

CONCENTRAÇÕES SÉRICAS DE ASPARTATO AMINOTRANSFERASE E CREATINOQUINASE DE EQUINOS SADIOS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR CRIADOS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

ASPARTATE AMINOTRANSFERASE AND CREATINEKINASE SERUM CONCENTRATIONS OF HEALTHY MANGALARGARS VETEA MARCHADOR HORSES RAISED IN ESPIRITO SANTO

R. S. CARVALHO^{1*}; I. B. SILVA¹; G. A. O. SILVA¹; V. V. FARDIN¹; L. A. T. OLIVEIRA JR¹;
V. R. C. SOUZA²; C. S. COELHO^{2, 3, 4}

RESUMO

O objetivo foi determinar valores de referência de AST e CK para equinos da raça Mangalarga Marchador criados no Espírito Santo. Foram obtidas amostras de sangue de 174 animais, distribuídos em sete grupos experimentais, de acordo com a idade: G1 (nascimento até 12 meses); G2 (13 -| 24 meses); G3 (25 -| 48 meses); G4 (49 -| 72 meses); G5 (73 -| 96 meses); G6 (97 -| 120 meses); G7 (acima de 121 meses). Foram determinadas as concentrações séricas de AST e CK. As variáveis foram analisadas quanto à normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, seguido de análise de variância e comparações entre médias pelo teste de Tukey, para análise do fator etário, e teste-t, para comparação entre machos e fêmeas. Não houve influência significativa dos fatores etários e sexo sobre as variáveis estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: AST. CK. Cavalos. Marcha.

SUMMARY

The aim of this study was to determine AST and CK reference values for Mangalarga Marchador horses raised in Espírito Santo state, Brazil. With this purpose, blood samples were obtained from 174 animals, distributed in seven experimental groups, according to age, G1 (from birth until 12 months); G2 (13 -| 24 months); G3 (25 -| 48 months); G4 (49 -| 72 months); G5 (73 -| 96 months); G6 (97 -| 120 months); G7 (above 121 months). Serum concentrations of AST and CK were determined. Variables were analyzed for normality with Kolmogorov-Smirnov test, and comparisons were made using Tukey test, evaluating age influence, and t-test, when comparing males and females, considering $p < 0.05$. Neither age nor gender influenced significantly both biochemical variables.

KEY-WORDS: AST. CK. Equines. Marcha gait.

¹ Universidade Vila Velha, Vila Velha-ES, Brasil.

² Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Lusofona – Centro Universitário Lisboa, Lisboa, Portugal.

³ Mediterranean Institute for Agriculture, Environment and Development, Universidade de Évora, Évora, Portugal.

⁴ Veterinary and Animal Research Centre (CECAV), Faculty of Veterinary Medicine, Lusofona University, 376 Campo Grande, 1749-024 Lisbon, Portugal.

*Autor para correspondência: renanscvet@gmail.com

INTRODUÇÃO

O diagnóstico e o acompanhamento de enfermidades na clínica médica de equinos são feitos através de exame físico minucioso associado ao uso de provas complementares (BENESI et al., 2003; NEVES et al., 2005). Tomassian et al. (2007) destacaram que as enzimas musculares mais utilizadas para um acompanhamento dos níveis de alteração proporcionada pelo exercício nos animais são aspartato aminotransferase (AST) e creatino quinase (CK). Tais exames são úteis na avaliação da capacidade atlética dos equinos (MCGOWAN e HODGSON, 2014), indicando estresse, sobrecarga de trabalho e treinamento inadequado (KANEKO, 1998).

Faz-se necessário a existência de valores de referência para que as variáveis sanguíneas sejam corretamente interpretadas, considerando fatores de variabilidade como espécie animal, raça e aptidão física, sexo, idade, localização (influência climática e ambiental), genética e manejo nutricional (ZHANG et al., 1988; HOLANDA et al. 2013). É importante ressaltar que o condicionamento físico, raça, idade, sexo e alimentação fornecida para cada animal pode influenciar na resposta fisiológica, acarretando em diferentes resultados nos exames laboratoriais (MATTOSINHO et al, 2017).

