

**DETERMINAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE COBRE E ZINCO SÉRICOS DE EQÜINOS DA
REGIÃO DE ESPÍRITO SANTO DO PINHAL.**

**SERUM LEVELS OF COPPER AND ZINC IN EQUINES FROM ESPÍRITO SANTO DO PINHAL
REGION.**

**Maria Adriana Machado Lobo e Silva¹; Roberto Mendes Porto Filho¹; Aduino
Carvalho Rosas Filho¹; Carlos Centurion Maciel²; Juliana Salomão Doretto¹;
Henrique Leite da Silva³.**

RESUMO

Este estudo teve como objetivo estabelecer valores de referência para as concentrações de cobre e zinco séricos de equinos adultos, clinicamente sadios, de ambos os sexos, das raças Quarto de Milha e Mangalarga, da região de Espírito Santo do Pinhal. Foram utilizados 120 animais, sendo 60 animais da raça Quarto de Milha e 60 da raça Mangalarga. Cada grupo racial foi dividido em 4 grupos: machos de 5 a 10 anos de idade; machos de 11 a 15 anos de idade; fêmeas de 5 a 10 anos de idade e fêmeas de 11 a 15 anos de idade, totalizando 8 grupos com 15 animais cada um. Os resultados foram submetidos ao teste *t* de Student para comparar as concentrações entre os sexos e as idades. Os valores médios de cobre sérico mostraram-se menores nos animais de 5 a 10 anos em ambas as raças (56,29 µg/dL para a raça Quarto de Milha e 45,85 µg/dL para os da raça Mangalarga), não havendo diferença estatisticamente significativa entre machos e fêmeas. Animais Quarto de Milha e Mangalarga com idade entre 11 e 15 anos, apresentaram, respectivamente, as seguintes médias para cobre sérico: 75,88 µg/dL e 69,88 µg/dL, diferença que não foi estatisticamente significante ($p < 0,05$) entre raças, mas, sim, entre os grupos de diferentes faixas etárias. Para o zinco, os resultados mostraram a mesma tendência, sendo 191,03 µg/dL e 191,36 µg/dL as médias dos grupos de 5 a 10 anos das raças Quarto de Milha e Mangalarga, respectivamente.

¹ Autor. Docente curso de medicina veterinária da Unipinhal.* ² Docente Faculdade de Agronomia “Manoel Carlos Gonçalves”- UNIPINHAL Médica Veterinária autônoma. ³ Eng^o Agr. do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia “Manoel Carlos Gonçalves”- UNIPINHAL.

*Endereço para contato: Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal. Rua Hélio Vergueiro Leite s/n CEP: 13990-000 Espírito Santo do Pinhal – SP
e-mail: Adrianalobo1984@yahoo.com.br

Os grupos de 11 a 15 anos, mostraram 273,33 $\mu\text{g/dL}$ e 273,52 $\mu\text{g/dL}$ de zinco sérico, para animais das raças Quarto de Milha e Mangalarga, respectivamente. Houve diferença estatisticamente significativa para os níveis de zinco sérico entre as faixas etárias em ambas as raças estudadas.

Palavras-chave: cobre, zinco, equinos, soro.

ABSTRACT

In order to standardize the normality serum values of copper and zinc, in Quarter Horse and Mangalarga adult equines, clinically healthy, males and females, from Espírito Santo do Pinhal region, blood samples were obtained from 120 animals, of which 60 were Quarter Horse and 60, Mangalarga. Each group was separated by gender and age in 4 groups: males with 5 to 10 years old; males with 11 to 15 years old; females with 5 to 10 years old and females with 11 to 15 years old, totally 8 groups with 15 animals each one. The results were submitted to the Student's *t*- Test to compare the concentrations between the sexes and the ages. The copper averages of the animals with 5 to 10 years old were smaller in both races (56,29 $\mu\text{g/dL}$ for Quarter Horses and 45,85 $\mu\text{g/dL}$ for Mangalarga's horses) but there were no difference between males and females. The averages was, repectively in Quarter Horses and Mangalargas with 11 to 15 years old: 75,88 $\mu\text{g/dL}$ e 69,88 $\mu\text{g/dL}$ for copper. There was no difference between sexes of each group, but there was between groups of different ages. The values for serum zinc showed the same tendency. The averages for groups with 5 to 10 years old were, respectively in Quarter Horses and Mangalargas, 191,03 $\mu\text{g/dL}$ and 191,36 $\mu\text{g/dL}$. The groups with 11 to 15 years old showed, respectively, 273,33 $\mu\text{g/dL}$ and 273,52 $\mu\text{g/dL}$ for serum zinc in Quarter Horses and Mangalargas. There was difference for serum zinc between ages in both the envolved races.

