

CECÍLIA LAPOSY SANTARÉM

**Valores séricos de macro e microminerais de
eqüinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), do
nascimento aos seis meses de idade**

CECÍLIA LAPOSY SANTARÉM

Valores séricos de macro e microminerais de eqüinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), do nascimento aos seis meses de idade

Tese apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Botucatu, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Medicina Veterinária (Área de Concentração: Clínica Veterinária).

ORIENTADOR: Prof. Ass. Dr. Raimundo Souza Lopes

Botucatu

2004

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: SELMA MARIA DE JESUS

Santarém, Cecília Laposy.

Valores séricos de macro e microminerais de eqüinos da raça puro sangue inglês (PSI), do nascimento aos seis meses de idade / Cecília Laposy Santarém. – 2004.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2004.

Orientador: Raimundo Souza Lopes

Assunto CAPES: 50501062

1. Equino

CDD 636.1

Palavras-chave: Bioquímica; Eqüinos; Minerais; PSI; Valores de referência

DADOS CURRICULARES

NASCIMENTO	31.05.1972/Jundiaí/S.P.
FILIAÇÃO	Nikolaus Laposy Cora Braga Laposy
1991/1995	Curso de Graduação : Universidade Paulista-UNIP
1996/1998	Residência em Medicina Veterinária Área de Laboratório Clínico Veterinário Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Campus de Botucatu
1998	Admissão na Universidade do Oeste Paulista, Unoeste, Curso de Medicina Veterinária. Responsável pelas Disciplinas: - Patologia Clínica - Apoio Diagnóstico
1999	Ingresso no Curso de Mestrado em Medicina Veterinária Área de Clínica Veterinária Sub-área de Patologia Clínica Veterinária da FMVZ – Unesp – Botucatu
2001	Defesa de dissertação de Mestrado Título: Valores hematológicos e bioquímicos de equinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI) do nascimento aos seis meses de idade
2001	Ingresso no Curso de Doutorado em Medicina Veterinária Área de Clínica Veterinária Sub-área de Patologia Clínica Veterinária da FMVZ – Unesp – Botucatu

Esse trabalho é dedicado ao que há de mais importante em minha vida:

A Deus:

“Se voltares as costas à luz, nada mais verás além da tua própria sombra.”
(Anônimo)

À minha Família:

meu ninho, meu lar, meu porto seguro, minha inspiração.

“Dar o exemplo não é a melhor maneira de influenciar os outros. É a única.”
(Albert Schweitzer)

Ao meu esposo e razão do meu coração Vamilton Alvares Santarém:

“O coração tem suas razões que a própria razão desconhece”
(Blaise Pascal)

Ao meu orientador Raimundo Souza Lopes:

“Creia nos que têm experiência, aqueles que quiserem experimentar perigosamente.”
(Santo Agostinho)

Os méritos desse trabalho têm que ser compartilhados com pessoas que nos incentivaram e acreditaram que a amizade é, ainda, a mais bela das virtudes. Os meus eternos agradecimentos a todas elas, especialmente:

Ao professor Pedro de Magalhães Padilha pelas orientações no processamento das amostras, pela paciência e dedicação com que abraçou este projeto;

À Profa. Aguemi Kohayagawa pelas idéias que enalteceraam este trabalho e também a minha formação pessoal;

Ao Médico Veterinário Alankardson Ferreira, responsável pelo Haras Eqüilia em permitir a colheita do material e a utilização das instalações;

À Médica Veterinária Luciana Martins, pelo auxílio na coleta do material e extrema dedicação a este trabalho;

À direção da Unoeste, pela liberação parcial das atividades acadêmicas para que esta tese pudesse ser realizada;

À minha amiga e colega de pós-graduação Mara Regina Stipp Balarin pelo total incentivo, amizade e lealdade nos momentos difíceis;

À colega de pós-graduação Flávia Santin, por oferecer sua moradia, proporcionando momentos alegres longe de casa;

Aos meus amigos e padrinhos José Augusto Bastos Afonso e Carla Lopes de Mendonça, que, mesmo distantes, incentivaram a realização deste projeto;

Aos Médicos Veterinários Residentes do Hospital Veterinário da Unoeste, Paulo Pareja, Viviane von Ah Lopes, Gabriel Arantes Zanin, Milena Palmeira Reis e Alessandra Aparecida Alça Alvares, pelo apoio no desenvolvimento do trabalho;

Aos amigos Aristeu Vieira da Silva e Rogério Giuffrida, pela análise estatística e sugestões para apresentação dos resultados;

Aos funcionários da Biblioteca da Unoeste, Presidente Prudente, especialmente de Roslaine Maria Bacetti Pereira, na pesquisa e comutação dos artigos científicos, e da Unesp, Botucatu, pela atenção sempre prestada, em particular a Rosimary Cristina da Silva, pela revisão e adequação das citações bibliográficas;

A todos os colegas de trabalho do Hospital Veterinário da Unoeste, pelo companheirismo e incentivo profissional, especialmente a Paulo Eduardo Pardo e Haroldo Alberti, pela ajuda e pelo convívio alegre do dia-a-dia;

À amiga e companheira de trabalho Ana Maria Siqueira Silveira Wehbe, por compreender os momentos de ausência, e por incentivar o término deste projeto;

Aos colegas do Curso de Pós-graduação, pela amizade e incentivo;

A todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente na realização desse trabalho e a quem eu peço desculpas aqui por, em um momento de esquecimento, deixar de lembrar seu nome. O cérebro pode ter falhado, mas o coração será eternamente grato à sua ajuda.

*“Quando se caminha ao lado de um amigo,
um quilômetro tem dez passos.”*
(Provérbio popular Russo)

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE QUADROS E TABELAS	11
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	15
1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 Macrominerais.....	18
2.1.1. Cálcio e Fósforo.....	18
2.1.2. Potássio.....	22
2.1.3. Sódio e Cloreto.....	24
2.1.4. Magnésio.....	26
2.2 Microminerais.....	30
2.2.1. Ferro.....	30
2.2.2. Zinco.....	33
2.2.3. Selênio.....	37
2.2.4. Cobre.....	39
2.2.5. Manganês.....	42
2.2.6. Crômio.....	44
3 MATERIAIS E MÉTODOS	45
3.1 Local da Pesquisa.....	45
3.2 Seleção dos Animais.....	46
3.3 Delineamento Experimental.....	46
3.4 Colheita e Acondicionamento de Amostras.....	47
3.5 Bioquímica Sérica.....	47
3.6 Espectrofotometria de Absorção Atômica.....	48
3.6.1. Tratamento da Vidraria.....	48
3.6.2. Determinação de Cobre (Cu), Zinco (Zn), Ferro (Fe) e Manganês (Mn).....	48
3.6.3. Determinação de Selênio (Se) e Crômio (Cr).....	50
3.7 Análise Estatística.....	51

SUMÁRIO (Continuação)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
4.1 Macrominerais	52
4.1.1. Cálcio.....	52
4.1.2. Fósforo.....	56
4.1.3. Potássio.....	60
4.1.4. Sódio.....	63
4.1.5. Cloreto.....	66
4.1.6. Magnésio.....	69
4.2 Microminerais.....	72
4.2.1. Ferro.....	72
4.2.2. Zinco.....	76
4.2.3. Selênio.....	80
4.2.4. Cobre.....	83
4.2.5. Manganês.....	86
4.2.6. Crômio.....	89
5 CONCLUSÕES.....	93
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
ANEXOS.....	104
RESUMO.....	116
ABSTRACT	117

LISTA DE FIGURAS

Figura	1	Vista do haras Eqüilia no município de Avaré – São Paulo.....	45
Figura	2	Aparelho de absorção atômica – Shimadzu A.A 6800 Laboratório de Química – Instituto de Biociências - Unesp - Botucatu – São Paulo.....	48
Figura	3	Concentrações séricas de cálcio (mg/dL) de eqüinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade.....	54
Figura	4	Concentrações séricas de fósforo (mg/dL) de eqüinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade.....	57
Figura	5	Concentrações séricas de potássio (mmol/L) de eqüinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade.....	61
Figura	6	Concentrações séricas de sódio (mmol/L) de eqüinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade.....	64
Figura	7	Concentrações séricas de cloreto (mEq/L) de eqüinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade.....	67
Figura	8	Concentrações séricas de magnésio (mg/dL) de eqüinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade.....	70
Figura	9	Concentrações séricas de ferro ($\mu\text{g/dL}$) de eqüinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade.....	74
Figura	10	Concentrações séricas de zinco ($\mu\text{g/dL}$) de eqüinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade.....	77
Figura	11	Concentrações séricas de selênio ($\mu\text{g/dL}$) de eqüinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade.....	81

LISTA DE FIGURAS

- Figura 12 Concentrações séricas de cobre ($\mu\text{g/dL}$) de eqüinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade..... 84
- Figura 13 Concentrações séricas de manganês ($\mu\text{g/dL}$) de eqüinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade..... 87
- Figura 14 Concentrações séricas de crômio ($\mu\text{g/dL}$) de eqüinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade..... 90

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro	1	Valores séricos normais dos macrominerais cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cloreto (Cl) e magnésio (Mg), em eqüinos adultos saudáveis por diferentes autores.....	28
Quadro	2	Média dos valores séricos dos macrominerais cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cloreto (Cl) e magnésio (Mg), em potros saudáveis, segundo Lumsden et al. (1980).....	29
Quadro	3	Média dos valores séricos normais dos macrominerais cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cloreto (Cl) e magnésio (Mg), em eqüinos, do nascimento a seis meses de idade, segundo Bauer (1990).....	29
Quadro	4	Valores mínimo e máximo de ferro ($\mu\text{g}/\text{dL}$) em potros saudáveis, do nascimento aos 180 dias.....	32
Quadro	5	Valores séricos de zinco ($\mu\text{g}/\text{dL}$) em eqüinos saudáveis, de diferentes faixas etárias, segundo autores.....	36
Quadro	6	Valores séricos de selênio ($\mu\text{g}/\text{dL}$) em eqüinos adultos saudáveis, segundo autores.....	38
Quadro	7	Valores séricos de cobre ($\mu\text{g}/\text{dL}$) em eqüinos saudáveis, de diferentes faixas etárias, segundo autores.....	41
Quadro	8	Programa de atomização para determinação de Crômio pela absorção atômica em forno de grafite.....	50
Quadro	9	Programa de atomização para determinação de Selênio pela absorção atômica em forno de grafite.....	50
Tabela	1	Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de cálcio (mg/dL) de eqüinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2\text{DP}$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos.....	53

LISTA DE QUADROS E TABELAS

- Tabela 2 Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de fósforo (mg/dL) de eqüinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2DP$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos..... 56
- Tabela 3 Relação cálcio:fósforo de eqüinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais..... 58
- Tabela 4 Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de potássio (mmol/L) de eqüinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2DP$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos..... 60
- Tabela 5 Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de sódio (mmol/L) de eqüinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2DP$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos..... 63
- Tabela 6 Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de cloreto (mEq/L) de eqüinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2DP$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos..... 66

LISTA DE QUADROS E TABELAS

- Tabela 7 Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de magnésio (mg/dL) de eqüinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2DP$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos..... 69
- Tabela 8 Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de ferro ($\mu\text{g/dL}$) de eqüinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2DP$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos..... 73
- Tabela 9 Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de zinco ($\mu\text{g/dL}$) de eqüinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2DP$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos..... 76
- Tabela 10 Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de selênio ($\mu\text{g/dL}$) de eqüinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2DP$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos..... 80

LISTA DE QUADROS E TABELAS

- Tabela 11 Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de cobre ($\mu\text{g/dL}$) de eqüinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2\text{DP}$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos..... 83
- Tabela 12 Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de manganês ($\mu\text{g/dL}$) de eqüinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2\text{DP}$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos..... 86
- Tabela 13 Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de crômio ($\mu\text{g/dL}$) de eqüinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2\text{DP}$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos..... 89
- Tabela 14 Valores de referência de macro e microminerais de eqüinos Puro Sangue Inglês (PSI), do nascimento aos seis meses de idade..... 92

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

DNA	=	Ácido desoxiribonucléico
EDTA	=	Ácido etilenodiaminotetracético
ATP	=	Adenosina trifosfato
RNA	=	Ácido ribonucléico
cm	=	Centímetro
DP	=	Desvio padrão
ISE	=	Eletrodo íon seletivo
g	=	Grama
⁰ C	=	Grau Celsius
<	=	Inferior
®	=	Marca Registrada
m/v	=	Massa por volume
µg/dL	=	Micrograma por decilitro
µg/g	=	Micrograma por grama
µg/L	=	Micrograma por litro
µg/mL	=	Micrograma por mililitro
mA	=	Miliampere
mEq/L	=	Miliequivalente por litro
mg/dL	=	Miligrama por decilitro
mg/Kg	=	Miligrama por kilograma
mg/L	=	Miligrama por litro
mL	=	Mililitro
mm	=	Milímetro
mmol/L	=	Milimol por litro
nm	=	Nanômetro
p.p.b	=	Parte por bilhão
p.p.m.	=	Parte por milhão
%	=	Porcentagem
r.p.m.	=	Rotação por minuto
>	=	Superior
v/v	=	Volume por volume
W	=	Watt

1. INTRODUÇÃO

Durante o processo de domesticação, o homem mudou e tem mudado continuamente o hábito de vida dos eqüinos, adaptando consideravelmente a vida destes animais e suas necessidades algumas vezes insuportáveis para a capacidade funcional de seu sistema digestório (RESENDE, 2003).