Pritchard et al. (2009) e Mattosinho et al. (2017) ressaltaram a importância do estabelecimento de valores de referência para equinos criados em condições climáticas tropicais (com elevada temperatura ambiente e umidade relativa do ar). A maioria dos intervalos de referência da literatura baseia-se em pesquisas com equinos da raça Puro-Sangue-Inglês (PSI), usados em atividades esportivas ou para lazer, criados em boas condições de manejo, sob clima temperado.

A enzima aspartato aminotransferase (AST) é encontrada em maior concentração nos hepatócitos e em células do músculo esquelético e cardíaco (DA CÁS et al., 2000) com valores de normalidade para espécie equina, baseado em pesquisas com PSI, oscilando entre 141-330 UI/L (ROBINSON, 2013). O exercício físico pode promover uma elevação de 30% das aminotransferases em animais treinados quando comparado com não treinados (BUSH, 2004).

A enzima creatino quinase (CK) está presente nos músculos esqueléticos, cardíaco e liso, sendo denominada enzima de extravasamento por ser liberada das células musculares quando ocorre lesão nas mesmas (PEREIRA, 2018). Assim, ela se torna um indicador altamente sensível e específico para danos musculares em animais domésticos, com sua elevação geralmente relacionada a miopatias por esforço (TEIXEIRA-NETO, 2008). Os valores de referência para equinos da raça PSI variam de 2-147 UI/L (ROBINSON, 2013).

Em casos de miopatias, tais como a rabdomiólise, há elevação nas atividades de AST e CK em decorrência de contrações musculares excêntricas durante a fase de alongamento do sarcômero (PIERCY e RIVERO, 2014). Entretanto, outros autores (SALES, 2013) comprovaram que o esforço físico praticado por

equinos podem levar a uma alteração de permeabilidade do sarcolema, acarretando na liberação de enzimas musculares na circulação.

O Mangalarga Marchador é a raça mais numerosa do Brasil. De origem tipicamente nacional, destaca-se por apresentar um andamento exclusivo, sem equivalente em qualquer outra parte do mundo, marcado por elevado gasto energético, conhecido como marcha (REZENDE, 2006). Devido a escassez de informações na literatura e pela importância da referida raça, o objetivo da presente pesquisa foi estabelecer valores de referência de AST e CK de equinos saudáveis, da raça Mangalarga Marchador, criados no Estado do Espírito Santo, bem como estudar a possível influência da idade e sexo sobre tais variáveis.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente projeto de pesquisa teve aprovação do Comitê de Bioética Animal da Universidade Vila Velha (CEUA - UVV-ES), sendo registrado sob o número 318/2014.

Foram utilizados 174 equinos da raça Mangalarga Marchador, fêmeas e machos, oriundos de sete haras localizados em dois municípios no Estado do Espírito Santo - Guarapari e Anchieta - Brasil. Os animais foram distribuídos em sete grupos experimentais, de acordo com a faixa etária: G1 (do nascimento até 12 meses); G2 (13 -| 24 meses); G3 (25 -| 48 meses); G4 (49 -| 72 meses); G5 (73 -| 96 meses); G6 (97 -| 120 meses); G7 (acima de 121 meses). Todos os equinos selecionados foram considerados clinicamente saudáveis, após exame físico (frequência cardíaca, frequência respiratória, motilidade intestinal, coloração de mucosas e temperatura retal) e laboratorial (hemograma) prévios. Além do sexo e idade, foi feito o registro da atividade que os animais realizavam no momento das coletas de sangue. Todas as coletas de sangue foram realizadas no período da manhã (entre 6h:00 e 11h:00).

As amostras de sangue foram obtidas, após antisepsia local, por meio de venopunção da jugular com agulhas descartáveis (25 mm x 0,8 mm), utilizando-se sistema a pressão negativa, em tubos sem anticoagulante com capacidade de 9 mL, para determinação dos valores séricos de AST e CK. Todas as amostras foram transportadas sob refrigeração, em recipiente de isopor com gelo, para o Laboratório Clínico da Universidade Vila Velha (UVV-ES), onde foram imediatamente centrifugadas por 10 minutos (Centrífuga Modelo TDL80-2B, Centribio, Curitiba, PR, Brasil) a 2000 g para separação do soro. As análises bioquímicas foram realizadas em analisador bioquímico semi-automático (BIO200, Bioplus, Barueri, SP, Brasil), usando kits comerciais (Bioclin) (Pryce, 1969; Schmid e Forstner, 1986).