Key words: copper, zinc, equine, serum.

INTRODUÇÃO

O homem mudou e tem mudado o hábito de vida dos equinos, durante o processo de domesticação, obrigando-o a uma adaptação alimentar a níveis insuportáveis para a capacidade funcional de seu sistema digestório (RESENDE, 2003). A alimentação natural do cavalo sempre se constituiu de gramíneas, sendo suficiente para manter as suas condições físicas quando são de boa qualidade. Segundo OTT (1992), só há algum tempo,

alimentos concentrados, feno de gramíneas e leguminosas foram incorporados à alimentação desses animais, devido ao aumento dos requerimentos para energia, pois nesses casos, o volumoso não supre essas necessidades.

No Brasil, uma alimentação deficiente em minerais para eqüinos, é resultado de uma série de fatores, tais como o desenvolvimento de pastagens com características tropicais, as alterações sazonais e a tendência à concentração de animais devido ao alto custo da terra (KERBER, 2003).

Os elementos inorgânicos ou minerais constituem apenas uma pequena fração do peso corporal e da quantidade de nutrientes exigidos na ração. O corpo do eqüino consiste de aproximadamente 60 a 65% de água; 30 a 35% de proteínas, gorduras e carboidratos; e 4% de minerais. A maioria dos minerais corresponde aos principais ou macrominerais: cálcio, fósforo, sódio, cloro, potássio, magnésio e enxofre. Os minerais vestigiais ou microminerais importantes incluem selênio, iodo, cobre, zinco, manganês, ferro e cobalto. A maioria destes microminerais é componente de mataloenzimas envolvidas num grande número de reações biológicas (LEWIS, 2000).

Os minerais desempenham papel intermediário na ação celular de hormônios e enzimas, agindo de modo integrado. Deficiência ou excesso de elementos minerais como Cobre e Zinco têm sido associados com baixa fertilidade e condições de anestro (MAHANTA *et al.*, 2005).

O cobre se envolve na estabilização do colágeno ósseo, na síntese de elastina, na mobilização dos depósitos corporais de ferro e na síntese da melanina. Nos eqüinos, a deficiência de cobre causa prejuízo das duas primeiras funções, e pode resultar em doenças ortopédicas desenvolvimentares em animais jovens e em uma ruptura aórtica ou da artéria uterina, particularmente nas éguas parturientes idosas (LEWIS, 2000). O cobre é necessário para a respiração celular, formação óssea, além de promover a mielinização da coluna, queratinização e pigmentação teciduais. É um componente essencial das metaloenzimas, incluindo a citocromo oxidase, lisil oxidase, superóxido dismutase e tirosinase (McDOWELL, 1999).

A concentração do cobre hepático reflete a entrada e a quantidade presente no organismo, já que o fígado é o órgão central de seu metabolismo (SMITH, 1997). Em eqüinos, o leite contém três vezes mais cobre que o de outras espécies de mamíferos (HINTZ; CYMBALUK, 1994).

A perda da pigmentação é a principal manifestação, sendo comumente observada em mamíferos e atribuída à diminuição da atividade da tirosinase. Há uma relação entre baixos níveis séricos de cobre e a incidência de hemorragias em éguas gestantes e no potro, que também pode apresentar retardo no crescimento e anemia, relacionada com a deficiência de ferro (UNDERWOOD, 1977). Além disso, SMITH (1997) observou que na deficiência de cobre, há um atraso na maturação e diminuição da vida média das hemácias, causando anemia microcítica hipocrômica.

Os valores normais de cobre sérico em equinos adultos variam de 56,8 a 170,2 µg/dL (LEWIS, 1985); 79 µg/dL (AUER; SEAWRIGHT, 1998); 65,0 a 200,0 µg/dL (PULS, 1994) e 100,0 a 140,0 µg/dL (PEARCE *et al.*, 1998).