As gramíneas sempre constituíram a alimentação natural do eqüino e são suficientes para manter as suas condições físicas quando a pastagem é de boa qualidade. Até algum tempo, raramente estes animais recebiam alimentos concentrados e feno de gramíneas ou leguminosas (OTT, 1992). Todavia, quando requerem uma maior quantidade de energia, o volumoso não é capaz de satisfazer às suas exigências nutricionais (CUNHA, 1991).

No Brasil, o desenvolvimento das pastagens com características tropicais, as alterações sazonais e a tendência à concentração dos eqüinos devido ao alto custo da terra, freqüentemente resultam em uma alimentação deficiente em minerais para eqüinos (KERBER, 2003). Segundo o autor, a utilização de suplementos é capaz de evitar o aparecimento de distrofias ósseas que depreciam o valor econômico destes animais e, muitas vezes, os inutilizam para o trabalho.

No caso dos eqüinos atletas, a suplementação é uma ferramenta de extrema importância, uma vez que estes animais são exigidos por longos períodos de treinamento com intensidades variadas e pequenos intervalos de repouso (JACKSON, 1997).

A finalidade do estudo da nutrição e fisiologia do exercício não visa simplesmente capacitar o eqüino para ser mais veloz, mas sim a saúde e o desenvolvimento de um desempenho atlético com menos estresse e menores riscos de lesões (HINTZ e CYMBALUK, 1994). Juntamente com os manejos sanitário e reprodutivo, a nutrição é responsável pela exteriorização da total capacidade genética dos eqüinos, aumentando a saúde e a produtividade da criação (SINDIRAÇÕES, 2000).

As exigências de minerais em animais atletas ainda não estão bem estabelecidas, embora se tenha conhecimento do aumento das necessidades desses animais durante ou após um treinamento de alta intensidade, devido ao seu envolvimento na capacidade de oxigenação dos pulmões, no trabalho cardíaco e, conseqüentemente, no desempenho físico (CUNHA, 1991). Alguns desses elementos teriam ainda uma estreita relação no metabolismo energético, na função neuromuscular e na proteção celular (ROSE e HODGSON, 1982).

A maioria dos artigos referentes aos requerimentos nutricionais para eqüinos, porém, foi fundamentada em estudos com eqüinos mantidos em estábulo ou sob condições experimentais e com objetivo de quantificar os valores de micro e macrominerais na alimentação, uma vez que os métodos utilizados há uma década atrás, limitavam o estudo da dosagem destes elementos no soro dos animais (LEWIS, 1995).

Com a introdução de novas técnicas de mensuração de micro e macrominerais em amostras de sangue de animais, torna-se cada vez mais necessária, a padronização dos valores séricos dos minerais, para a correta nutrição de eqüinos atletas, permitindo a adequação dos teores de cada nutriente na alimentação, de acordo com a exigência fisiológica à qual estão sendo submetidos e também com a idade e o sexo dos animais (JACKSON, 1997).

Com base na importância dos aspectos abordados e em função da necessidade de maiores estudos sobre o assunto, o presente experimento foi delineado com o propósito de alcançar os seguintes objetivos:

- Estabelecer os valores de referência de cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloreto, magnésio, ferro, zinco, selênio, cobre, manganês e crômio no soro de eqüinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, clinicamente saudáveis, do nascimento aos seis meses de idade, analisando a influência da idade e do sexo com os valores dos macro e microminerais.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Os elementos minerais, que podem ser classificados como macro e microminerais, de acordo com a sua quantidade no organismo, constituem 4 a 6 % do corpo de um animal vertebrado, mas, devido a diversidade de funções que exercem no organismo, eles são importantes em todo o campo da bioquímica nutricional (THOMPSON e WERNER, 1976).

2.1 MACROMINERAIS

2.1.1 Cálcio e Fósforo

Cálcio e fósforo compõem mais de 70% do total da matéria mineral do corpo animal. Esses elementos exercem funções vitais em quase todos os tecidos do organismo e devem estar disponíveis na dieta em quantidades e proporções adequadas (McDOWELL, 1999).

Os dois macrominerais estão intimamente relacionados. O excesso ou a deficiência de um interferirá na proporção utilizada do outro. Em animais jovens, a deficiência de cálcio, fósforo ou vitamina D resulta em raquitismo, e em osteomalácia, nos adultos (FRAPE, 1992; LEWIS, 1995).

O cálcio é o elemento mineral mais abundante no organismo animal, onde 99% encontra-se nos ossos e dentes. O restante está amplamente distribuído nos tecidos moles e fluidos, com uma concentração maior no plasma sanguíneo. O cálcio é essencial na formação do esqueleto, coagulação do sangue, regulação do ritmo cardíaco, excitabilidade neuromuscular, ativação de enzimas e permeabilidade de membranas (GÜRTLER et al., 1987).

O cálcio plasmático está distribuído em três grandes frações: ionizado, carregado por proteínas e na forma de complexos. A forma biologicamente ativa é a primeira, constituindo 46 a 50% do seu total. Já a fração ligada à proteína (albumina ou globulina) constitui um importante reservatório do mineral (MEYER e HARVEY, 2000).

A absorção de cálcio ocorre no duodeno, tanto na sua forma passiva como na ativa. Quando a dieta é relativamente baixa para este mineral, a maior parte é absorvida pela forma ativa. A lactose pode promover a absorção do cálcio pela interação com as células absorptivas do intestino aumentando a permeabilidade aos íons (ARMBRECHT e WASSERMANN, 1976). No entanto, a porcentagem de absorção do mineral diminui com a idade, na presença de grandes quantidades de fósforo e do próprio cálcio, ou mesmo quando existem baixos níveis de vitamina D no organismo (AMMERMAN e GOODRICH, 1983). Segundo Meyer (1985), o colostro da égua contém 0,9g/dL de cálcio, ao passo que o leite contém aproximadamente 0,7g/dL.

As concentrações sanguíneas de cálcio são mantidas em equilíbrio por muitos hormônios que controlam sua absorção e excreção, bem como o metabolismo ósseo. A calcitonina e o paratormônio funcionam numa delicada relação com a forma ativada da vitamina D, envolvida no transporte ativo de cálcio e fósforo pelo epitélio intestinal, para controlar os níveis sanguíneos desses minerais (CUNHA, 1991).

A calcitonina regula os altos níveis de cálcio diminuindo a absorção do cálcio intestinal, reduzindo a desmineralização óssea e a reabsorção pelos rins. O aumento nas concentrações plasmáticas do mineral causa supressão do paratormônio e reduções da produção da vitamina D e de sua absorção. Quando ocorre queda nas concentrações do macroelemento, ao contrário, há aumento na liberação do paratormônio. Assim, ele estimula a produção de vitamina D e da proteína carreadora de cálcio, acelerando sua absorção (ROSOL e CAPEN, 1997).

O fósforo é o segundo mineral mais abundante encontrado no organismo e 80 a 85% de seu total localizam-se nos ossos e dentes. Tem papel definido na prevenção e na diminuição dos transtornos do metabolismo ósseo, que alteram o desenvolvimento e, sobretudo, a solidez do esqueleto. O restante apresenta ampla distribuição nos tecidos moles, em especial nos glóbulos vermelhos, músculos e tecidos nervosos, está envolvido na maioria das reações metabólicas, na utilização de gorduras, carboidratos, proteínas e outros nutrientes corpóreos, sendo um dos elementos minerais mais versáteis (LOPES et. al, 2003a).

O fósforo é essencial para a transmissão genética por ser um dos componentes dos ácidos nucleicos (DNA e RNA) e também para o sistema tampão sanguíneo e outros fluidos corpóreos. Controla o apetite e a eficiência da conversão alimentar, sendo também necessário para a secreção láctea normal e síntese dos tecidos musculares (UNDERWOOD, 1981).

As exigências deste mineral para eqüinos têm recebido atenção especial, pois as quantidades de fósforo necessárias para atender às funções de manutenção dos processos metabólicos e de produção dos animais (gestação, lactação, crescimento e trabalho) são influenciadas por fatores diversos como raça, taxa de crescimento e produtividade, estresse de treinamento, desempenho, idade, condição ambiental, nível de sudorese e de outros minerais na ração (LOPES et al., 2003b).

A absorção do fósforo é influenciada pelo pH intestinal, idade do animal e fornecimento de outros minerais e do próprio elemento na dieta. Grandes quantidades de ferro, alumínio e magnésio interferem pela formação de fosfatos insolúveis. Dietas ricas em ácido oxálico diminuem a assimilação pela planta em virtude da formação de complexos com o cálcio, que também podem se ligar aos fitatos, deixando o fósforo indisponível. Ácidos graxos podem formar partículas insolúveis de cálcio, que são assimilados com dificuldade, ainda que uma certa quantidade de gordura contribua para que o fósforo seja absorvido (OTT, 1992).

Em todas as espécies, as fezes são a via primária para eliminação do cálcio. A forma fecal é uma combinação do mineral não absorvido da dieta e da secreção da mucosa intestinal. Assim, muitos fatores que afetam a absorção do elemento irão alterar a quantidade encontrada nas fezes. A perda urinária é mínima, sendo a reabsorção renal muito eficiente (ARNAUD e SANCHEZ, 1990).

O eqüino pode excretar quantidades elevadas de cálcio na urina, quando seu fornecimento na dieta for alto. No caso do fósforo, as fezes são a principal via excretora do elemento em herbívoros (MEYER e HARVEY, 2000).

A deficiência de cálcio, fósforo ou vitamina D pode levar ao raquitismo. Em eqüinos, essa doença é caracterizada por porosidade e deformidade ósseas, que podem resultar em fraturas, perda de peso, intumescimento, fraqueza muscular e enrijecimento no andar (COOPER et al., 1995).

El Shorafa et al. (1979) observaram que, nos estágios iniciais do raquitismo em pôneis, ocorre uma diminuição da área cortical e da densidade óssea, e retardo no fechamento epifisário. Segundo este mesmo autor, em eqüinos adultos, uma inadequada dieta de cálcio pode resultar em fraqueza óssea e laminites.

Cooper et al. (1995) verificaram que potros submetidos a uma dieta com baixos níveis de cálcio e fósforo eram mais predispostos a desenvolver distúrbios de mineralização.

Tanto o cálcio como fósforo são considerados tóxicos quando altas doses são consumidas pelos animais. Em condições normais, ambos são absorvidos de acordo com as necessidades e o excedente é excretado (McDOWELL, 1992).

Nos casos em que os níveis de cálcio são baixos, mas as quantidades de fósforo são excessivas, os eqüinos desenvolvem hiperparatiroidismo nutricional secundário. Isto ocorre quando o cálcio é removido dos ossos faciais, sendo substituído por tecido conjuntivo que invade a área, causando hipertrofia facial, conhecida vulgarmente como “mandíbula de borracha” (MILLER, 1985; GOODRICH et al., 1985; RASMUSSEN, 1986).

Segundo Hintz e Kallfelz, (1981), a sintomatologia do desequilíbrio cálcio:fósforo aumenta caso o animal possua predisposição genética.

Os monogástricos geralmente possuem maiores necessidades de cálcio e fósforo que os ruminantes. Para eqüinos, as quantidades necessárias de cálcio e fósforo na dieta variam, respectivamente, de 0,24 a 0,68% e de 0,17 a 0,38% da matéria seca (LEWIS, 1985a). Este mesmo autor, em 1995, sugeriu que a relação normal cálcio: fósforo nos cavalos não deve ser inferior a 1:1 ou maior que 3: 1.

Os níveis séricos de cálcio e fósforo são superiores nas primeiras 12 horas de vida do eqüino, quando comparados aos valores normais para adultos (BAUER, 1990).

Meyer (1985) e Rezende et al. (2000) observaram que no último terço de gestação, a necessidade de cálcio e fósforo aumenta drasticamente nas éguas, pois o potro nasce com seu esqueleto amplamente mineralizado. No leite, segundo os autores, o conteúdo destes elementos é mais alto nos primeiros três meses de lactação (cerca de 0,8 g/dL) e diminui após este período de uma maneira contínua, embora a necessidade de tais minerais pelo potro durante seu primeiro semestre de vida seja especialmente alta (MEYER, 1985).

2.1.2 Potássio

O potássio é reconhecido como importante fator nutricional para homens e animais desde que a ciência da nutrição dava os primeiros passos. Depois do cálcio e do fósforo, é o terceiro mineral mais abundante no organismo animal e o principal cátion do fluido intracelular. É também constituinte da corrente extracelular, onde exerce influência sobre a atividade muscular. O mineral é essencial à vida, sendo indispensável a uma série de funções do organismo, incluindo equilíbrio osmótico, ácido-básico, participa de vários sistemas enzimáticos e do balanço hídrico (McDOWELL, 1999).

Este elemento possui funções intracelulares, plasmáticas e no fluido intersticial, mantendo o equilíbrio hidro-eletrolítico e a pressão osmótica. Ele é importante no transporte de oxigênio e dióxido de carbono pelo sangue. Participa na transmissão de impulsos nervosos para as fibras musculares e na contração muscular (THOMPSON, 1978 apud McDOWELL, 1992). Atua na regulação dos batimentos cardíacos, previne a tetania e convulsões, funcionando também na síntese protéica, no metabolismo de carboidratos e como co-fator em muitos sistemas enzimáticos. Alguns dos sistemas influenciados ou ativados pelo potássio incluem: ATP, hexoquinase, anidrase carbônica, amilase salivar, quinase pirúvica e frutoquinase (MASERO e SIEGEL, 1971).