A análise dos resultados foi realizada utilizando-se programa estatístico computadorizado GraphPad InStat, versão 3.0 (La Jolla, CA, USA). Os dados foram avaliados quanto à normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Estudou-se a influência da idade sobre as médias gerais das variáveis sanguíneas através de análise de variância (ANOVA), seguido da

comparação entre médias pelo teste de Tukey com nível de significância de 5%. Estudou-se também a influência do sexo através da comparação entre os pares de médias registradas para as diferentes variáveis sanguíneas de fêmeas e machos, em cada grupo etário, através do teste-t não pareado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos exames clínicos realizados para seleção dos equinos usados na presente pesquisa, os valores médios registrados foram: frequência cardíaca de 37 bpm, frequência respiratória de 21 movimentos respiratórios/minuto, motilidade intestinal presente à auscultação, mucosas róseas e temperatura retal de 37,4°C. Na avaliação do hemograma, os valores médios encontrados foram de $7,74 \times 10^6/\mu\text{L}$ para número de eritrócitos, 12,74 g/dL para concentração de hemoglobina, 36,0% para volume globular e 9391,3 leucócitos/ μL .

Dos 174 animais incluídos na pesquisa, 59 (33,9%) eram machos e 115 (66,1%) eram fêmeas. No G1, 100% dos animais não realizavam atividade física de forma regular e até os 7-8 meses de idade ficavam soltos no pasto. No G2, os equinos com 2 anos completos de idade (46,7%) já eram submetidos a programas regulares de treinamento físico, enquanto que 53,3% estavam no início da doma. No grupo G3, 60% dos animais encontravam-se em plena atividade física, inclusive participando de competições. Nos grupos G4, G5, G6 e G7, predominou a atividade de reprodução (79,7%).

Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios e desvios-padrão para os valores séricos de AST e CK, além dos valores de *p* obtidos na análise de variância. É possível observar que não houve influência da idade e sexo para as variáveis estudadas (*p*>0,05).

Tabela 1 - Valores médios e desvios-padrão das concentrações séricas de AST e CK nos equinos sadios da raça Mangalarga Marchador, agrupados de acordo com a idade e sexo.

	Sexo	G1 (n=25)	G2 (n=30)	G3 (n=40)	G4 (n=30)	G5 (n=35)	G6 (n=24)	G7 (n=15)	<i>p</i>
AST (UI/L)	M	187,2±70,0 ^{aA}	163,9±41,1 ^{aA}	175,3±45,2 ^{aA}	173,2±24,9 ^{aA}	208,0±57,2 ^{aA}	152,5±27,9 ^{aA}	182,2±37,0 ^{aA}	0,6885
	F	187,5±52,6 ^{aA}	164,9±54,8 ^{aA}	182,2±135,1 ^{aA}	206,1±59,5 ^{aA}	176,0±32,2 ^{aA}	163,5±32,5 ^{aA}	174,6±78,5 ^{aA}	0,3381
CK (UI/L)	M	83,8±59,6 ^{aA}	63,1±29,9 ^{aA}	107,9±50,3 ^{aA}	95,7±26,5 ^{aA}	78,8±28,0 ^{aA}	93,8±82,6 ^{aA}	132,9±76,0 ^{aA}	0,2325
	F	95,5±50,2 ^{aA}	80,6±64,4 ^{aA}	135,1±88,0 ^{aA}	84,5±77,8 ^{aA}	100,2±56,0 ^{aA}	131,9±93,5 ^{aA}	108,3±68,0 ^{aA}	0,2109

Nota: Letras minúsculas diferentes na mesma linha denotam diferença significativa entre as médias obtida pelo teste de Tukey (*p* < 0,05). Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna, para cada variável bioquímica, denotam diferença significativa entre as médias obtida pelo teste-t não pareado (*p*<0,05). G1 (nascimento até 12 meses); G2 (13 -| 24 meses); G3 (25 -| 48 meses); G4 (49 -| 72 meses); G5 (73 -| 96 meses); G6 (97 -| 120 meses); G7 (acima de 121 meses).

