1995.

ANGELI, A.L. Métodos de avaliação de performance em equinos. **XIV Seminário de Pesquisa e IX Seminário de Iniciação Científica**. 2010. Disponível em: <http://www.utp.br/proppe/pesquisa/seminarios_de_pesquisa/trienio_2008-2010/UTP_XIV_sempesq_IX_IC_2010/pdf's/pdf_cbs/resumo_amp_cbs_metodos_de.pdf>. Acesso em: 22 dez 2013.

ART, T.; AMORY, H.; DESMECHT, D.; LEKEUX, P. Effect of show jumping on heart rate, blood lactate and other plasma biochemical values. **Equine Veterinary Journal**, suppl. 9, p. 78-82, 1990.

BALARIN, M.R.S.; LOPES, R.S.; KOHAYAGAWA, A.; LAPOSY, C.B.; FONTEQUE, J.R. Avaliação da glicemia e da atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatinoquinase, gama- glutamiltransferase e lactato desidrogenase em equinos puro sangue inglês (PSI) submetidos a exercícios de diferentes intensidades. **Semina: Ciências Agrárias**, v.26, n.2, p. 211-218, 2005.

BIRCH, R.; NOBEL, D.; GREENHAFF, P.; The influence of dietary creatine supplementation on performance during repeated bouts of maximal isokinetic cycling in man. **European Journal of Applied Physiology**. v.69, p.268-76, 1994.

CAIADO, J.C.C.; PISSINATE, G.L.; SOUZA, V.R.C.; FONSECA, L.A.; COELHO, C.S.; Lactacidemia e concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase em equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla. **Pesq. Vet. Bras.** v.31(5), p. 452-458, 2011.

CÂMARA E SILVA, L.A.; DIAS, R.V.C.; SOTO-BLANCO, B. Determinação das atividades séricas de creatina quinase, lactato desidrogenase e aspartato aminotransferase em equinos de diferentes categorias de atividade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 1, p. 250-252, 2007.

CARDINET, G.H. Skeletal muscle function. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of domestic animals**. 5th ed. London: Academic Press, 1997. p.407-440.

COELHO, C.S.; GAMA, J.A.N.; LOPES, P.F.R.; SOUZA, V. R.C.; Glicemia e concentrações séricas de insulina, triglicérides e cortisol em equinos da raça Mangalarga Marchador após exercício físico. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 31(9), p. 756-760. 2011.

CORRÊA, K.S.; MATTOSO, C.R.S.; SILVA, C.F.G.K.T.; LAGOS, M.S.; TAKAHIRA, R.K.; LOPES, R.S.; Enzimas musculares e eletrólitos em equinos submetidos a esforço físico prolongado, suplementados com acetato de tocoferol e selênio. **Vet e Zootec.** v.17(1), p.85-93, 2010.

COSTALLAT, L. L.; MIGLIOLO, L.; SILVA, P.A. C.; NOVO, N. F.; DUARTE, J. L. G.; Resistência à insulina com suplementação de creatina em animais de experimentação. **Rev Bras Med Esporte.** v.13(1), p. 22-26, 2007.

COUROUCÉ, A.; CHATARD, J. C.; AUVINET, B.; Estimation of performance potential of standardbred trotters from blood lactate concentrations measured in field conditions. **Equine Veterinary Journal.** v. 29(5), p. 365-369, 1997.

D'ANGELIS, F.H.F.; FERRAZ,G.C.; BOLELI, I.C.; LACERDA-NETO, J.C.; QUEIROZ-NETO, A.; Aerobic training, but not supplementation, alters the gluteus medius muscle. **Journal of Animal Science**. v.83, p.579-585, 2005.

DESMECHT, D.; LINDEN, A.; AMORY, H., ART, T.;LEKEUX, P.; Relationship of plasma lactate production to cortisol release following completion of different types of sporting events in horses. **Veterinary Research Communications**. v.20(4), p.371-379, 1996.

DUGAT, S.L.; TAYLOR, T.S.; MATTHEWS, N.S.; GOLD, J.R.; Values for triglycerides, insulin, cortisol and ACTH in herd of normal donkeys. **J.Eq. Vet. Sci**. v. 30(3), p.141-143, 2010.

EATON, M.D. Energetics and performance. In: HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. **The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: Saunders. 1994. p.49- 62.

EATON, M.D.; EVANS, D.L.; HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. Maximal accumulated oxygen deficit in Thoroughbred horses. **Journal of Applied Physiology**, v. 78, n. 4, p. 1564-1568, 1995.