As hemácias contêm cerca de 100 vezes mais potássio que o plasma. Músculos e células nervosas também possuem mais potássio, contendo 20 vezes sua quantia quando comparada ao fluido intersticial (HARVEY, 1997).

A digestibilidade deste elemento é alta (cerca de 95%) para a maioria dos alimentos e não há problemas na absorção em animais normais (HEMKEN, 1983). O potássio é absorvido na sua maior parte por simples difusão pelo intestino delgado, mas também pode ocorrer alguma absorção no intestino grosso (CHURCH e POND, 1974). Diarréia ou outros distúrbios teciduais que interfiram no trato gastrintestinal podem alterar a assimilação do mineral e aumentar seu requerimento (HORNBUCKLE e TENNANT, 1997).

A excreção de potássio ocorre pela urina, tanto pela filtração como pela secreção. Os hormônios da adrenal favorecem a absorção de sódio e excreção de potássio pelos túbulos renais, especialmente em casos de estresse, pelo aumento de aldosterona (CARLSON, 1997).

A alimentação é relativamente suficiente para atender às necessidades orgânicas de potássio, que nos eqüinos variam de 0,4 a 1,0% da matéria seca. Como é um elemento mineral presente em altas concentrações no colostro (1,4 g/dL) todas as espécies lactantes devem ter níveis elevados em suas dietas (MEYER, 1985; LEWIS, 1995).

Em eqüinos, uma das principais formas de perda excessiva de potássio se dá pela diminuição da ingesta de leite ou pela sudorese. Stowe (1971) observou que, ao administrar diferentes níveis a potros órfãos, foram alcançadas ótimas características hematológicas, sugerindo que o fornecimento de potássio a estes animais poderia ser necessário para reposição das perdas pelo suor.

A deficiência de potássio pode levar a um retardo no crescimento, fraqueza muscular, rigidez e paralisia. A falta contínua resulta em acidose intracelular, degeneração de órgãos vitais, além de distúrbios neurológicos. Diarréia persistente pode levar a perda do potássio que, em animais jovens, pode ocasionar acidose mais rapidamente que nos adultos (BAUER, 1990).

As concentrações tóxicas de potássio, para a maioria das espécies animais, não foram estabelecidas. A intoxicação aguda por administração oral é incomum e, mesmo em grandes doses no sal, o potássio é considerado moderadamente tóxico. Contudo, de acordo com o NRC (1980), já foram relatados casos de animais com insuficiência cardíaca, edema e fraqueza muscular. Em nefropatas, cardíacos ou hepatopatas, há possibilidade de ocorrer hipercalemia.

2.1.3 Sódio e Cloreto

O sódio e o cloreto junto com o potássio mantêm a pressão osmótica e regulam o equilíbrio ácido-básico. Estes eletrólitos, nos fluidos corpóreos, estão envolvidos nos níveis do metabolismo hídrico-celular, na respiração, na regulação do pH sanguíneo, na transmissão de impulsos nervosos, na contração da musculatura cardíaca e na nutrição (McDOWELL, 1999).

Os íons sódio devem estar presentes no lúmen do intestino delgado para absorver açúcares e aminoácidos. Já o cloreto é necessário para ativação da amilase, sendo componente essencial do ácido clorídrico, parte do suco gástrico (GRIM, 1980).

O organismo animal contém aproximadamente 0,2% de sódio. A maior parte é encontrada em fluidos extracelulares, onde participam dos processos metabólicos. Algumas frações, porém, estão localizadas no esqueleto, na forma insolúvel. Diferentemente, o cloreto é encontrado em grandes concentrações tanto dentro como fora das células e em tecidos corpóreos (CARLSON, 1997). O colostro do equino contém 0,6 g/dL de sódio e 1,0 g/dL de cloreto, enquanto o leite contém, respectivamente 0,05 g/dL e 0,3 g/dL (MEYER, 1985).

Os íons sódio e cloreto são rapidamente absorvidos, especialmente no intestino delgado. Nos animais, aproximadamente 80% do sódio e do cloreto do trato gastrintestinal provêm de secreções internas como saliva, fluidos gástricos, bile e suco pancreático (NRC, 1980).

Os dois elementos são excretados principalmente na urina como sal, com pequenas quantidades perdidas nas fezes e transpiração. Esta última via é o maior meio de excreção para algumas espécies. Consideráveis quantias de sódio podem ser perdidas também pelo leite, vômito, diarreia e suor profuso (DUNCAN et al., 1994).

Quando a entrada de sódio é inadequada, o corpo tem uma notável capacidade para conservá-lo, excretando baixos níveis na urina. Altas quantidades de sódio acionam maiores excreções pelos rins, aumentando as necessidades de água (HAGSTEN e PERRY, 1976).

O metabolismo do cloreto é controlado pela sua relação com o sódio e com o bicarbonato; assim, o excesso de excreção renal de sódio é acompanhado pelo cloreto e pelo bicarbonato. A regulação das concentrações corpóreas de sódio é feita por hormônios que atuam para manter constante a relação Na:K no fluido extracelular (FINCO, 1997).

O sistema renina-angiotensina-aldosterona é conhecido por ajustar a absorção e excreção de sódio no túbulo distal renal e, portanto, equilibrar as necessidades de sódio corpóreo (COLLINGS e SPAGENBERG, 1980).

Segundo Cunha (1991), em condições tropicais, onde grandes perdas de água e sal ocorrem com o suor, o requerimento deste mineral é maior, dependendo da capacidade de transpirar e do nível de atividade de cada animal. No caso dos eqüinos, que suam profusamente e apresentam cerca de 0,7% de sal no suor, quanto maior a perda de sal pela transpiração, maior será a necessidade de reposição de sódio.

Estudando animais do nascimento aos seis meses de idade, Bauer (1990) verificou que os valores séricos de sódio diminuem conforme o crescimento, o que torna necessário uma suplementação para eqüinos atletas.

Carlson (1997) observou que a deficiência de sódio pode ser decorrente do rápido crescimento de animais jovens alimentados com dietas baseadas em cereais ou em forragens com baixos níveis de sódio; pela perda de cloreto de sódio pelo leite durante a lactação; e, maior transpiração pelo aumento da temperatura ambiental.

Os eqüinos desenvolvem sinais de deficiência quando trabalham sob condições de extremo calor, ocorrendo posteriormente fadiga e exaustão, caracterizados por quadros de espasmos musculares. Neste caso, os animais podem lambeir cercas, rochas e objetos (CUNHA, 1991).

O cloreto de sódio pode ser tóxico quando excessivas quantidades são ingeridas e a água é limitada. Os níveis toleráveis para o cloreto de sódio e outros minerais variam de acordo com as espécies, as adaptações, a duração do quadro, a idade e as condições físicas do animal. Os sinais clínicos mais comuns são aumento do consumo de água, anorexia, perda de peso, edema e paralisia. (McDOWELL, 1992).

2.1.4 Magnésio

O magnésio é o segundo maior cátion presente nos fluidos extracelulares e um importante mineral para a integridade de ossos e dentes, sendo abundante na maior parte dos alimentos e presente no corpo animal em aproximadamente 0,05% do seu peso total. Sessenta a 70% do mineral são encontrados no esqueleto e o restante em tecidos moles e líquidos extracelulares (McDOWELL, 1999).

O elemento é um componente ativo de muitos sistemas enzimáticos, estando predominantemente associado com a mitocôndria. Dessa forma, a respiração celular é amplamente reduzida em sua ausência, bem como o metabolismo de carboidratos e lipídios. O magnésio é requisitado nas contrações musculares, nas sínteses protéicas, de ácidos nucleicos e gorduras, e na ativação e formação de sulfato e acetato (WATSON et al., 1980).

A absorção de magnésio ocorre no trato digestivo, mais especificamente no intestino delgado em monogástricos (GÜRTLER et al., 1987).

A dieta e fatores fisiológicos influenciam a assimilação do magnésio. Doses farmacológicas de vitamina D têm sido relacionadas ao aumento de sua absorção. No entanto, a retenção desse mineral pode ser reduzida pelo aumento da excreção urinária (HARDWICK et al., 1991).

As quantidades de magnésio no colostro estão em torno de 0,5 g/dL. Já o leite contém apenas 0,05 g/dL deste macromineral (MEYER, 1985).

Muitos fatores influenciam a assimilação do magnésio, incluindo o potássio, o nitrogênio, o cálcio, o fósforo, o alumínio, o ferro, o sódio, as proteínas, as gorduras, os ácidos orgânicos, os tipos de carboidratos, os ionóforos e a frequência da alimentação (AITKEN e ALLEN, 1994). Os autores verificaram que tanto o fósforo como o cálcio pode competir pelos mesmos locais de absorção do magnésio no intestino delgado.

O magnésio pode ser excretado tanto na urina como nas fezes e no leite, sendo a primeira via, a mais utilizada (SELL, 1980).

A maioria das dietas contém quantidades adequadas de magnésio para promover um ótimo rendimento. As necessidades mínimas do elemento dependem da espécie envolvida, dos critérios empregados na dieta, a forma química em que é ingerido e a natureza do alimento (McDOWELL, 1992). Segundo o autor, a exigência dietética para eqüinos varia de 0,08 a 0,13% da matéria seca.

Os quadros de deficiência de magnésio incluem redução de crescimento, anemias, contração muscular, imunodepressão e alergia (ROSOL e CAPEN, 1997). Harrington (1974), no entanto, verificou que potros alimentados com dietas contendo 0,08 p.p.m. de magnésio desenvolveram quadro de hipomagnesemia que incluiu irritabilidade, suor e em alguns casos, a morte. Na histopatologia, este mesmo autor, observou a presença de degenerações pulmonares, esplênicas e nas musculaturas cardíaca e esquelética em todos os potros que apresentaram baixos níveis do elemento por mais de 71 dias.

A intoxicação por ingestão natural de magnésio não é relatada, mas pode ocorrer quando há excesso nos níveis de suplementação (McDOWELL, 1999). Os sinais clínicos a hipermagnesemia manifestam-se por anorexia, letargia, incoordenação motora, diarreia, sonolência, hiperirritabilidade e tetania que podem resultar em convulsões e morte (UNDERWOOD, 1981).

Rosol e Capen (1997) verificaram que dietas adequadas de cálcio ou fósforo podem reduzir as chances de ocorrência de intoxicação por magnésio.

Nos ossos, ocorre um maior nível de magnésio em animais jovens, de 0,7%, em relação aos adultos, que possuem 0,5% na sua composição óssea (LEWIS, 1995). Em contrapartida, os valores séricos desse elemento são menores ao nascimento e aumentam nas primeiras horas até a fase adulta do animal, quando chegam a 2,0 a 4,0 mg/dL (BAUER, 1990).

Lewis (1985b) deduziu que concentrações séricas abaixo de 1,6 mg/dL de magnésio em eqüinos indicam suplementação mineral inadequada.

No Quadro 1 são apresentados os valores séricos de referência de alguns macrominerais em eqüinos adultos, segundo diferentes autores.

Quadro 1 - Valores séricos normais dos macrominerais cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cloreto (Cl) e magnésio (Mg), em equinos adultos saudáveis por diferentes autores.

Autor(es) (Ano)	Ca (mg/dL)	P (mg/dL)	K (mmol/L)	Na (mmol/L)	Cl (mEq/L)	Mg (mg/dL)
Lumsden et al. (1980)	11,5	3,7	3,5	138,0	99,5	1,9
Gromadzka- Ostrowska et al. (1985)	17,1	3,1	-	-	-	2,1
Lewis (1985a)	11,0-13,0	5,0-6,0	-	-	100,0-104,0	1,8-2,4
Aitken e Allen (1994)	10,4-15,6	-	-	-	-	2,63-5,1
Duncan et al. (1994)	10,2-13,4	1,5-4,7	2,9-4,6	128,0-142,0	98,0-109,0	1,4-2,3
Gupta et al. (1994)	7,0-10,2	-	1,9-4,0	67,0-132,0	-	-
Puls (1994)	-	-	-	-	-	1,8 -3,5
Hodgson e Rose (1994)	10,8-13,2	2,3-3,8	3,2-4,2	134,0-144,0	94,0-104,0	-
Kaneko et al. (1997)	11,2-13,6	3,1-5,6	2,4-4,7	132,0-146,0	99,0-109,0	2,2-2,8
Corley e Marr (1998)	-	-	2,4-4,7	132,0-146,0	99,0-109,0	-
Meyer e Harvey (2000)	10,6-13,0	2,16-4,3	2,4-5,2	136,0-142,0	100,0-104,0	1,8-2,4

- (-) Não avaliado.

No caso de potros, de acordo com a literatura consultada, foram encontrados os trabalhos reportados por Lumsden et al. (1980), e por Bauer (1990), que estudou a variação dos valores séricos dos animais, do nascimento aos seis meses de idade, conforme Quadros 2 e 3, respectivamente.

Quadro 2 - Média dos valores séricos dos macrominerais cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cloreto (Cl) e magnésio (Mg), em potros saudáveis, segundo Lumsden et al. (1980).