Na presente pesquisa, os valores registrados para todas as variáveis estudadas em todos os grupos etários encontravam-se dentro da faixa de normalidade para a espécie equina (MALIKIDES et al., 2000), cujos valores de referência baseiam-se em pesquisas feitas na raça PSI. Vale destacar que, conforme já descrito previamente, a escolha dos animais baseou-se em exame físico criterioso visando incluir apenas aqueles sem condições óbvias de doença, carga parasitária ou enfermidades agudas detectáveis (PRITCHARD et al., 2009). Pritchard et al. (2009) reforçam que escolher animais totalmente hígidos numa população que inclui equinos de trabalho seria irreal, visto que problemas crônicos são altamente frequentes nessas populações.

De acordo com os achados descritos na literatura para outras raças de equinos, os valores gerais divergiram de alguns e se assemelharam a outros estudos. Em relação ao AST, os resultados foram similares aos relatos envolvendo equinos das raças PSI em atividade física (ROBINSON, 2003), e também aos valores descritos por Nunes et al. (2015), trabalhando com equinos da cavalaria de Polícia Militar, realizando exercícios variados, e Gama et al. (2012), estudando animais da raça Mangalarga Marchador utilizados em provas de marcha. Porém, os valores foram inferiores

aos relatos de Fanciscato et al (2006), estudando equinos da raça Crioulo no repouso. Na avaliação da concentração de CK, os dados da presente pesquisa foram semelhantes aos valores registrados em cavalos PSI (Robinson, 2003) e Crioulo (FRANCISCATO, 2006), mas inferiores ao descrito por Pritchard et al. (2009), que encontrou valores entre 123 a 358 UI/L para esta enzima, e Sales et al. (2013), trabalhando com cavalos Árabes utilizados para enduro. Diferenças na magnitude das variáveis bioquímicas assinaladas no confronto com os resultados apresentados na literatura podem ser decorrentes do delineamento experimental, dieta, momento da coleta de sangue, idade, temperamento e condicionamento físico dos animais (NUNES, 2015), sendo importante o estabelecimento de valores de referência para cada região / clima e espécie / raça animal (BALARIN, 2006).

No presente estudo foi possível notar um pequeno aumento, tanto para machos quanto para fêmeas, entre o grupo G2 (submetidos a programas regulares de treinamento físico e início da doma) para o G3 (Animais em plena atividade física, inclusive participando de competições), tal fato se justifica pelo programa de treinamento adequado desses animais juntamente com o condicionamento físico, pois os

efeitos do exercício sobre a concentração da enzima dependem muito da intensidade e duração do exercício além do estado de saúde dos animais e o ambiente em que estão alojados. Equinos com baixo preparo físico manifestam grandes aumento de CK e AST. Com isso, é possível dizer que os animais são adaptados ao programa de treinamento e provas que os mesmos são submetidos (FRANCISCATO et al, 2006).

Diferenças significativas não foram observadas para as variáveis quanto ao sexo nos grupos etários estudados, fato também relatado por Mello et al. (2013), trabalhando com equinos da raça Mangalarga Marchador utilizados somente para cavalgada. Opostamente, Paden (2014) e Franciscato et al (2006) encontraram maiores valores para CK em fêmeas quando comparadas a garanhões. Mariella (2014) descreve menor atividade sérica de AST e CK em éguas prenhes 10 a 20 dias antes do parto, fato esse relacionado a anabolismo fetal. Já Lemos et al., (2022) descrevendo valores de normalidade para equinos da raça Fjord criados no estado do Espírito Santo, apresentam diferenças bioquímicas quando avaliados segundo o sexo e a idade. Os valores dos parâmetros bioquímicos observados se assemelham aos estabelecidos na literatura para animais de tração e as diferenças observadas não comprometem o desempenho dos animais e sua higidez.

Em relação a idade, não foi encontrada nenhuma diferença significativa, divergindo de Veronesi et al. (2014), que nos primeiros dias de vida de potros identificaram maiores atividades das enzimas AST e CK, e Stockham (1995), que cita que os valores de AST são mais elevados em potros que em animais adultos. Da Cas et al. (2001) atribuíram a elevação desta enzima ao aumento da atividade muscular dos potros nas primeiras semanas de vida, fato que justificaria a diferença para a presente pesquisa na qual o grupo G1 não continha animais com menos de dois meses de idade.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos na presente pesquisa para os valores de AST e CK de equinos da raça Mangalarga Marchador podem ser usados em estudos comparativos de animais da mesma raça criados em condições tropicais. Adicionalmente, para CK e AST nem idade e nem sexo influenciaram significativamente os valores registrados.