ERCK, E.V; VOTION, D.M.; SERTIEN, D.;ART, T. Evaluation of oxygen consumption during field exercise tests in Standardbred trotters. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, v.4, p. 43–49, 2007.

FARRIS, J.W.; HINCHCLIFF, K.W.; MCKEEVER, K.H.; LAMB, D.R.; THOMPSON, D.L.; Effect of tryptophan and glucose on exercise capacity of horses. **J Appl Physiol**. v.85, p.807-816, 1998.

FERRARI, E.F.; COSTA, R.S.C.; PRIANTI JR., A.C.G.; OSORIO R.A.L.; RIBEIRO, W. Métodos de detecção e validação para a quantificação da creatina, creatinina e fosfocreatina em fluidos e tecidos biológicos: artigo de revisão. **XI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VII**

Encontro Latino Americano de Pós-Graduação. Universidade do Vale do Paraíba. p. 2017-2077, 2007. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2007/trabalhos/saude/epg/EPG00418_01C.pdf>. Acesso em: 22 dez 2013.

FERRAZ, G.C. **Respostas endócrinas, metabólicas, cardíacas e hematológicas de equinos submetidos ao exercício intenso e à administração de cafeína, aminofilina e clenbuterol.** 2006. 98 p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária). Faculdade de Ciências agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, 2006.

FERRAZ, G.C.; TEIXEIRA-NETO, A.R.; D'ANGELIS, F.H.F.; LACERDA NETO, J.C.; QUEIROZ NETO, A. Suplementação de creatina melhora a capacidade aeróbica dos equinos. **Ciência Rural.** v.36, p.514-519, 2006.

FERRAZ, G.C.; TEIXEIRA-NETO, A.R.; PEREIRA, M.C.; LINARDI, R.L.; LACERDA-NETO, J.C.; QUEIROZ-NETO, A.; Influência do treinamento aeróbico sobre o cortisol e glicose plasmáticos em equinos. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootecn.** v. 62, n 1, p.23-29, 2010.

FONTANA, K.E.; CASAL, H.MV.; BALDISSERA. V. Creatina como suplemento ergogênico. Revista Digital Buenos Aires Año 9 – n. 60 - Mayo de 2003. Disponível em: < <http://www.efdeportes.com/efd60/creatina.htm>>. Acesso em 20 dez 2013.

FRANCISCATO, C.; LOPES, S.T.A.; VEIGA, A.P.M.V., MARTINS, D.B.; EMANUELLI, M.M.P.; OLIVEIRA, L.S.S. Atividade sérica das enzimas AST, CK E GGT em cavalos crioulos. **Pesq. Agropecuária Bras.** v.41, n 10, p.1561-1565, 2006.

FREESTONE, J.F.; WOLFSHEIMER, K.J.; KAMERLING, S.G.; CHURCH, G.; HAMRA, J.; BAGWELL, C. Exercise induced hormonal and metabolic changes in Thoroughbred horses: effects of conditioning and acepromazine. **Equine Veterinary Journal**, v.23, n.3, p.219-223, 1991.

GAMA, J.N.; SOUZA, M.S.; PEREIRA NETO, E.; SOUZA, V.R.C.; COELHO, C.S. Concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase e concentrações plasmáticas de lactato em equinos da raça manga-larga marchador após o exercício. **Bras. J. Vet. Res. Anim. Sci.** v.49, n 6, p.480-486, 2012.

GOBESSO, A.A.O.; GONZAGA, I.V.F.; ÁVILA, L.A. Efeito da suplementação com óleo de arroz semi-refinado rico em gama-oryzanol sobre o escore corporal, ganho de peso e digestibilidade da dieta de garanhões. **44ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Unesp-Jaboticabal, 2007.

GOMIDE, L.M.W.; MARTINS, C.B.; OROZCO, C.A.G.; SAMPAIO, R.C.L.; BELLI, T.; BALDISSERA, V.; LACERDA NETO, J. C. Concentrações sanguíneas de lactato em equinos durante a prova de fundo do concurso completo de equitação. **Ciencia Rural**, v.36(2), p.509-513, 2006.

GREENHAFF, P.L.; BODIN, K.; SÖDERLUND, K.; HULTMAN, E. The influence of oral creatine supplementation on muscle creatine resynthesis following intense contraction in man. **Journal of physiology**.v.467, p. 75, 1993.