	Ca (mg/dL)	P (mg/dL)	K (mmol/L)	Na (mmol/L)	Cl (mEq/L)	Mg (mg/dL)
Valores referidos	11,5	6,2	4,0	138,0	96,0	1,8

Quadro 3 - Média dos valores séricos normais dos macrominerais cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cloreto (Cl) e magnésio (Mg), em equinos, do nascimento a seis meses de idade, segundo Bauer (1990).

Idade (horas/dias)	Ca (mg/dL)	P (mg/dL)	K (mmol/L)	Na (mmol/L)	Cl (mEq/L)	Mg (mg/dL)
< 12 horas	12,8	4,7	4,4	148,0	105,0	1,5
7 dias	12,5	7,4	4,8	142,0	102,0	2,0
14 dias	12,4	7,8	4,6	143,0	103,0	2,1
21 dias	12,3	7,6	4,6	144,0	104,0	2,3
28 dias	12,2	7,1	4,6	145,0	103,0	2,0
60 dias	12,3	7,4	4,8	148,0	105,0	2,0
90 dias	12,2	7,3	4,6	148,0	106,0	2,2
120 dias	12,3	6,7	4,8	147,0	105,0	2,4
150 dias	11,8	6,3	4,5	145,0	107,0	2,4
180 dias	11,8	6,2	4,2	143,0	105,0	2,4

2.2 MICROMINERAIS

2.2.1 Ferro

O ferro desempenha papel vital no metabolismo animal, relacionado aos processos de respiração celular, como componente da hemoglobina, mioglobina e citocromo, bem como de enzimas (McDOWELL, 1999). Para eqüinos atletas, é o primeiro mineral-traço considerado em termos de suplementação (JACKSON, 1997).

Existem variações na literatura sobre a quantidade de ferro no organismo, entretanto, sabe-se que as proporções mais importantes da totalidade deste elemento encontram-se na hemoglobina (60 a 70%), mioglobina (3%), armazenado (26%) e em enzimas como as catalases, peroxidases e citocromos numa proporção inferior a 1% (MILLER et al., 1993; HAYS e SWENSON, 1996).

Este microelemento é um componente de muitos organismos vivos. Os animais necessitam de ferro do nascimento à maturidade. A maior parte do ferro corpóreo encontra-se em formas complexas ligadas às proteínas, tanto às porfirinas ou heme, particularmente hemoglobina e mioglobina; ou ligados a complexos protéicos não - heme como a transferrina, ferritina e hemossiderina (McDOWELL, 1992).

A combinação do ferro a diversas proteínas é, sem dúvida, um importante mecanismo de defesa orgânica, visto que a forma livre é capaz de catalisar radicais livres de moléculas de oxigênio e hidrogênio, podendo trazer conseqüências graves para materiais biológicos. Assim, o ferro intracelular está ligado ou incorporado a várias proteínas ou quelatos para reduzir sua toxicidade (SMITH, 1997).

As funções do ferro nos processos respiratórios ocorrem por meio de sua atividade de oxidação e redução, bem como pela sua capacidade para transportar elétrons. Essa propriedade intensifica-se muito quando ele está combinado à proteína (HAYS e SWENSON, 1996).

A absorção férrica ocorre no trato gastrointestinal, principalmente no duodeno e jejuno. O ácido ascórbico e a cisteína podem auxiliar a redução do ferro, da forma férrica para a ferrosa, e melhorar sua assimilação. O ferro levado às células mucóides é convertido em ferritina e quando as células tornam-se fisiologicamente saturadas, a absorção é impedida até que o elemento seja liberado da ferritina e transferido para o plasma (HAYS e SWENSON, 1996).

Sua homeostasia é amplamente controlada pela absorção, que por sua vez pode ser afetada pela idade, estado férrico, higidez do animal, condições do trato gastrointestinal, quantidade e forma química. Geralmente quando os níveis da dieta aumentam, a porcentagem absorvida diminui (McDOWELL, 1992).

O ferro ferroso do plasma sangüíneo é rapidamente oxidado para o estágio férrico, formando complexos com a transferrina (β -globulina específica) e é transportada pelo corpo. A segunda etapa do transporte transferrina-ferro encontra-se na medula óssea para síntese de hemoglobina para as necessidades fetais, da placenta e enzimas que contêm ferro. Mais de 70% do ferro plasmático retorna às células eritróides na medula óssea para produção de hemoglobina. O transporte para a placenta é unidirecional e aumenta rapidamente com o progresso da gestação (GÜRTLER et al., 1987).

O armazenamento do ferro, proveniente da hemoglobina, é realizado pelas células reticuloendoteliais do fígado, baço e medula óssea, que retiram este elemento por meio da fagocitose dos eritrócitos velhos (MEYER e HARVEY, 2000).

A concentração da ferritina (globulina presente no corpo e particularmente no fígado) nos tecidos junto com hemossiderina (contém 35% do ferro na forma de hidróxido férrico com pouca proteína) reflete o estatus férrico do animal. A forma predominante nos tecidos em altas concentrações é a hemossiderina em menor concentração, na maioria das espécies (WORWOOD, 1990).

A mudança do ferro da forma de ferritina para transferrina é reversível, dando ao organismo acesso aos seus estoques, permitindo a redistribuição do ferro corpóreo. O armazenamento deste elemento nos recém-nascidos é influenciado pela dieta materna durante a gestação (GÜRTLER et al., 1987).

O ferro reabsorvido é retido com grande tenacidade e não é perdido pelo corpo exceto em quadros hemorrágicos. Ao ser liberado da hemoglobina durante a lise das hemácias, o ferro é carregado para o fígado e secretado pela bile para posterior utilização na formação da hemoglobina (ANDREWS e SMITH, 2000).

O requerimento do ferro pode ser influenciado pela forma química ou combinação com a qual o mineral é ingerido e pelas quantidades e proporções de outros elementos envolvidos na dieta. Altos níveis na dieta de fósforo ou fitato reduzem a absorção do mineral, pela formação de fosfato ou fitato férrico insolúvel, e altos níveis de metais, como cobre e manganês na dieta, aumentam suas necessidades pela competição nos locais de absorção da mucosa intestinal (UNDERWOOD, 1981).

O equino necessita de 40 a 50 mg/Kg de ferro na dieta. Embora adequada, os animais de competição recebem suplementação a fim de melhorar seu desenvolvimento (MILLS et al., 1996). O colostro contém 1,3 mg/dL deste elemento, enquanto o leite 0,6 mg/dL (MEYER, 1985).

Em adultos, os valores normais de ferro sérico obtidos por Duncan et al. (1994) variaram de 73,1 a 140,1 µg/dL, enquanto as variações verificadas por Puls (1994), Lewis (1985b) e Meyer e Harvey (2000) foram, respectivamente, de 84,0 a 270,0 µg/dL, 69,9 a 199,8 µg/dL e de 72,6 a 206,0 µg/dL.

As concentrações séricas de ferro são altas ao nascimento, mas rapidamente diminuem com cerca de três dias, chegando aos valores médios de cavalos adultos (HARVEY, 1990), como pode ser verificado no Quadro 4.

Quadro 4 - Valores mínimo e máximo de ferro (µg/dL) em potros saudáveis, do nascimento aos 180 dias.

	Momentos de colheita/ Valores obtidos (mínimo e máximo)											
	horas		dias									
	0	24	7	14	21	30	60	90	120	150	180	
Mínimo	345,0	78,0	30,0	22,0	46,0	49,0	43,0	61,0	44,0	52,0	85,0	
Máximo	592,0	348,0	273,0	215,0	241,0	288,0	340,0	306,0	236,0	229,0	264,0	

A deficiência de ferro afeta vários sistemas, pois há diminuição da concentração da hemoglobina, resultando na redução da oxigenação tecidual. Os sinais clínicos incluem perda de peso, cansaço após um leve exercício, anemia, redução do apetite e comprometimento do sistema imune (NRC, 1989).

Os primeiros sinais da perda em cavalos são as anemias de caráter microcítico e hipocrômico. Nos casos mais graves, o equino irá forçar a respiração para levar oxigênio aos tecidos. A inadequada oxigenação é crítica em equinos de trabalho ou de corrida. Um cavalo anêmico é mais susceptível a fatores estressantes e à doenças, bem como à diminuição do crescimento e pneumonias (CUNHA, 1991).

A intoxicação por ferro é caracterizada pelo excesso de depósito nos tecidos (siderose), acompanhada pelo aumento nos níveis sanguíneos (hipersideremia) e danos celulares na mucosa intestinal. Os sinais clínicos da intoxicação aguda incluem anorexia, oligúria, diarreia, hipotermia, choque, acidose metabólica e morte. Já as consequências da intoxicação crônica são as reduções do crescimento e diminuição da conversão alimentar (NRC, 1980). Para Mills et al. (1996), os efeitos do excesso de suplementação férrica induzem a uma sobrecarga, facilitando injúrias oxidativas.

2.2.2 Zinco

O zinco é essencial para o desenvolvimento, crescimento, função imune, defesa antioxidante e diferenciação de tecidos de todas as espécies. Seu principal papel é estar associado com enzimas, seja como parte da molécula ou como ativador, incluindo as peptidases, anidrase carbônica, álcool desidrogenase, fosfatase alcalina, bem com outras enzimas envolvidas no metabolismo dos ácidos nucleicos como DNA e RNA polimerase e transcriptase reversa (PRASAD, 1979; CUNNINGHAM-RUNDLES, 1982; VALLES e GALDES, 1984; MAFRA e COZZOLINO, 2004).

Este mineral tem interações biologicamente significantes com hormônios, desempenhando um papel na produção, armazenamento e secreção (McDOWELL, 1999). O zinco está presente também em todos os elementos formadores do sangue. Sua distribuição na corrente circulatória é de 75 a 88% nos eritrócitos, 12 a 22% no plasma e 3 % nos leucócitos (FISHER, 1975).

Em contraste com os demais elementos-traço, o zinco está igualmente distribuído nos tecidos animais. As maiores concentrações deste elemento localizam-se na maioria dos tecidos epidermais como pele, pêlo e unhas e estão entre 10 a 100 µg/g do peso vivo (HAMBIDGE et al., 1986).

O zinco necessário pelo sistema nervoso central e ossos é relativamente baixo e o restante permanece ligado por longos períodos nestes sítios. Suas frações óssea e dérmica encontram-se indisponíveis para os tecidos. O acúmulo e retorno de zinco ocorrem no pâncreas, fígado, rins e baço (McDOWELL, 1992).

A absorção em monogástricos é realizada pelo intestino delgado. O primeiro passo envolve a transferência do zinco do lúmen para as células da mucosa intestinal e seu transporte é mediado pela interação com o zinco na forma quelada. Um grande número de moléculas de baixo peso molecular; ligadas à mucosa ressaltam sua assimilação em condições experimentais, incluindo o citrato, picolinato, EDTA e aminoácidos como histidina e o ácido glutâmico (HAMBIDGE et al., 1986).

O zinco ingerido é excretado pelas fezes com pequenas quantidades eliminadas pela urina. A forma fecal é derivada das secreções gastrintestinal, pancreática e biliar. A eliminação urinária aumenta, quando agentes quelantes, como o EDTA, forem administrados. Com a excreção fecal de zinco há aumento da entrada, mas a eliminação urinária, não é alterada por variações na dieta (McDOWELL, 1999).

As necessidades de zinco para a maioria dos animais jovens estão entre 40 a 100 ppm. As quantidades mínimas variam com a idade; estado fisiológico; fatores ambientais e saúde do animal. A absorção diminui com a idade e com o crescimento. Para potros, uma dieta contendo 40,0 mg/Kg de matéria seca é suficiente para prevenir as deficiências (NRC, 1989).

O estresse da prenhez e a lactação aumentam as necessidades de zinco. A concentração sérica é influenciada por altas perdas como suor profuso e infecção parasitária com perda de sangue (McDOWELL, 1992).

Muitos componentes da dieta podem reduzir a absorção do zinco, incluindo fitato, fibras, fósforo, cobre e crômio. Seu metabolismo pode ser influenciado ainda pela interação com outros elementos com o cádmio, cálcio, ferro, selênio, manganês, bem como a histidina, o tipo e o nível protéico (IVAN e GRIEVE, 1975).

Gromadzka-Ostrowska et al. (1985) verificaram, em estudo realizado durante três anos consecutivos que, os níveis séricos de zinco são sazonais, com maior concentração deste elemento nos meses mais frios do ano.

Os efeitos da deficiência deste mineral relacionam-se à produção e secreção de testosterona, insulina e corticosteróides da adrenal. Assim, a espermatogênese e o desenvolvimento de órgãos sexuais primários e secundários de machos e todas as fases dos processos reprodutivos das fêmeas podem ser afetados pela deficiência de zinco. A maior alteração no macho é hipofunção testicular, que afeta tanto a espermatogênese como a produção de testosterona pelas células de Leydig (McDOWELL, 1999).

O zinco está associado com a insulina no pâncreas e as concentrações pancreáticas estão marcadamente reduzidas na alimentação deficiente. Com a diminuição de mineral, Cunningham-Rundles (1982), relataram que o ACTH não era estimulado para a síntese de corticosteróides, sugerindo uma dependência.

O retardo no crescimento é universalmente observado na deficiência de zinco, devido ao prejuízo na biossíntese do ácido nucléico. Os baixos níveis resultam no prejuízo da utilização dos aminoácidos e síntese protéica. A perda de apetite é um dos primeiros sinais, juntamente com a diminuição do crescimento. Outra característica é a alteração óssea, com prejuízo da síntese do colágeno e redução da atividade da collagenase tibial (O'DELL, 1984).