REFERÊNCIAS

ABUTARBUSH, S. M.; et. al. Comparison of enrofloxacin and ceftiofur sodium for the treatment of relapse of undifferentiated fever/bovine respiratory disease in feedlot BALARIN, M. R. S.; LOPES, R. S.; KOHAYAGAWA, A.; LAPOSY, C. B.; FONTEQUE, J. H. Valores da amplitude de distribuição do tamanho dos eritrócitos (RDW) em equinos Puro Sangue Inglês (PSI) submetidos a exercícios de diferentes intensidades. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.43, n.5, p.637-641. 2006.

BENESI, F. J.; LEAL, M. L. R.; LISBOA, J. A. N.; COELHO, C. S.; MIRANDOLA, R. M. S. Parâmetros bioquímicos para avaliação da função hepática em bezerras sadias, da raça Holandesa, no primeiro mês de vida. **Ciência Rural**, v.33, n.2, p.311-317. 2003.

BUSH, B. M. **Interpretação de resultados laboratoriais para clínicos de pequenos animais**. São Paulo: Roca. 2004.

DA CÁS, E. L.; BRASS, K. E.; GREIG, C. R.; DEPRÁ, N. M.; SILVA, C. A. M. Concentrações de creatinoquinase, aspartato aminotransferase e dehidrogenase láctica em potros do nascimento até os seis meses de idade. **Ciência Rural**, v.31, p.1003-1006. 2001.

DA CÁS, E. L.; ROSAURO, A. C.; SILVA, C. A. M.; BRASS, K. E. Concentração sérica das enzimas creatinoquinase, aspartato aminotransferase e dehidrogenase láctica em equinos da raça Crioula. **Ciência Rural**, v.30, p.625-629. 2000.

FALASCHINI, A.; TROMBETTA, M. F. Modifications induced by training and diet in some exercise-related blood parameters in young trotters. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.21, p.4-601. 2001.

FERNANDES, W. R. Avaliação do estresse oxidativo em cavalos de trote através da mensuração de malondialdeído (MDA) e glutatona reduzida (GSH) eritrocitária. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.32, n.7, p.677-680. 2012.

FERRAZ, G. C.; TEIXEIRA-NETO, A. R.; D'ANGELIS, F. H. F.; LACERDA-NETO, J. C.; QUEIROZ NETO, A. Alterações hematológicas e cardíacas em cavalos Árabes submetidos ao teste de esforço crescente em esteira rolante. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.46, n.6, p.431-437. 2009.

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

GAMA, J. A. 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 Mangalarga Marchador após exercício físico. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.49, n.6, p.480-486. 2012.

HOLANDA, L. C.; VAZ, S. G.; ALMEIDA, T. L. A. C.; MELO, S. K. M.; LIRA, L. B.; SANTOS, F. L.; REGO, E. W.; TEIXEIRA, M. N. Variáveis hematológicas de equinos (*Equus caballus*, Linnaeus,

1758) da raça Mangalarga Marchador. **Medicina Veterinária**, v.7, n.3, p.1-6. 2013.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. San Diego: Academic Press. 936p. 1998.

LEMOS, G. B.; GOBBI, F. P.; DI FILIPPO, P. A.; GODINHO, A. B. F. R.; QUIRINO, C. R. Parâmetros hematológicos e bioquímicos de equinos Norwégian Fjord do Brasil. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, 20:e20009. 2022.

MALIKIDES, N.; HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. Hemolymphatic System. In: ROSE, R. J.; HODGSON, D. R. **Manual of Equine Practice**. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders, p.451-474. 2000.

MARIELLA, J. Hematologic and biochemical profiles in Standardbred mares during peripartum. **Theriogenology**, v.81, n.4, p.513-526. 2014.

MATTOSINHO, R. O.; SAMPAIO, A. J. S.; BALARIN, M. R. S.; FIORATO, C. A.; VASQUES, G. M. B.; MARCUSSO, P. F.; et al. Alterações hematológicas e bioquímica sérica de equinos atletas. **Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública**, v.4, n.1, p.82-91. 2017.