O zinco possui propriedades antioxidantes atuando na regulação da síntese da metalotioneína, na estrutura da enzima superóxido dismutase e na proteção de agrupamentos sulfidríla de proteínas de membranas celulares por antagonismo com metais pró-oxidantes como ferro e cobre (KOURY; DONANGELO, 2003). O zinco é essencial para o desenvolvimento, crescimento, função imune e diferenciação de tecidos de todas as espécies. Seu principal papel é estar associado a enzimas, tanto como parte da molécula ou como ativador, incluindo as peptidases, anidrase carbônica, álcool desidrogenase, fosfatase alcalina, bem como outras enzimas envolvidas no metabolismo dos ácidos nucleicos como DNA e RNA polimerase e transcriptase reversa (CUNNINGHAM-RUNDLES 1982; PRASAD, 1997; MAFRA E COZZOLINO, 2004).

A deficiência de zinco causa rápida atrofia do timo e alterações funcionais das células T e células naturalkiller (NK), o que resulta em diminuição da produção e atividade dos hormônios tímicos, de certas classes de anticorpos, da citotoxicidade mediada por células, da função neutrofílica e produção de linfocinas (CUNNINGHAM-RUNDLES 1982).

Em potros com deficiência de zinco, há redução da taxa de crescimento com seis a sete semanas de idade (42 a 49 dias), lesões cutâneas em extremidades baixas e alopecia (McDOWELL, 1999).

O estresse da prenhez e lactação aumentam as necessidades de zinco, conforme o grau de perdas como suor profuso e infecções parasitárias com perda de sangue. A deficiência de zinco pode diminuir a secreção de testosterona, insulina e corticóides da adrenal, afetando, assim, a espermatogênese e o desenvolvimento de órgãos sexuais

primários e secundários de machos e todas as fases reprodutivas das fêmeas (McDOWELL, 1999).

O retardo do crescimento é universalmente observado na deficiência de zinco, devido à diminuição da síntese de ácido nucleico, à diminuição da utilização dos aminoácidos e da síntese proteica em geral. Ocorre, ainda, alteração óssea, com prejuízo da síntese do colágeno e redução da atividade da colagenase tibial (MAFRA; COZZOLINO, 2004).

Os valores de zinco sérico em equinos adultos, variam de 172,75 a 270,69µg/dL (SANTARÉM, 2004), 440 a 1146 µg/L (WICHERT *et al.*, 2002); 175,5 µg/dL segundo BALARIN (2002) e 30-40 µg/dL segundo KOTERBA *et al* (1990).

A nutrição, juntamente com os manejos sanitário e reprodutivo, é responsável pela exteriorização da total capacidade genética dos equinos, aumentando a saúde e a produtividade da criação (SINDIRAÇÕES, 2000).

A maioria dos artigos referentes aos requerimentos nutricionais para equinos, baseou-se em estudos com animais estabulados ou sob condições experimentais, e com objetivo de quantificar os valores para macro e microminerais na alimentação, uma vez que os métodos utilizados há uma década, limitavam o estudo da determinação desses elementos no soro sanguíneo (LEWIS. 2000). No entanto, os valores relatados como referência para equinos, mostram resultados bastante discrepantes quanto às diferentes faixas etárias estudadas, ao sexo, exigências fisiológicas a que estão sendo submetidos e, também, quanto à metodologia utilizada (BALARIN, 2002; SANTARÉM, 2004).

Portanto, com base nesses aspectos acima mencionados, o presente estudo visou estabelecer os valores séricos de zinco e cobre em equinos da região de Espírito Santo do Pinhal, das raças Quarto de Milha e Mangalarga, divididos em duas faixas etárias: 5 a 10 anos e 11 a 15 anos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 120 equinos clinicamente saudáveis, sendo 60 animais da raça Quarto de Milha (QM) e 60 da raça Mangalarga (M), que recebiam alimentação equivalente.

Com o objetivo de estabelecer valores de referência e verificar a influência de fatores etários e sexuais sobre o cobre e zinco séricos de equinos com idade variando entre 5 e 15 anos, os animais foram divididos em 8 grupos experimentais:

Bol. Med. Vet. – Espírito Santo do Pinhal, v.3, n.3, p.24-34, jan./dez. 2007.