A pele, que é particularmente rica em zinco, mostra lesões paraqueratóticas, características de sinais de deficiência deste elemento. Na forma mais severa, há crepitação das patas com desenvolvimento de fissuras e perda de pêlo e dermatite. A falta deste mineral pode ainda resultar no aumento do tempo de sangramento com defeitos na função plaquetária (MILLER, 1970).

A deficiência de zinco causa uma atrofia rápida do timo com influência nas funções das células T. Como resultado há efeitos na imunocompetência com diminuição da produção e atividade dos hormônios tímicos, nas funções de linfócitos, mais especificamente nas células natural killer (NK), e dos anticorpos dependentes; na citotoxicidade mediada por células; na função neutrofílica e na produção de linfocinas (HAMBIDGE et al., 1986).

Em potros que apresentam insuficientes quantidades de zinco, há uma redução da taxa de crescimento com seis a sete semanas de idade (42 a 49 dias), lesões cutâneas em extremidades baixas e alopecia (HARRINGTON et al., 1973 apud McDOWELL, 1992).

Na maioria das espécies, a intoxicação por zinco ocorre quando os níveis ultrapassam 1000 ppm e são incorporados como ingredientes naturais da dieta. O alto fornecimento de zinco pode acentuar as deficiências de outros elementos, incluindo o ferro e o cobre (NRC, 1980).

No quadro 5 estão apresentados os valores séricos de referência do zinco segundo diferentes autores e idades distintas.

Quadro 5 - Valores séricos de zinco ($\mu\text{g/dL}$) em equinos saudáveis, de diferentes faixas etárias, segundo autores.

Autor(es)/(Ano)	0 hora	7 dias	21 dias	180 dias	Adultos
Meyer e Lemmer (1973)	-	-	-	-	64,1
Gromadzka-Ostrowska et al.(1985)	-	-	-	-	107,0
Cymbaluk et al. (1986)	-	-	-	-	76,4-88,2
Cymbaluk e Christensen (1986)	129,4	99,3	-	71,2	81,6
Auer e Seawright (1998)	-	-	-	-	47,0
Koterba et al. (1990)	-	-	-	-	30,0-40,0
Balarin (2002)	-	-	-	-	175,5

- (-) Não avaliado.

2.2.3 Selênio

O selênio é essencial para o crescimento, reprodução, sistema imunológico e manutenção da integridade dos tecidos. A função metabólica está intimamente ligada à vitamina E. Ambos atuam protegendo membranas biológicas contra degeneração oxidativa (McDOWELL, 1999).

É um constituinte essencial da glutathiona peroxidase (GSH-Px), uma enzima que auxilia na proteção das membranas celulares contra os danos oxidativos. A relação entre esta função e a da vitamina E é que esta última funciona como um antioxidante lipossolúvel específico na membrana, enquanto o selênio atua como componente da GSH-Px, destruindo os peróxidos antes que eles possam atacar as membranas celulares (ROTRUCK et al., 1973).

Além das funções do selênio relacionadas à GSH-Px, outros papéis bioquímicos do elemento foram sugeridos pelo NRC (1980), como constituinte da selenoproteína do espermatozóide e componente da proteína estrutural da mitocôndria. Participa também da constituição do RNA, uma vez que o mineral pode ser incorporado às bases purinas ou pirimidinas. Pode fazer parte da síntese de prostaglandinas e do metabolismo de ácidos graxos essenciais, além da resposta imunológica dos animais (McDOWELL, 1992). O microelemento ainda exerce um efeito protetor contra metais pesados, incluindo o cádmio e o argônio (UNDERWOOD, 1981).

O selênio absorvido é carregado pelo plasma (associado a proteínas) até os tecidos, sendo a maior parte assimilada no intestino delgado. O elemento traço é rapidamente transmitido da placenta para o feto. Em ratos prenhes ou lactantes, altas doses de mercúrio inorgânico diminuem sua passagem tanto pela placenta como pela glândula mamária (PARIZEK et al., 1971). Injeções no pré-parto com selênio e vitamina E aumentam a transferência de imunoglobulinas para a progênie (HAYEK et al., 1989).

O caminho primário para a eliminação de selênio ocorre pela via urinária. A quantidade e a distribuição do mineral eliminado dependem do nível de entrada, forma administrada e composição da dieta, incluindo seus antagonistas. A sudorese é a forma de excreção que ocorre somente quando há consumo de concentrações tóxicas (NRC, 1980).

A quantidade absorvida de selênio depende de sua forma química, estado prévio do mineral no animal e dos fatores que prejudicam ou potencializam a dieta, incluindo vitamina E, enxofre, lipídios, proteínas, aminoácidos e cobre. Grandes quantidades de selênio são armazenadas nos tecidos durante a administração de uma dieta rica neste elemento (UNDERWOOD, 1981).

O equino necessita, em sua dieta diária, de 0,10 mg/Kg de matéria seca de selênio (NRC, 1989). Lee et al. (1995) avaliaram que a suplementação durante a gestação não aumenta os níveis deste microelemento nos potros ao nascimento.

No quadro 6 estão apresentados os valores séricos de referência do selênio segundo diferentes autores.

Quadro 6 - Valores séricos de selênio ($\mu\text{g/dL}$) em equinos adultos saudáveis, segundo autores.

Autor(es)/Ano	Crisman et al. (1994)	Puls (1994)	Lee et al. (1995)	Balarin (2002)
Adultos	11,3	1,4 - 25,0	2,7 - 26,6	24,34

A principal consequência da deficiência de selênio é a distrofia muscular nutricional, mais conhecida como “doença do músculo branco”. O potro recém nascido com esta enfermidade tem dificuldade de manter-se em estação. Se os músculos do pescoço forem afetados, a amamentação fica prejudicada e o animal é incapaz de levantar a cabeça em direção à mãe, embora dê a impressão de estar se alimentando. Potros de seis a 12 semanas de vida adquirem um modo de andar desajeitado e podem ter urina com coloração acastanhada em virtude da mioglobina liberada do rompimento das células musculares. Com a piora da doença, os animais passam a maior parte do tempo deitado (RADOSTITS et al., 2000).

A forma crônica da deficiência de selênio e vitamina E pode ser verificada em animais mais velhos. Os eqüinos afetados mostram anorexia, emaciação, fraqueza muscular generalizada, taquicardia e diarreia. A necropsia revela necrose simétrica e bilateral dos músculos do masseter, tríceps e quadríceps femoral. O coração demonstra hipertrofia com áreas necróticas acinzentadas ou amareladas e múltiplas hemorragias no epicárdio (ZHANG et al., 1987 apud McDOWELL, 1992).

A toxicidade do selênio pode ser modificada através dos níveis de cobre na dieta. Na intoxicação aguda, os animais manifestam cegueira, dor abdominal, salivação, ranger dos dentes e algum grau de paralisia em virtude do consumo de plantas acumuladoras de selênio, que podem conter de 100 a até 9000ppm desse microelemento. Na forma mais severa de intoxicação, as concentrações do elemento nas forrageiras ingeridas são muito maiores (McDOWELL, 1999).

A intoxicação crônica por selênio caracteriza-se por letargia, emaciação, pelagem áspera, perda de pêlos da crina e da cauda, dor, deformação e alongamento dos cascos, rigidez e claudicação devido à erosão das superfícies articulares dos ossos longos; atrofia cardíaca e cirrose hepática (GÜRTLER et al., 1987).

2.2.4 Cobre

O cobre é necessário para a respiração celular, formação óssea, além de promover a mielinização medular, queratinização e pigmentação teciduais. É um componente essencial das metaloenzimas, incluindo a citocromo oxidase, lisil oxidase, superóxido dismutase e tirosinase (McDOWELL, 1999).

O fígado é o órgão central do metabolismo do cobre e sua concentração reflete a entrada e quantidade presente no organismo. O elemento absorvido é ligado à albumina sérica e à aminoácidos para ser transportado pelo corpo e liberado de frações celulares e subcelulares hepáticas para síntese de ceruoplasmina neste órgão e de eritrocupreína pelos normoblastos da medula óssea (SMITH, 1997).

Dependendo da espécie animal, a absorção do cobre ocorre em todos os segmentos do trato gastrintestinal. Geralmente, não mais que 5 a 10% presentes na dieta são absorvidos pelos animais adultos, enquanto nos jovens esta taxa está em torno de 15 a 30% (UNDERWOOD, 1977). Segundo McDowell (1999), ela é influenciada pela forma química e outros fatores como os fitatos, altos níveis de cálcio, ferro e zinco, que podem reduzir seu transporte.

Em eqüinos, o leite contém três vezes mais cobre que o de outras espécies de mamíferos (HINTZ e CYMBALUK, 1994). No colostro, a quantidade deste micromineral está em torno de 1,0 g/dL e no leite 0,23 g /dL (MEYER, 1985).

Em todas as espécies, uma alta proporção do cobre ingerido aparece nas fezes. A maioria do cobre não é absorvida, ocorrendo excreção ativa pela bile. Outra fração pode ser eliminada pela urina, leite e, pequenas quantidades, pela transpiração (UNDERWOOD, 1977).

Os eqüinos necessitam de 9,0 mg/Kg de matéria seca deste elemento-traço. Pearce et al. (1998) enfatizam a importância de se relacionar as necessidades de cobre com a idade, sexo e raça. Segundo o autor, alterações ósseas e de cartilagem em potros em crescimento podem ser consequência de dietas com baixos níveis do mineral.

Nos eqüinos, há poucas informações dos efeitos da deficiência de cobre. A acromotriquia (perda de pigmentação) é a principal manifestação, sendo comumente observada em mamíferos e atribuída à perda da atividade da tirosinase (NRC, 1989).

Há uma relação entre baixos níveis séricos de cobre e a incidência de hemorragias em éguas gestantes e no potro (NRC, 1989), que pode também apresentar retardo no crescimento e anemia (UNDERWOOD, 1977).

Embora a anemia esteja relacionada com a deficiência de ferro, Smith (1997) verificou que com a deficiência de cobre, há atraso na maturação e diminuição da vida média das hemácias, causando anemia do tipo microcítica e hipocrômica.

A ligação entre a deficiência de cobre e a integridade do sistema nervoso central resulta na redução da atividade da citocromo oxidase e na formação incompleta de mielina. Outros efeitos são a redução de dopamina e norepinefrina (O'DELL, 1984).

O cobre afeta o metabolismo dos linfócitos, dos neutrófilos e dos macrófagos. Uma resposta imune humoral prejudicada foi observada em ratos com hipocuprose (PROHASKA et al., 1983).

A intoxicação crônica ou aguda pode provocar náuseas, vômitos, salivação, dor abdominal, convulsões, paralisia, colapsos e morte. A condição de hipercupremia também predispõe o animal à anemia, distrofia muscular, diminuição do crescimento e reprodução prejudicada (NRC, 1989).

Uma intoxicação aguda pode ser observada após a administração acidental de excessivas quantidades de sais de cobre, que podem estar presentes em anti-helmínticos, misturas minerais e dietas mal formuladas. Altas concentrações de zinco na dieta protegem contra intoxicação, principalmente em monogástricos. Uma dieta em torno de 1000 ppm de zinco reduz os estoques de cobre do fígado (POPE, 1971).

Há diferenças em relação à tolerância da intoxicação crônica de cobre nas várias espécies. Segundo McDowell (1999), os equinos são mais resistentes a intoxicações que outras espécies.

No quadro 7 estão apresentados os valores séricos de referência do cobre segundo diferentes autores e idades distintas.

Quadro 7 - Valores séricos de cobre ($\mu\text{g/dL}$) em equinos saudáveis, de diferentes faixas etárias, segundo autores.

Autor(es)/(Ano)	0 hora	7 dias	21 dias	180 dias	Adultos
Meyer e Lemmer (1973)	-	-	-	-	90,2-193,7
Gromadzka-Ostrowska et al.(1985)	-	-	-	-	106,0
Lewis (1985b)	-	-	-	-	56,8-170,2
Cymbaluk et al. (1986)	-	-	-	-	144,8-179,9
Cymbaluk e Christensen (1986)	17,7	67,3	-	141,0	-
Auer e Seawright (1998)	-	-	-	-	79,0
Koterba et al. (1990)	20,0-30,0	50,0	100,0	-	-
Puls (1994)	-	-	-	-	65,0 – 200,0
Pearce et al. (1998)	-	-	-	-	100,0-140,0

- (-) Não avaliado.

2.2.5 Manganês

O manganês é um metal que atua como cofator nos sistemas enzimáticos envolvidos no metabolismo de carboidratos e lipídios, bem como nas sínteses de mucopolissacarídeos e da matriz óssea (JACKSON, 1997; McDOWELL, 1999). Além de manter a estrutura normal dos ossos, este elemento é importante para o sistema nervoso central e para reprodução (NRC, 1989; DAVIS et al., 1990).

Enquanto o número de metaloenzimas que possuem manganês é limitado, as enzimas que podem ser ativadas por este mineral são numerosas e incluem a arginase, a piruvato-carboxilase e a manganês-superóxido-dismutase (GROPPEL e ANKE, 1971).

O manganês está amplamente distribuído pelo organismo, sendo encontrado em maiores quantidades nos rins, fígado, pâncreas e ossos (McDOWELL, 1992).