MCGOWAN, C. M.; HODGSON, D. R. Hematology and Biochemistry. In: HODGSON, D. R.; MCKEEVER, K. H.; MCGOWAN, C. M. **The Athletic Horse**. 2nd ed. St Louis: Elsevier, p.56-68. 2014.

MELO, S. K. M. Hematological parameters and blood biochemistry in pleasure horses in tropical region. **Ciência Animal Brasileira**, v.14, n.2, p.208-215. 2013.

NEVES, M.; BENESI, F. J.; NORONHA, T.; COELHO, C. S.; SOUZA, P. M.; MIRANDOLA, R. M. S.; FERNANDES, W. R. Função renal em equinos sadios, da raça Mangalarga Paulista, criados no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.12, n.1/3, p.106-109. 2005.

NUNES, F. L.; DANTAS, M. O.; QUEIROZ, I. K. A.; SILVA, L. C.; SILVA, L. C.; SOUSA, F. S.; ALVES, M. B. Atividade sérica de enzimas musculares AST, LDH e CK em equinos submetidos a diferentes tipos de esforço físico na região de Imperatriz-MA. **Pubvet**, v.9, n.12, p.511-520. 2015.

PADEN, L. Hematological and serum biochemical reference values for the Posavina and Croatian cold blood horse breeds. **Acta Veterinaria – Beograd**, v.60, n.2, p.200-212. 2014.

PEREIRA, M. S.; GERARDI, B.; DENADAI, D. S.; CHAVES, A. A.; BARBOSA, J. P. B.; ZANON, J. E. O.; et al. Avaliação da lactatemia e das enzimas musculares de equinos Quarto de Milha submetidos à

prova de laço em dupla com diferentes tipos de treinamento. **Brazilian Journal of Veterinary Research**, v.38, n.9, p.1856-1862. 2018.

PIERCY, R. J.; RIVERO, J. L. L. Muscle disorders of equine athletes. In: HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R. J. **Equine sports medicine and surgery: basic and clinical sciences of the equine athlete**. 2nd ed. London: Elsevier, p.112-125. 2014.

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, n.3, p.389-395. 2009.

REZENDE, A. S. C. Aditivos ou suplementos? **Mangalarga Marchador**, v.18, n.59, p.44-48. 2006.

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

SALES, J. V. F. Expressão do Mg+2, CK, AST e LDH em equinos finalistas de provas de enduro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.33, n.1. 2013.

STOCKHAM, S. L. Interpretation of equine serum biochemical profile results. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v.11, p.391-414. 1995.

TEIXEIRA-NETO, A. R.; FERRAZ, G. C.; MOSCARDINI, A. R. C.; BALSAMAO, G. M.; SOUZA, J. C. F.; QUEIROZ-NETO, A. Alterations in muscular enzymes of horses competing long-distance endurance rides under tropical climate. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.3, p.543-549. 2008.

THOMASSIAN, A.; CARVALHO, F.; WATANABE, M. J.; SILVEIRA, V. F.; ALVES, A. L. G.; HUSSNI, C. A.; NICOLETTI, J. L. D. Atividades séricas da Aspartato aminotransferase, creatina quinase e lactato desidrogenase de equinos submetidos ao teste padrão de exercício progressivo em esteira. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.44, p.183-190. 2007.

TRHAL, M. A. **Hematologia e bioquímica clínica veterinária**. São Paulo: Roca. 582p. 2006.

VALBERG, S.; HAGGENDAL, J.; LINDHOLM, A. Blood chemistry and skeletal muscle metabolic responses to exercise in horses with recurrent exertional rhabdomyolysis. **Equine Veterinary Journal**, v.25, n.1, p.17-22. 1993.

VERONESI, M. C. Blood analysis in newborn donkeys: hematology, biochemistry, and blood gases analysis. **Theriogenology**, v.82, n.2, p.294-303. 2014.

ZHANG, D. J.; ELSWICK, R. K.; MILLER, W. G.; BAILEY, J. L. Effect of serum-clot contact time on clinical chemistry laboratory results. **Clinical Chemistry**, v.44, n.6, p.1325-1333. 1998.