- Grupo 1: composto por 15 machos QM, com idade entre 5 e 10 anos.
- Grupo 2: composto por 15 machos QM, com idade variando entre 10 e 15anos.
- Grupo 3: composto por 15 machos M, com idade variando entre 5 e 10anos.
- Grupo 4: composto por 15 machos M, com idade variando entre 10 e 15anos.
- Grupo 5: composto por 15 fêmeas QM, com idade variando entre 5 e 10anos.
- Grupo 6: composto por 15 fêmeas QM, com idade variando entre 10 e 15anos.
- Grupo 7: composto por 15 fêmeas M, com idade variando entre 5 e 10anos.
- Grupo 8: composto por 15 fêmeas M, com idade variando entre 10 e 15anos.

As amostras de sangue foram colhidas através de venopunção da jugular utilizando-se agulhas 40 x 10,0 milímetros (mm), totalizando 10 mililitros (mL), em tubos a vácuo sem anticoagulante, mantidos sob refrigeração em isopor contendo gelo reciclável durante o transporte até o laboratório do Hospital Veterinário da UNIPINHAL, onde foram submetidos a centrifugação (3.000 r.p.m. durante 5 minutos) para fracionamento do sangue e obtenção do soro. O material foi repartido em alíquotas para tubos de Eppendorf e congelado à temperatura de menos 20⁰C até o momento do processamento.

Antes do processamento das amostras, toda vidraria e recipientes para armazenamento das soluções foram lavadas com detergente neutro, água destilada e ácido nítrico a 10%.

As concentrações de cobre e zinco foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica, de acordo com as especificações do aparelho mod. GBC-933 AA* para a determinação de microminerais. Foram utilizadas lâmpadas de cátodo oco, cuja corrente foi de 3mA para o Cobre e 5mA para o zinco. A chama oxidante foi obtida com combustível de gás acetileno (e ar como suporte), fenda de 0,2nm e com os seguintes comprimentos de onda: Cobre = 324,8 nm e Zinco = 213,9 nm. Para a calibração do aparelho foram utilizadas soluções-padrão de DTPA (ácido dietilenetriaminepentacético) a 98%, contendo soluções de cobre e zinco nas seguintes faixas de concentração: Cu = 0,30 a 1,5 µg/dL e Zn = 0.60 a 3,0 µg/dL.

*Analítica do Brasil

As amostras foram diluídas em solução de ácido clorídrico 1 Molar, na proporção de 1:10.

Para a análise dos valores dos minerais séricos entre machos e fêmeas, entre faixas etárias e entre raças foi utilizado o test *t* de Student. Os resultados foram considerados estatisticamente significativos ao nível de 5% (TRIOLA, 1999).

RESULTADOS

Tabela 1: Médias \pm desvio padrão (s) e valores menores e maiores obtidos para Cobre ($\mu\text{g/dL}$) de equínos das raças Quarto de Milha e Mangalarga em duas faixas etárias, mostrando os valores para machos e fêmeas e os valores médios \pm desvio-padrão do grupo.

	COBRE \pm s ($\mu\text{g/dL}$)		Média do Grupo \pm s
	Machos	Fêmeas	
Quarto de Milha			
5 a 10 anos de idade	53,38 ^{Aa} \pm 19,52 (23,86 – 77,90)	59,20 ^{Aa} \pm 22,83 (34,52 – 70,18)	56,29 ^a \pm 20,75
Quarto de Milha			
11 a 15 anos de idade	79,20 ^{Bb} \pm 22,94 (51,19 – 109,91)	72,57 ^{Bb} \pm 28,75 (33,77 – 103,65)	75,88 ^b \pm 26,84
Mangalarga			
5 a 10 anos de idade	46,76 ^{Cc} \pm 15,79 (11,96 – 75,66)	44,95 ^{Cc} \pm 18,14 (16,80 – 68,09)	45,85 ^c \pm 16,96
Mangalarga			
11 a 15 anos de idade	67,45 ^{Dd} \pm 12,76 (24,69 – 73,53)	72,32 ^{DDd} \pm 21,22 (36,19 – 107,72)	69,88 ^d \pm 17,99

- Médias seguidas de letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre as faixas etárias para determinado sexo.
- Médias seguidas de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os sexos em determinada faixa etária e entre as médias gerais do grupo.

Tabela 2: Médias \pm desvio padrão (s) e valores menores e maiores obtidos para Zinco ($\mu\text{g/dL}$) de equínos das raças Quarto de Milha e Mangalarga em duas faixas etárias, mostrando os valores para machos e fêmeas e os valores médios \pm desvio-padrão do grupo.