Em todas as espécies, a absorção do elemento é relativamente eficiente, ocorrendo por toda a extensão do intestino delgado (KEEN e ZIDENBERG-CHER, 1990), tanto na forma livre como ligado à α_2 -macroglobulina ou à transferrina, a maior proteína carreadora deste microelemento (DAVIDSON et al., 1989), antes de passar pelo fígado, onde é removido (HURLEY e KEEN, 1987).

Hormônios estrogênicos aumentam a assimilação do manganês, enquanto o cálcio, o fósforo, o cobalto e o ferro a prejudicam, especialmente pela competição pelos sítios de ligação (McDOWELL, 1999).

A eliminação deste microelemento varia tanto quanto a regulação da absorção tecidual. Como sua quantidade corpórea é pequena, a excreção está próxima da ingestão. Assim, a administração excessiva desse mineral resulta tanto na absorção deficiente, como no aumento de sua eliminação (JACKSON, 1997).

Quase a totalidade do manganês oral (98%) é excretada nas fezes, sendo o restante eliminado pela urina (THOMAS, 1970).

A quantidade de manganês recomendada na dieta para atender às necessidades de eqüinos é de 350 mg/Kg para animais de trabalho leve e 500 mg/Kg para aqueles com atividades moderadas ou intensas (JACKSON, 1997). O autor preconiza ainda 40 mg/Kg para animais em repouso.

A biossíntese de glicoproteínas pode estar prejudicada na deficiência deste mineral, fazendo com que a protrombina, que é sintetizada para controlar a vitamina K, seja reduzida provocando alterações na resposta à coagulação. Há relatos também de alterações pancreáticas como aplasia ou marcada hipoplasia de todos os componentes celulares, o que sugere que o elemento pode estar envolvido na formação ou ativação da insulina (McDOWELL, 1999).

As manifestações clínicas de uma deficiência de manganês incluem diminuição do crescimento, alterações esqueléticas, ausência ou diminuição das funções reprodutivas, ataxia em recém-nascidos e defeitos no metabolismo de carboidratos e lipídios, variando com o grau e a duração da deficiência (NRC, 1989).

O manganês é o elemento-traço com menor toxicidade, com níveis máximos toleráveis de 400 ppm para eqüinos (CYMBALUK e CHRISTENSEN, 1986). Quando há excesso, o mineral reage de forma antagônica com o ferro, diminuindo os níveis de hemoglobina e elevando os níveis hepáticos de cobre (McDOWELL, 1992).

Em relação aos valores séricos normais de cavalos adultos, Meyer e Lemmer (1973) verificaram uma concentração média de 139,0 µg/dL, ao passo que Balarin (2002), em eqüinos PSI, registrou 86,84 µg/dL.

2.2.6 Crômio

O crômio é um elemento metálico presente na água, solo e matéria viva. Estima-se que ele seja um dos dez mais abundantes minerais existentes na Terra (McDOWELL, 1992).

Nos mamíferos, o crômio é de vital importância, sendo essencial por potencializar a ação da insulina (SCHWARTZ, 1974; MERTZ, 1981). Mertz (1974b) observaram que o elemento forma um complexo entre insulina e seus receptores que facilitam a interação insulina-tecido.

Em virtude de sua baixa absorção, este mineral-traço tem sido usado como marcador para passagem de alimentos e nutrientes para o trato gastrintestinal (McDOWELL, 1992). Segundo o autor, as variações nas concentrações de crômio podem ser diferentes pelos procedimentos na análise, padrões e localizações geográficas. A absorção pelos animais é lenta e os níveis teciduais baixos. Os valores para o crômio em alimentos, forragem e solo são inferiores a 100 ppb.

Os efeitos benéficos da suplementação com o crômio em crianças mal nutridas sugerem que este elemento é essencial e que as deficiências existem. A suplementação com o crômio restabelece quase imediatamente a tolerância à glicose para níveis normais nestas crianças (MERTZ, 1974a).

A determinação do total do crômio em qualquer material permite pequena informação sobre o valor biológico. Os avanços tecnológicos têm facilitado a mensuração de pequenas concentrações de crômio (1ppb) (McDOWELL, 1992). Balarin (2002) estudando equinos adultos, determinou os valores médios de 3,1 µg/dL para Puro Sangue Inglês em repouso.

Pela forma trivalente ser pouco absorvida, a administração de grandes quantidades orais deve ser fornecida para alcançar níveis tóxicos. Os sinais da intoxicação incluem dermatite de contato, irritações respiratórias, ulcerações e perfurações do septo nasal, além de relatos de câncer de pulmão. A intoxicação sistêmica aguda é rara, mas pode ocorrer, resultando em sinais de inflamação e congestão estomacal (NRC, 1980).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCAL DA PESQUISA

A manutenção dos animais, assim como a colheita das amostras foi realizada no haras “Equilia”, situado à rodovia João Melão, Km 169, município de Avaré, São Paulo.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório Clínico Veterinário Dra. Agumi Kohayagawa, do Departamento de Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista - Unesp - Campus de Botucatu – São Paulo e as determinações dos microminerais no Laboratório de Química do Instituto de Biociências da mesma instituição.



Figura 1- Vista do haras Equilia no município de Avaré – São Paulo.

3.2 SELEÇÃO DOS ANIMAIS

Foram utilizados 30 eqüinos, machos e fêmeas, da raça Puro Sangue Inglês, que se apresentavam clinicamente saudáveis, acompanhados do nascimento aos seis meses de idade. O período do nascimento concentrou-se nos meses de julho e agosto.

Para avaliação do estado de higidez dos potros, realizou-se, durante o experimento, a inspeção das mucosas aparentes, a auscultação dos batimentos cardíacos e dos movimentos respiratórios e aferição da temperatura retal. Exames coproparasitológicos, hemograma e pesquisa de hematozoários foram realizados com a finalidade de complementar a avaliação do estado de saúde dos eqüinos.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Com o objetivo de estabelecer valores de referência e verificar a influência de fatores etários e sexuais sobre os macros e microminerais de eqüinos PSI, do nascimento aos seis meses de idade, foram formados dois grupos experimentais: um composto por 15 machos e o outro por 15 fêmeas.

As colheitas foram realizadas da seguinte maneira: ao nascimento (antes da ingestão do colostro); com 12 horas; semanalmente até completarem 30 dias; e, mensalmente, até os seis meses de vida.

Os animais foram mantidos em cocheiras e levados a piquetes somente para passear, não sendo submetidos a nenhum tipo de treinamento. Até os dois meses de idade, os recém-nascidos se alimentavam de leite proveniente da mãe ou de amas-de-leite. Dessa idade até os seis meses, receberam de um a dois quilogramas (Kg) de ração, duas vezes ao dia, com a seguinte composição: 125 Kg de aveia; 63 Kg de quirera de milho; 13 Kg de farinha de soja, acrescentando-se ainda 25 gramas (g) de sal mineral para eqüinos e 25g de gelatina em cada trato. A água foi oferecida *ad libitum* durante todo o experimento.

3.4 COLHEITA E ACONDICIONAMENTO DAS AMOSTRAS

Amostras de sangue foram colhidas por punção da veia jugular, utilizando-se agulhas 25,0x 8,0 milímetros (mm), no total de 15 mililitros (mL) em tubos a vácuo siliconados¹ sem anticoagulante.

Os tubos foram mantidos sob refrigeração em isopor contendo gelo reciclável para o transporte até o laboratório, onde foi realizada a centrifugação (3.000 r.p.m. durante 5 minutos) para fracionamento do sangue e obtenção do soro no mesmo dia. O material foi repartido em alíquotas para tubos de Eppendorf e congelado à temperatura de menos 20⁰C até o momento do processamento.

3.5 BIOQUÍMICA SÉRICA

3.5.1 Cálcio – método colorimétrico da cresolftaleína complexona².

3.5.2 Fósforo – método colorimétrico do molibdênio em meio ácido².

3.5.3 Cloreto – método colorimétrico do tiocianato de mercúrio².

3.5.4 Sódio e Potássio – determinados por eletrodo íon-seletivo (ISE)³.

3.5.5 Magnésio – método colorimétrico do magon sulfonado².

¹ B.D.Vacutainer – Juiz de Fora – Minas Gerais – Brasil.

² Labtest Diagnóstica S.A. – Lagoa Santa – Minas Gerais- Brasil.

³ AVL Electrolyte Analyser 9180 - São Paulo - Brasil.

3.6 ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

3.6.1 TRATAMENTO DA VIDRARIA

Antes do processamento das amostras, toda vidraria e recipientes para preparo e armazenamento das soluções foram lavadas com detergente neutro, água destilada e ácido nítrico a 10%, e o enxágüe, com água deionizada em sistema de 8mA com Milli – Q[®].

3.6.2 DETERMINAÇÃO DE COBRE (Cu), ZINCO (Zn), FERRO (Fe) E MANGANÊS (Mn).

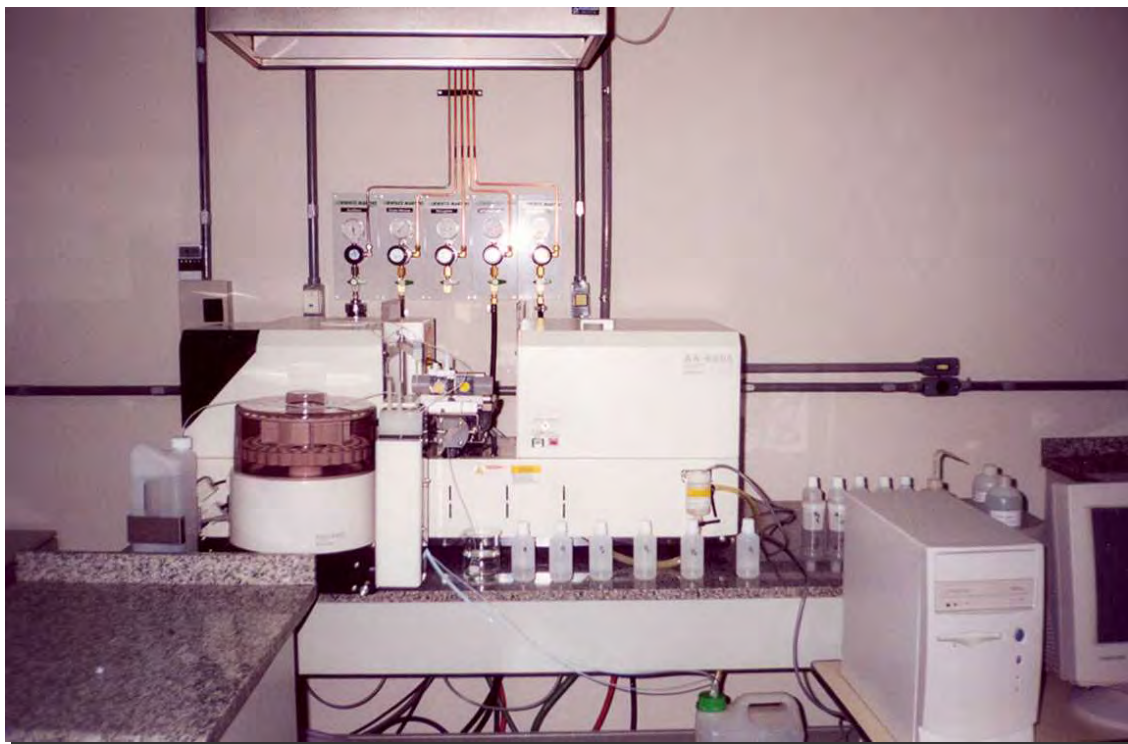


Figura 2 - Aparelho de absorção atômica – Shimadzu A.A 6800 Laboratório de Química – Instituto de Biociências - Unesp - Botucatu – São Paulo

As concentrações dos íons metálicos Cu, Zn, Fe e Mn foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica de acordo com as especificações do aparelho Shimadzu AA 6800 (Figura 2), seguindo os parâmetros de operação descritas a seguir:

- Corrente da lâmpada:

Cu =3mA; Zn / Fe / Mn =5mA

- Chama: oxidante

- Combustível: Acetileno

- Suporte: Ar

- Fenda: 0,2 nm

- Comprimento de onda:

Cu =324,70 nm; Zn =213,90 nm; Fe =248,30 nm; Mn =279,50 nm

Para a calibração do equipamento foram utilizadas soluções-padrão dos íons metálicos nas seguintes faixas de concentração: Cu = 0,46 a 2,30 µg/mL ; Zn = 0,06 a 0,52 µg/mL ; Fe = 0,46 a 2,27 µg/mL e Mn = 0,50 a 2,50 µg/mL.

Utilizou-se na mineralização (digestão) das amostras, mistura ácida composta por 3,0 mL de ácido nítrico concentrado, 0,5mL de ácido perclórico a 30% (Merk⁴), em forno de microondas com sistema de vaso fechado. Na digestão foi utilizado 1,0 mL de soro eqüino, que foi transferido para o frasco do aparelho de microondas, acrescentando-se em seguida em cada recipiente a mistura ácida.

Foram utilizados três programas automáticos de digestão em microondas. O primeiro com tempo de 5 minutos com potência de 400 W; o segundo, com duração de 10 minutos com 780 W; e o último deles com um período de 5 minutos e potência de 1.000 W.

Os extratos ácidos obtidos após a mineralização das amostras foram transferidos para tubo de ensaio graduado, acertando-se o volume final com água deionizada na quantidade suficiente para 5,0 mL.