GORDON, M.E.; MCKEEVER, K H.; BETROS, C.L.; MANSO FILHO, H.C. Exercise-induced alterations in plasma concentrations of ghrelin, adiponectin, leptin, glucose, insulin and cortisol in horses. **The Veterinary Journal**, v.173, n 3, p.532-540, 2007.

HARRIS, P A.; HARRIS, R.C. Nutritional ergogenic aids in the horse - uses and abuses. In: CONFERENCE OF EQUINE SPORTS MEDICINE SCIENCE, 1998, Cordoba. **Proceedings**, p. 203-218.

HARRIS, R.C.; LOWE, J. A. Absorption of creatine from meat or other dietary sources by the dog. **Vet. Rec**, v.137, n 128, p.595, 1995.

HARRIS, R.C.; SÖDERLUND, K.; HULTMAN, E. Elevation of creatine in resting and exercised muscle in normal subject by creatine supplementation. **Clin. Sci. Essex**, v.83, n 15, p.367-374, 1992.

HARRIS, P.A.; MARLIN, D.J.; GRAY, J. Plasma aspartate aminotransferase and creatine kinase activities in thoroughbred racehorses in relation to age, sex, exercise and training. **Veterinary Journal**, v.155, p.295-304, 1998.

HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. Hematology and biochemistry. In: Hodgson DR, Rose RJ. Principles and practice of equine sports medicine. **The athletic horse**. Philadelphia: W.B.Saunders Company, 1994. p. 63-77.

HYYPPÄ, S. Endocrinal responses in exercising horses. **Livestock Product Science**, v. 92, p.113-121, 2005.

ISLAS, A.; MERINO, V.; MORA, G.; QUEZADA, M.; KRAUSHAAR, R.; ARAYA, H.; Evaluacion de estres en equinos en entrenamiento para participar em prueba de resistencia. **Agro Ciênc.** v.23(2), p.73-78. 2007.

JAN, G.; COTTERILL, G. "Creatine - A New Energy Supplement", **Energy Link**. v.2 n.1, 1996.

JULIANO, C.; COSSU, M.; ALAMANNI, M. C.; PIU, L. Antioxidant activity of gamma-oryzanol: Mechanism of action and its effect on oxidative stability of pharmaceutical oils. **Int. Journal Pharmaceutical Science**, v.299, p.146 -154, 2005.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4. Ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932p.

KIENZLE, E.; FREISMUTH, A.; REUSCH, A. Double-Blind Placebo-Controlled Vitamin E or Selenium Supplementation of Sport Horses with Unspecified Muscle Problems. An Example of the Potential of Placebos. **American Society for Nutrition. J. Nutr.** v.136 p.2045S–2047S, 2006.

KOWAL, R.J.; ALMOSNY, N.R.P.; CASCARDO, B.; SUMMA, R.P.; CURY, L.J. Avaliação dos valores de lactato e da atividade sérica da enzima creatina quinase(2.7.3.2) em cavalos (*Equus caballus*) da raça Puro-Sangue-Inglês (PSI) submetidos a teste de esforço em esteira ergométrica. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.13, n.1, p.13-19, 2006.

LACOMBE, V.A.; HINCHCLIFF, K.W.; TAYLOR, L.E. Interactions of substrate availability, exercise performance and nutrition with muscle glycogen metabolism in horses. **Journal of American Veterinary Medical Association**. v. 223, n.11, p.1576-1585, 2003.

LINDNER, A.; SIGNORINI, R.; BRERO, L.; ARN, E.; MANCINI, R.; ENRIQUE, A. Effect of conditioning horses with short intervals at high speed on biochemical variables in blood. **Equine veterinary journal. Supplement**, v.36, p.88-92, 2006.

LOWE, J.A.; MURPHY, M.; NASH, V. Changes in Plasma and Muscle Creatine Concentration after Increases in Supplementary Dietary Creatine in Dogs. **American Society for Nutritional Sciences. J. Nutr**, v.128, p.2691S–2693S, 1998.

LUNA, S. P. L. Equilíbrio Ácido-Básico. In: Apostila da Disciplina de Anestesiologia Veterinária do Curso de Medicina Veterinária da FMVZUNESP-Botucatu, 2002. p. 1-22.

MARC, M., PARVIZI, N., ELLENDORFF, F., KALLWEIT E.; ELSAESSER F. Plasma cortisol and ACTH concentrations in the warmblood horse in response to a standardized treadmill exercise test as physiological markers for evaluation of training status. **J. Anim. Sci.** v.78, p.1936-1946, 2000.