	COBRE \pm s ($\mu\text{g/dL}$)		Média do Grupo \pm s
	Fêmeas	Machos	
Quarto de Milha			
5 a 10 anos de idade	209,13 ^{ACa} \pm 80,43 (104,04 – 307,54)	172,93 ^{Ba} \pm 68,81 (101,85 – 287,81)	191,03 ^a \pm 76,62
Quarto de Milha			
11 a 15 anos de idade	278,32 ^{Cb} \pm 78,19 (149,85 – 401,57)	268,35 ^{ABCb} \pm 68,81 (171,85 – 408,84)	273,33 ^b \pm 73,5
Mangalarga			
5 a 10 anos de idade	201, ^{67ABCa} \pm 90,77 (102,22 – 371,83)	181,06 ^{Ba} \pm 72,52 (82,21- 300,21)	191,36 ^a \pm 81,65
Mangalarga			
11 a 15 anos de idade	297,19 ^{Db} \pm 88,01 (109,71 – 407,29)	249,85 ^{BDdb} \pm 78,48 (101,37 – 428,33)	273,52 ^b \pm 83,25

- Médias seguidas de letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre as faixas etárias para determinado sexo.
- Médias seguidas de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os sexos em determinada faixa etária e entre as médias gerais do grupo.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Cobre

Os valores encontrados para o cobre sérico, neste trabalho, foram próximos aos apresentados por AUER e SEAWRIGHT (1998), semelhantes aos limites inferiores citados por LEWIS (1985) e PULS (1994), mas inferiores aos citados por PEARCE et al. (1998).

Os valores médios gerais de cobre foram maiores nos animais QM de idade variando entre 11 e 15 anos, havendo significância entre as faixas etárias, mas não entre sexos ou raças.

Os menores valores para cobre sérico foram obtidos para machos e fêmeas da raça Mangalarga com idade variando entre 5 e 10 anos, que não foram estatisticamente diferentes dos valores dos equinos da raça Quarto de Milha da mesma faixa etária.

Os maiores valores encontrados para cobre sérico, neste trabalho, foram obtidos para animais da raça Quarto de Milha, com idade variando entre 11 e 15 anos de idade, que não foram estatisticamente diferentes dos valores dos equinos da raça Mangalarga da mesma faixa etária.

McDowell (1999) relatou que a absorção de cobre é reduzida quando os valores de cálcio, ferro e zinco na dieta são altos. Como os valores de zinco sérico dos animais estudados estavam acima dos valores de normalidade para a espécie, é possível que a ração fornecida tivesse uma alta quantidade desse elemento, interferindo com a absorção do cobre.

Esse fato reforça que o balanceamento da ração deve ser o mais rigoroso possível, não só atendendo às necessidades dos animais, mas também no aspecto relacionado à adição de elementos que não comprometam a absorção de outros.

Zinco

Os valores encontrados para zinco sérico, estão acima dos citados por SANTARÉM (2004), WICHERT *et al.* (2002), BALARIN (2002) e KOTERBA *et al.* (1990).

Houve diferença estatisticamente significativa entre as faixas etárias, como foi observado, também, para o cobre sérico. Animais com idade entre 11 e 15 anos apresentaram valores de zinco sérico mais elevados nas duas raças estudadas.

Pode-se notar, também, que houve diferença significativa entre sexos para o zinco sérico, sendo dos machos de ambas as raças, nas duas faixas etárias, os maiores valores, com exceção dos animais da raça Quarto de Milha, com idade variando entre 11 e 15 anos, que apresentaram diferença não significativa, embora os machos tenham mostrado valores pouco maiores. As fêmeas com idade entre 5 e 10 anos da raça Quarto de Milha apresentaram os menores valores, mas não foi significativamente diferente das fêmeas da raça Mangalarga da mesma faixa etária, mas, sim, das demais fêmeas e machos estudados.

As altas taxas de zinco sérico encontradas neste trabalho podem ser devido à dieta, à variação racial e às diferentes metodologias utilizadas na determinação da concentração desse mineral.