⁴ Merk S.A. Indústrias Químicas – São Paulo – Brasil.

3.6.3 DETERMINAÇÃO DE SELÊNIO (Se) E CRÔMIO (Cr)

Foi utilizado um espectrofotômetro de absorção atômica com forno de grafite (Varian modelo AA-800), com corretor Self-Reversal para correção de fundo, mostrador automático, lâmpada ôca de catodo de selênio e crômio, operando a 10 mA, no comprimento de onda de 357,4 nm. Utilizou-se uma fenda de 0,5 nm, tubos de grafite recobertos piroliticamente e vazão de 3,0 litros por minuto de argônio com gás de purga. Esse gás foi interrompido durante a etapa de atomização (Quadros 8 e 9).

Quadro 8 - Programa de atomização para determinação de Crômio pela absorção atômica em forno de grafite.

Etapa	Temperatura (°C)	Tempo (segundos)	Leitura
1	120	20	Não
2	250	10	Não
3	700	10	Não
4	700	3	Não
5	2.500	3	Não
6	2.500	3	Sim

Quadro 9 - Programa de atomização para determinação de Selênio pela absorção atômica em forno de grafite.

Etapa	Temperatura (°C)	Tempo (segundos)	Leitura
1	120	20	Não
2	250	10	Não
3	600	10	Não
4	600	3	Não
5	2.200	3	Não
6	2.500	3	Sim

Os volumes de amostra e de modificador químico Paládio (Pd) injetados no tubo de grafite foram de 10 µL cada.

Para a calibração do equipamento foram utilizados padrões a partir de solução-estoque de 1000 µg/L nas seguintes faixas de concentração: Se = 0 a 17,76 µg/mL; e Cr = 0 a 5,0 µg/mL.

A solução-estoque era composta por 1000 mg/L de selênio, 1000 mg/L de crômio (Merk⁴) e 2% m/v de Pd em 1% v/v de ácido nítrico (HNO₃), com pureza de 9,999%.

Um volume de 1,0 mL de amostra foi diluída cinco vezes com água deionizada. Dessa solução foi retirada uma alíquota de 1,0 mL e acrescentado 0,5 mL da solução de 100 mg/L de nitrato de Paládio (modificador de matriz), acertando-se em seguida o volume para 5,0 mL com água deionizada, finalizando uma diluição de 1:25.

Utilizou-se como branco analítico uma solução aquosa contendo 10 mg/L de Pd.

Os copos plásticos do mostrador automático, utilizados para leitura das amostras, foram previamente descontaminados em banhos de ácido nítrico a 10% por 24 horas.

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise dos valores dos minerais séricos entre machos e fêmeas foi usado o teste t de Student. Para as diferenças entre os momentos em cada sexo, utilizou-se análise de variância, seguida do teste de Bonferroni para comparação de medidas pelo programa Statistic for Windows v.4,3 (Statsoft Inc. 1993).

Os resultados foram considerados estatisticamente significativos ao nível de 5% (TRIOLA, 1999).

Com o objetivo de possibilitar a discussão com os dados de autores que divulgaram apenas as médias gerais sem relacioná-los com o sexo dos animais, foram calculadas as médias e dois desvios-padrão das médias dos valores obtidos nos dois grupos para cada momento e a sua média geral para machos e fêmeas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 MACROMINERAIS

4.1.1 Cálcio

Os valores médios e as médias gerais de cálcio sérico de equinos PSI, fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade, estão descritos na Tabela 1 e na Figura 3.

Os valores médios gerais de cálcio variaram de 8,76 a 12,79 mg/dL, sendo maiores ao nascimento e menores no sexto mês de vida. Esse fato foi também observado levando-se em consideração os dois grupos. Nas fêmeas, a variação foi de 8,95 a 12,87 mg/dL, e nos machos de 8,57 a 12,72 mg/dL, havendo significância quando os valores máximos e mínimos foram confrontados.

Em relação às fêmeas, verificou-se que as concentrações de cálcio foram muito semelhantes nos primeiros setes dias. Entre a primeira e segunda semanas houve uma queda significativa dos valores (Figura 3). A seguir, o mineral foi encontrado em menor nível no soro dos animais e, a cada mês, ocorreu um pequeno decréscimo, mas não significativo, até atingir o valor mínimo aos 180 dias de idade (Tabela 1).

Nos machos, ocorreu diminuição significativa nas primeiras 12 horas de vida, notando-se pequeno aumento nos níveis séricos de cálcio entre as primeiras horas e a primeira semana. Na segunda semana, porém, os níveis do mineral na corrente sangüínea tiveram queda significativa, da mesma forma como ocorreu nas fêmeas (Figura 3). A partir de 21 dias, diferentemente do que foi dosado nas fêmeas, houve oscilação das concentrações de cálcio, com redução significativa aos 90 dias, variando até o valor mínimo aos 180 dias.

Comparando-se a média de cálcio sérico entre os sexos em cada momento, registrou-se apenas diferença significativa entre as concentrações deste elemento quando os animais completaram 12 horas de vida, sendo os valores obtidos nas fêmeas superiores aos dos machos.

Em relação à média geral, não houve diferença significativa quando foram confrontados os valores de cálcio de machos e fêmeas (Tabela 1).

Tabela 1 - Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de cálcio (mg/dl) de equinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2DP$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos

Momentos	Fêmeas	Machos	Média ($\pm 2DP$)
ao nascimento	12,87 ^{Ba} \pm 0,68	12,72 ^{Aa} \pm 0,59	12,79 \pm 0,63 (12,18 – 13,44)
12 horas	12,05 ^{Ba} \pm 0,77	11,34 ^{Bb} \pm 0,79	11,69 \pm 0,78 (10,93 – 12,49)
7 dias	11,97 ^{Ba} \pm 0,72	11,98 ^{ABa} \pm 1,01	11,97 \pm 0,86 (11,13 – 12,85)
14 dias	9,77 ^{Aa} \pm 1,05	9,93 ^{Ca} \pm 0,67	9,85 \pm 0,86 (9,01 – 10,73)
21 dias	9,48 ^{Aa} \pm 1,03	9,59 ^{CDFa} \pm 0,68	9,54 \pm 0,85 (8,71 – 10,41)
30 dias	9,25 ^{Aa} \pm 0,99	9,13 ^{CDEFGa} \pm 0,65	9,19 \pm 0,82 (8,39 – 10,03)
60 dias	9,16 ^{Aa} \pm 0,76	8,87 ^{DEFa} \pm 0,57	9,01 \pm 0,66 (8,37 – 9,69)
90 dias	9,22 ^{Aa} \pm 0,94	8,81 ^{Ea} \pm 0,65	9,01 \pm 0,79 (8,24 – 9,82)
120 dias	9,55 ^{Aa} \pm 0,96	9,43 ^{CDFa} \pm 0,78	9,49 \pm 0,87 (8,64 – 10,38)
150 dias	9,53 ^{Aa} \pm 0,85	9,00 ^{CDEFGa} \pm 0,71	9,26 \pm 0,78 (8,5 – 10,06)
180 dias	8,95 ^{Aa} \pm 0,69	8,57 ^{EGa} \pm 0,46	8,76 \pm 0,57 (8,21 – 9,35)
	Fêmeas	Machos	Média ($\pm 2DP$)
Média Geral	10,16 ^a \pm 0,85 (9,33 – 11,03)	9,94 ^a \pm 0,68 (9,28 – 10,64)	10,05 \pm 0,76 (9,31 – 10,83)

- Médias seguidas de letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre os momentos para determinado sexo.

- Médias seguidas de letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre os sexos em determinado momento ou entre as médias gerais de machos e fêmeas.

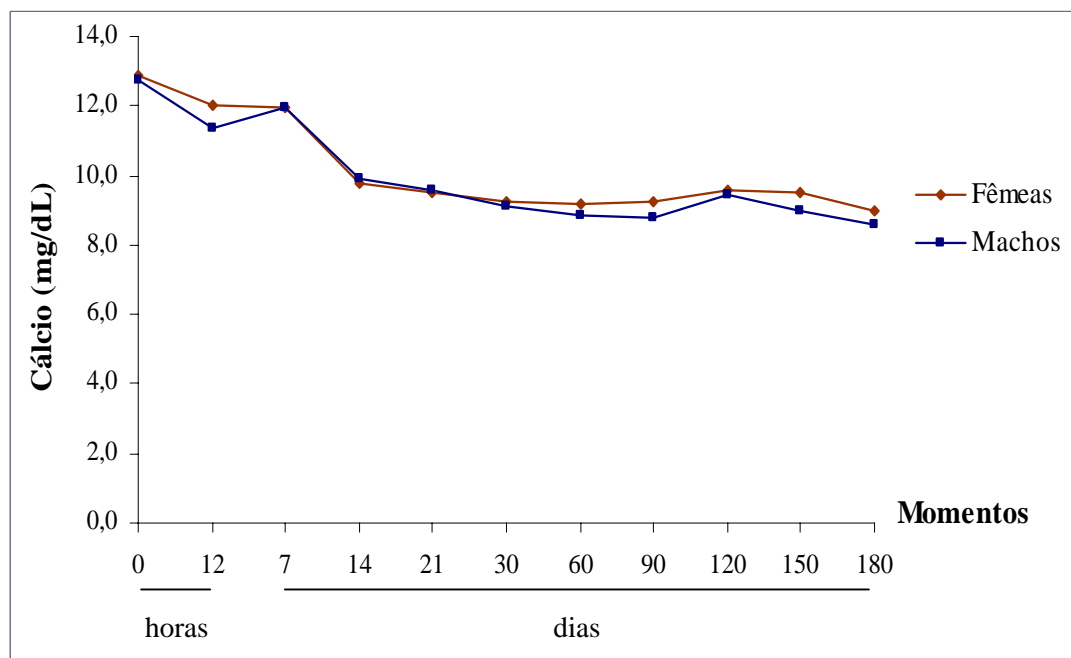


Figura 3 - Concentrações séricas de cálcio (mg/dL) de equinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade.

Os valores da média geral para o cálcio sérico obtidos neste trabalho (10,05 mg/dL) foram próximos aos apresentados por Aitken e Allen (1994), Duncan et al. (1994), Gupta et al. (1994), Hodgson e Rose (1994) e de Meyer e Harvey (2000). Porém os resultados foram inferiores aos estabelecidos por Lumsden et al. (1980), ao padronizarem as concentrações do elemento no soro de potros PSI entre duas e oito semanas de idade. Em equinos adultos, estes autores, bem como Gromadzka-Ostrowska et al. (1985) e Lewis (1985a), que trabalharam com animais PSI, e Kaneko et al. (1997), compilando dados de trabalhos realizados com diversas raças, registraram médias superiores às obtidas no presente estudo. Provavelmente estes resultados diferiram devido às faixas etárias dos animais e aos momentos em que foram realizadas as colheitas de sangue para as análises.

Comparando-se os resultados com aqueles padronizados por Bauer (1990), em 48 equinos hípidos e em momentos semelhantes de colheitas de sangue aos utilizados neste trabalho (Quadro 3), verificou-se que no instante em que os animais nasceram, as concentrações séricas de cálcio foram próximas as obtidas neste estudo.

Embora o potro nasça totalmente mineralizado, as suas necessidades de cálcio são altas durante o primeiro semestre de vida (MEYER, 1985; REZENDE et al., 2000). Segundo os autores, este mineral é mais abundante nos primeiros três meses de lactação, diminuindo após este período de maneira contínua no leite. Neste ensaio, seria de se esperar que a redução da concentração do mineral após os dois meses, quando os animais foram desmamados; porém, observou-se um decréscimo da concentração do elemento logo após o nascimento, que continuou de forma progressiva com o desmame aos 60 dias e até o final das colheitas.

Uma hipótese para este achado seria a alta concentração de lactose no colostro nas primeiras 12 horas de lactação, que promoveria a absorção do mineral (ARMBRECHT e WASSERMAN, 1976; MEYER, 1985). Ao nascimento, o recém-nascido encontra-se em estágio de ossificação rápida, de modo que ele necessita de grande aporte de cálcio, que geralmente é suprida pela sua dieta habitual de leite (GUYTON, 1991). A outra hipótese corroboraria Ammerman e Goodrich (1983), que postularam que a percentagem de absorção intestinal de cálcio diminui com a idade, devido às menores necessidades de cálcio para animais adultos.

Consideramos que a redução do cálcio sérico ao longo do tempo poderia ser explicada também pelo fato deste elemento ser utilizado em maior quantidade durante o crescimento para a formação óssea e aumento da massa muscular.