MARQUES, M. S. **Influência do exercício físico sobre os níveis de lactato plasmático e cortisol sérico em cavalos de corrida**. 2002. Dissertação

(Mestrado em Clínica Veterinária). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

MARZZOCO, A.; TORRES, B.B. **Bioquímica Básica**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1999. 360 p.

MARTINS, C.B.; OROZCO, C.A.G.; D'ANGELIS, F.H.F, FREITAS, E.V.V, CHRISTOVÃO, F.G.; QUEIROZ NETO, A.; LACERDA NETO, J.C. Determinação de variáveis bioquímicas em equinos antes e após a participação em prova de enduro. **R. bras. Ci. Vet**, v.12, n.1/3, p.62-65, 2005.

MAUGHAN, R.J.; Nutritional ergogenic aids and exercise performance. **Nutrition Research Reviews**, v.12, p.255-280, 1999.

McGOWAN, C. Clinical pathology in the racing horse: the role of clinical pathology in assessing fitness and performance in the racehorse. **The Veterinary Clinics of North American- Equine Practice**, v. 24, p. 405-421, 2008.

MELEIRO, M.C.Z. **A influência do estresse experimentado por cavalos de corrida, em determinados momentos de sua rotina, sobre a função imune in vitro**. 2006. Tese (Doutorado em ciências Veterinárias). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MIRCEAN, M.; GIURGIU, G.; MIRCEAN, V.; ZINVELIU, E.; Serum cortisol variation of sport horses in relation with the level of training and effort intensity. **Bulletin USAMV-CN**, v. 64, p.488-492. 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requeriments of Horses**. 5 ed rev, Washington. D. C., 1989. 100p.

OROZCO, C.A.G.; MARTINS, C.B.; COMIDE, L.M.W.; QUEIROZ NETO, A.; LACERDA NETO, J.C. Alteraciones metabólicas durante entrenamiento en

equinos de la Raza Pura Sangre Árabe. **Revista de Medicina Veterinaria** n.13 p.77-82, 2007.

PADALINO, B.; RUBINO, G.; CENTODUCATI, P.; PETAZZI, F. Training versus overtraining: evaluation of two protocols. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.27, n.1, p.28-31, 2007.

PERALTA, J.; AMANCIO, O.M.S. A creatina como suplemento ergogênico para atletas para atletas. **Rev. Nutr.**, v.15(1) p.83-93, 2002.

PEREIRA NETO, E.; ARAÚJO, A.L.; CUNHA, L.A, BARCELLOS, M.P.; SPADETO JR, O.; COELHO, C.S. Atividade sérica das enzimas musculares em muares submetidos à prova de resistência de 100 km. **Pesq. Vet. Bras.** v.33 n.11p.1385-1389, 2013.

PEREIRA, D.M. **Efeito da creatina sobre as mensurações Ecocardiográficas de eqüinos treinados em esteira rolante.** 2006. Tese (Doutorado em medicina Veterinária – área de concentração em cirurgia veterinária). Faculdade de ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, São Paulo, 2006.

POOLE, R.C.Ç; HALESTRAP, A.P. Transport of lactate and other monocarboxylates across mammalian plasma membranes. **American Journal of Physiology**, v. 264, n. 4, p. 761-782, 1993.

PÖSÖ, A.R. Monocarboxylate transporters and lactate metabolism in equine athletes: a review. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.43, n.2, p. 63-74, 2002.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício.** 3. ed. São Paulo: Manole, 2000. 527p.

PRATES, R.C.; REZENDE, H.H.C.; LANA, A.M.Q.; BORGES, I.; MOSS, P.C.B.; MOURA, R.S.; REZENDE, A.S.C. Freqüência cardíaca de éguas

Mangalarga Marchador submetidas a provas de marcha e a suplementação com cromo. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.5, p.916-922, 2009.

PRITCHARD, J. C.; BURN, C. C.; BARR, A. R. S.; WHAY, H.R. Haematological and serum biochemical reference values for apparently healthy working horses in Pakistan. **Research in Veterinary Science**, v.87, p.389-395, 2009.

RAMALHO, L.O.; CAIADO, J.C.C.; SOUZA, V.R.C.; COELHO, C.S. Glicemia e concentrações séricas de insulina, triglicérides e cortisol em equinos da raça Quarto de Milha e mestiços usados em provas de laço em dupla. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, v.49, n.4, p. 318-324, 2012.

RICHARD, E.A.; FORTIER, G.D.; PITEL, P.H.; DUPUIS, M.C.; VALETTE, J.P.; ART. T.; DENOIX, J.M.; LEKEUX, P.M.; VAN ERCK, E. Sub-clinical diseases affecting performance in Standardbred trotters: diagnostic methods and predictive parameters. **The Veterinary Journal**, DOI:10.1016/j.tvjl.2009.04.016, 2009.