Estes resultados mostram a importância da padronização de valores séricos de minerais em diferentes faixas etárias e em diferentes raças, uma vez que atribuir padrões genéricos de referência, pode dificultar a oferta de uma dieta balanceada e ocasionar uma deficiência ou excesso de cobre e zinco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUER, D.E.; SEAWRIGHT, A.A. Assesment of copper and zinc status of farm horses and training throughbreds in South-East Queensland. **Aust. Vet. J.**, Brunswick, v.65, p.235-9, 1998.

BALARIN, M.R.S. **Efeito do treinamento e de exercício de diferentes intensidades sobre os valores dos macro e microminerais, bioquímicos e hematológicos em eqüinos Puro Sangue Inglês (PSI), machos e fêmeas, dos 24 aos 36 meses de idade.** 2002. 111f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu.

CUNNINGHAM-RUNDLES, S. Effects of nutritional status on immunological function. **Am. J. Clin Nutr.**, Bethesda, v.32, p.1202-10, 1982.

HINTZ, H.F.; CYMBALUK, N.F. Nutrition of the horse. **Annu. Ver. Nutr.**, Palo Alto, v.14, p.243-67, 1994.

KERBER, C.E. Mineralização de potros em crescimento. Disponível em [Http://www.bichoonline.com.br](http://www.bichoonline.com.br)

KOTERBA, AM; DRUMOND, W.; KOSCH, P.C. **Equine Clinical Neonatology**. Baltimore: Williams e Wilkins, 1990. 846p.

KOURY, J.C.; DONANGELO, C.M. Zinco, estresse oxidativo e atividade física. **Rev. Nutr.**, Campinas, vol.16, n.4, p.433-441, 2003.

LEWIS, L.D. **Nutrição clínica eqüina. Alimentação e cuidados**. São Paulo: Editora Roca, 2000.

LEWIS L.D. Necessidades em energia, nutrientes e fibra. In: __ **Alimentação e cuidados do cavalo**. São Paulo:Roca, 1985, p.63-112.

MAFRA, D.; COZZOLINO, S.M.F. Importância do zinco na nutrição humana. **Rev. Nutr.**, Campinas, v.17, p.79-87, 2004.

MAHANTA, R.; SARKAR, M.; CHATTERJEE, A ; DAS, D.N., et al. Concentrations of certain minerals in serum of cyclic and anestrus yak. **IVIS Website: www.ilri.cgiarc.org**, 2005.

McDOWELL, L.R. Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil. 3. ed., Illinois:Agrico Feed Ingredients, 1999. 92p.

OTT, E.A. Nutrition. In: _____ EVANS, J.W. **Horse breeding and management**. Texas: Elsevier Science Publishers, 1992, p.337-67.

PEARCE, S.G.; GRACE, N.D.; FIRTH, E.C.; WICHTEL, J.J.; HOLLE, S.A.; FENNESSY, P.F. Effect of copper supplementation on the copper status of pasture-fed young Thoroughbreds. **Equine Vet. J.**, Suffolk, v.30, p.204-10, 1998.

PRASAD, A.S. Clinical, biochemical, and pharmacological role of zinc. **Ann. Rev.Pharmacol.**, Palo Alto, v.20, p. 128-36, 1997.

PULS, R. **Mineral levels in small health**. Vancouver:Sherpa International, 1994. 367 p.

RESENDE, A. Nutrição. 2003. Disponível em [Http://pc2.powerline.com.br/jalencar/alehnut.htm](http://pc2.powerline.com.br/jalencar/alehnut.htm) . Acesso em 15 de março de 2006.

SANTARÉM, C.L. **Valores séricos de macro e microminerais de eqüinos da raça puro sangue inglês (PSI), do nascimento até aos seis meses de idade**. 2004. 116f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu,

SINDIRAÇÕES. Suplementação nutricional para eqüinos. **Rev. Alimentação Animal**, São Paulo, n.40, 2000.

SMITH, J.E. Iron metabolism and its disorders. In: KANEKO, J.J.J; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5.ed. London: Academic Press, 1997. P.223-237.

TRIOLA, M.F. **Introdução à Estatística**. 7. Ed. Rio de Janeiro:LTC, 1999. 410p.

UNDERWOOD, E.J. Trace elements in human and animal nutrition. 4.ed. New York: Academic Press, 1977. 557p.

WICHERT, B; KREYENBERG, K.; KIENZLE, E. Serum response after oral supplementation of different zinc compounds in horses. **J.Nutr.**, v.132, p. 1769S – 1770S, 2002.