ROBINSON, E. N. **Current therapy in equine medicine**. 5^a ed. Philadelphia:Saunders, 2003. p. 960.

ROSCHER, H.; GUALANO, B.; MARQUESI, M.; COSTA, A.; LANCHI, A.H. Creatine supplementation spares muscle glycogen during high intensity intermittent exercise in rats. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v.7, p.1-7, 2010.

ROSE, R.J.; HODGSON, D.R. Hematology and biochemistry. In: **The athletic horse. Principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia Saunders, 1994. p.63 – 78.

ROSE, B.D.; POST, T.W. Regulation of Water and Electrolyte Balance - Regulation of Acid-Base Balance. In: _____. **Clinical Physiology of Acid-Base and Electrolyte Disorders**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2001. p. 239-402.

ROSE, J.R.; ARNOLD, K.S.; CHURCH, S. Plasma and sweat electrolyte concentrations in the horse during long distance exercise. **Equine Veterinary Journal**, v.12, n.1, p.19-22, 1980.

SANTOS, V.P. **Variações hemato-bioquímicas em equinos de salto submetidos a diferentes tipos de protocolos de exercício**. 2006. 94p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

SANTOS, M.A.A.; SANTOS, R.P. Uso de suplementos alimentares como forma de melhorar a performance nos programas de atividade física em academias de ginástica. **Rev. paul. Educ. Fís.**, v.16(2) p.174-85, 2002.

SECANI, A.; LÉGA, E. Fisiologia do exercício em equinos. **Nucleus Animalium**, v.1, n.2, p.53-66, 2009.

SEWELL, D.A.; HARRIS, R.C. Effects of creatine supplementation in the Thoroughbred horse. **Equine vet. J.**,v.18 p.239-242. 1995.

SILVA, M.A.G. **Concentração de lactato, eletrólitos e hemogasometria em equinos não treinados e treinados durante testes de esforço progressivo**. 2008. Tese (Doutorado em clínica médica Veterinária). Faculdade de Ciências agrárias e Veterinárias, UNESP - Jaboticabal, São Paulo, 2008.

SIMÕES, H.G.; CAMPBELL, C.S.G.; KOKUBUM, E.; DENADAI B.S.; BALDISSERA, B. Blood glucose responses in humans mirror lactate responses for individual anaerobic threshold and for lactate minimum in track tests. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v.80, p.34-40, 1999.

SNOW, D.H., VALBERG, S.J. Muscle anatomy, physiology, and adaptations to exercise and training. In: HODGSON, D.R., ROSE, R.J. (Eds.). **The Athletic**

Horse: Principles and Practice of Equine Sports Medicine. Philadelphia: W.B. Saunders, 1994. p. 145– 179.

SNOW, D.H.; Ergogenic Aids to performance in the race horse: Nutrients or Drugs. **The Journal do Nutrition.** v.124(12), p.2730S-2735S, 1994.

THOMASSIAN, A. **Enfermidades dos cavalos.** São Paulo: Editora Varela. 4. ed. p.53-61, 2005.

THOMASSIAN, A.; WATANABE, M.J.; ALVES, A.L.G.; HUSSNI, C.A.; NICOLETTI, J.L.M.; FONSECA, B.P. Concentrações de lactato sanguíneo e determinação do V4 de cavalos da raça Árabe durante teste de exercício progressivo em esteira de alta velocidade. **Archives of Veterinary Science,** v.10, n.1, p.63-68, 2005.

TRILK, J.L.; LINDNER, A.J.; GREENE, H.M.; ALBERGHINA, D.; WICKLER, S. J. A lactate-guided conditioning programme to improve endurance performance. **Equine Veterinary Journal.** Supplement, v.34, p. 122-125, 2002.

VALBERG, S.J. Muscular causes of exercise intolerance in horses. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice,** v.12, p.495-515, 1996.

VALBERG, S. J. Skeletal muscle function, In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. (Eds), **Clinical Biochemistry of Domestic Animals.** 6. ed. London: Academic Press, 2008. p.459-484

VANDENBERGHE, K., GILLIS, N., Van HECKE, P., Van LEEMPUTTE, M., VANGERVEN, L., HESPEL, P. Long term creatine intake is beneficial to muscle performance during resistance training. **Journal of Applied Physiology,** v.83, n.6, p.2055-2063, 1997.