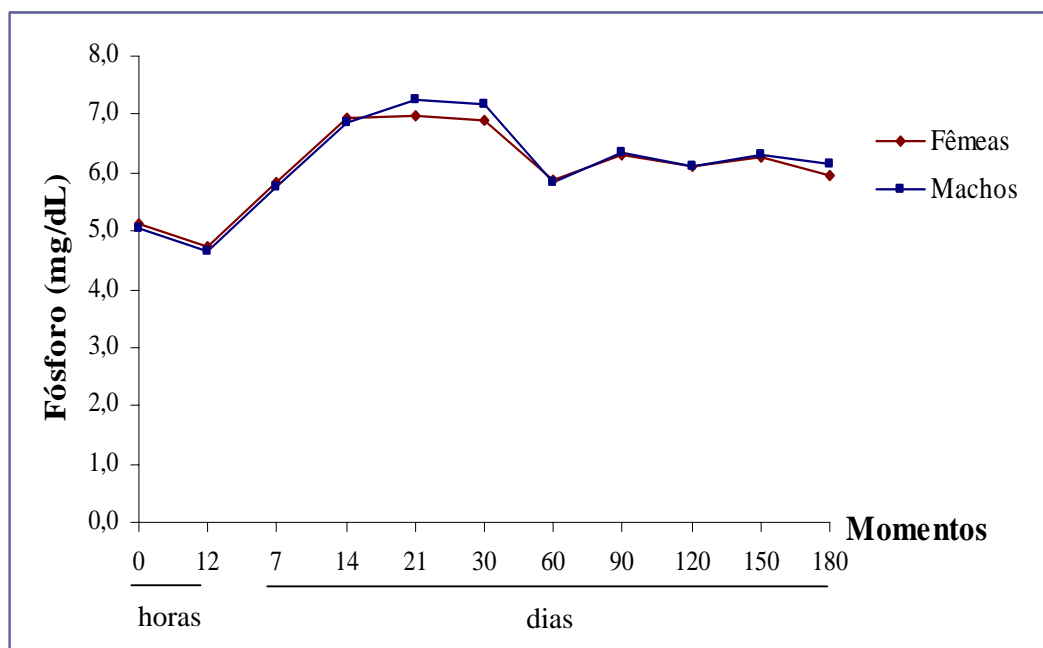


Figura 4 – Concentrações séricas de fósforo (mg/dL) de eqüinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade.

O fósforo variou de 4,69 a 7,11 mg/dL, com média geral de 6,11 mg/dL. Nas fêmeas, a oscilação foi de 4,73 a 6,99 mg/dL, enquanto nos machos foi de 4,65 a 7,24 mg/dL nos machos. Houve diferença estatística entre os valores mínimos e máximos nos dois grupos experimentais.

Com 12 horas após o nascimento, fêmeas e machos apresentaram uma redução nos índices de fósforo, que chegaram ao seu limite inferior, mas sem alterar estatisticamente a média. No sétimo dia, observou-se nos dois grupos um aumento da concentração do elemento no sangue ($p < 0,05$). No 14^o dia, o aumento continuou nos dois grupos, porém apenas nas fêmeas esta elevação aconteceu de forma significativa. No 21^o dia, foram registradas as maiores médias nos dois grupos, mas em relação ao momento anterior não houve alteração estatística.

Entre os momentos referentes aos dias 30 e 60, houve um decréscimo das médias das concentrações do fósforo sérico em ambos os grupos. Não houve diferenças significativas para este mineral entre sexos nos diversos momentos e na média geral (Tabela 2).

As concentrações médias de fósforo sérico obtidos neste estudo foram similares às registradas por Lumsden et al. (1980), em potros PSI entre duas e oito semanas de idade.

Comparando-se os valores médios gerais de fósforo com os descritos na literatura em equinos adultos, verificou-se similaridade entre os resultados e aqueles obtidos por Lewis (1985), também em animais PSI. Contudo, as médias foram superiores às padronizadas por Lumsden et al. (1980) com animais PSI, e por Gromadzka-Ostrowska et al. (1985), Duncan et al. (1994), Hodgson e Rose (1994), Kaneko et al. (1997), Meyer e Harvey (2000), com equinos de diversas raças (Quadros 1 e 2).

Em relação ao trabalho de Bauer (1990), a média geral de 6,7 mg/dL foi um pouco maior que a registrada nesta pesquisa.

Verificou-se que a relação cálcio:fósforo nas primeiras 12 horas de vida dos equinos foi de 2,5:1. Após uma semana esta relação diminuiu para 1,5:1 (Tabela 3). Mesmo assim, a relação cálcio:fósforo manteve-se dentro da normalidade para esta espécie (LEWIS, 1985a).

Tabela 3 – Relação cálcio:fósforo de equinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais

Relação Cálcio: Fósforo		
Momentos	Fêmeas	Machos
ao nascimento	2,51:1	2,51:1
12 horas	2,55:1	2,44:1
7 dias	2,05:1	2,08:1
14 dias	1,41:1	1,45:1
21 dias	1,36:1	1,32:1
30 dias	1,34:1	1,27:1
60 dias	1,56:1	1,52:1
90 dias	1,46:1	1,39:1
120 dias	1,57:1	1,55:1
150 dias	1,52:1	1,43:1
180 dias	1,50:1	1,40:1

Ao contrário do que aconteceu com o cálcio, houve menor nível de fósforo sérico ao nascimento (5,09 mg/dL), com aumento da concentração no soro com o transcorrer da idade dos animais, especialmente a partir dos sete dias de vida (5,80 mg/dL).

A absorção do fósforo é influenciada pelo pH intestinal, idade do animal e fornecimento na alimentação. Dietas ricas em cálcio diminuem a absorção de fósforo, deixando o mineral indisponível (OTT, 1992). Como a concentração de fósforo aumentou a partir do sétimo dia após serem registradas as menores médias ao nascimento e após 12 horas (Figura 4), pode-se considerar que a absorção do mineral melhorou com o avançar da idade, uma vez que no colostro os níveis de fósforo são o dobro daquele encontrado no leite (MEYER, 1985).

Outra hipótese seria que a interação entre o cálcio e o fósforo pudesse explicar a curva inversamente proporcional especialmente nos 14 dias de experimento. Ou seja, maior taxa de cálcio nas primeiras 12 horas, com baixa taxa de fósforo, e, após este período, redução de cálcio e aumento de fósforo (Figuras 3 e 4).

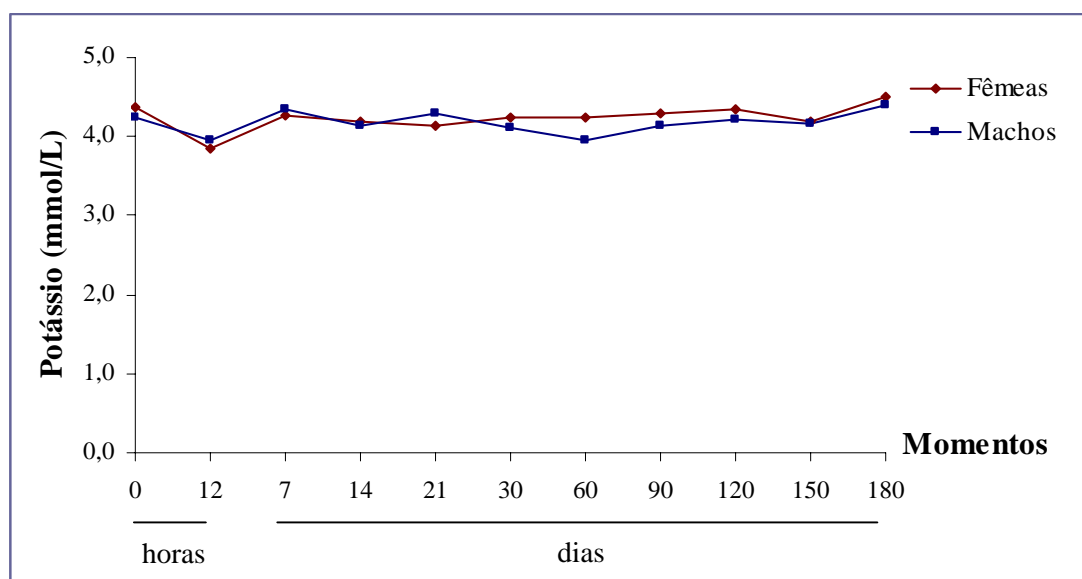


Figura 5 - Concentrações séricas de potássio (mmol/L) de equinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade.

O potássio sérico apresentou variação média de 3,90 a 4,44 mmol/L, sendo que as concentrações ficaram entre 3,85 e 4,49 mmol/L, nas fêmeas, e entre 3,95 e 4,39 mmol/L, nos machos. Os valores mínimos e máximos, nos dois grupos, foram encontrados, respectivamente, com 12 horas de nascimento e aos 180 dias. Não houve diferença significativa entre as médias mínima e máxima.

Ao nascimento, tanto machos como fêmeas, tiveram valores muito semelhantes aos observados com 180 dias de vida.

Observou-se que ocorreu uma redução significativa das taxas de potássio após 12 horas do nascimento. A partir do sétimo dia, os valores voltaram a aumentar e se mantiveram constantes sem variações significativas entre os momentos (Figura 5).

Quando comparadas às concentrações de potássio sérico, não foram encontradas diferenças significativas entre as médias gerais e a média entre momentos de fêmeas e machos (Tabela 4).

As concentrações médias de potássio sérico verificados neste ensaio (4,21 mmol/L) foram semelhantes às registradas por Lumsden et al. (1980), em potros PSI entre 14 e 60 dias de idade (Quadro 2). Também foram próximas da média registrada por Bauer (1990), que avaliou eqüinos em momentos semelhantes aos desta pesquisa. Tanto no presente estudo quanto no trabalho do referido autor, ocorreram pequenas variações entre os momentos, com exceção da colheita realizada após 12 horas do nascimento.

Em relação aos animais adultos (Quadro 1), os dados deste experimento estavam dentro da variação apresentada por Gupta et al. (1994), Hodgson e Rose (1994), Kaneko et al. (1997), Corley e Marr (1998) e Meyer e Harvey (2000), porém foram superiores aos descritos por Lumsden et al. (1980).

A diminuição dos valores séricos ocorridos às 12 horas de vida pode ser explicado provavelmente pelo esforço físico despendido pelos animais para aprenderem a andar o que pode ter contribuído para o decréscimo de potássio no soro dos potros, uma vez que o elemento tem papel importante na contração muscular (THOMPSON, 1978 apud McDOWELL, 1992). Ainda, Laposy (2001), observou que animais PSI com 12 horas de vida apresentaram aumento nos níveis das enzimas creatinoquinase e fosfatase alcalina, em decorrência da alta atividade muscular e óssea, respectivamente.

Outra explicação poderia ser conjecturada, pois pelo esforço físico, o potássio poderia ter sido eliminado pelo suor. Stowe (1971) sugere que esta é uma via importante de perda deste mineral em eqüinos. Ainda segundo o autor, uma outra forma de perda é pela diminuição da ingestão de leite. Contudo, nesta pesquisa não houve redução da oferta de leite materno aos animais que pudesse comprometer os níveis de potássio, o que pode ser observado após as primeiras 12 horas de vida dos potros, quando os índices do mineral no soro retornaram ao patamar observado ao nascimento (Figura 5).

Embora a maioria dos potros tenha nascido nos meses de julho e agosto, não foi objetivo deste trabalho correlacionar as intempéries ambientais que pudessem interferir no equilíbrio eletrolítico, como é o caso do calor, que poderia aumentar a sudorese dos animais.

4.1.4 Sódio

Os valores médios de sódio sérico de equinos PSI, fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade, estão descritos na Tabela 5 e na Figura 6.

Tabela 5 - Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de sódio (mmol/L) de equinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2DP$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos

Momentos	Fêmeas	Machos	Média ($\pm 2DP$)
ao nascimento	146,27 ^{Aa} \pm 11,18	141,67 ^{ABa} \pm 8,94	146,97 \pm 10,06 (138,91 – 159,03)
12 horas	139,80 ^{ACa} \pm 6,41	141,47 ^{ABa} \pm 8,85	140,63 \pm 7,63 (135,00 -150,26)
7 dias	133,00 ^{BCa} \pm 5,22	133,13 ^{CDa} \pm 3,25	133,06 \pm 4,23 (130,83 – 139,29)
14 dias	133,67 ^{Ca} \pm 4,48	131,47 ^{Ca} \pm 6,90	132,57 \pm 5,69 (128,80 – 140,26)
21 dias	134,13 ^{Ca} \pm 3,98	135,40 ^{ACa} \pm 7,31	134,76 \pm 5,64 (131,12 – 142,40)
30 dias	138,87 ^{ACa} \pm 9,72	133,93 ^{CDa} \pm 8,17	136,40 \pm 8,94 (129,46 – 147,34)
60 dias	133,87 ^{Ca} \pm 3,72	133,93 ^{CDa} \pm 5,98	133,90 \pm 4,85 (131,05 – 140,75)
90 dias	134,33 ^{Ca} \pm 2,29	135,13 ^{ACa} \pm 2,70	134,73 \pm 2,49 (134,24 – 139,02)
120 dias	138,27 ^{ACa} \pm 8,31	135,73 ^{ACa} \pm 4,80	137,00 \pm 6,55 (132,45 – 145,50)
150 dias	135,20 ^{Ca} \pm 4,18	136,20 ^{ACa} \pm 7,06	135,70 \pm 5,62 (132,08 – 143,32)
180 dias	140,00 ^{ACa} \pm 8,36	141,13 ^{ABDa} \pm 7,59	140,56 \pm 7,97 (134,59 – 150,13)
	Fêmeas	Machos	Média ($\pm 2DP$)
Média Geral	137,04 ^a \pm 6,16 (132,88 – 145,20)	136,29 ^a \pm 6,50 (131,79 – 144,79)	136,66 \pm 6,33 (132,33 – 144,99)

- Médias seguidas de letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre os momentos para determinado sexo.

- Médias seguidas de letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre os sexos em determinado momento e entre as médias gerais de machos e fêmeas.

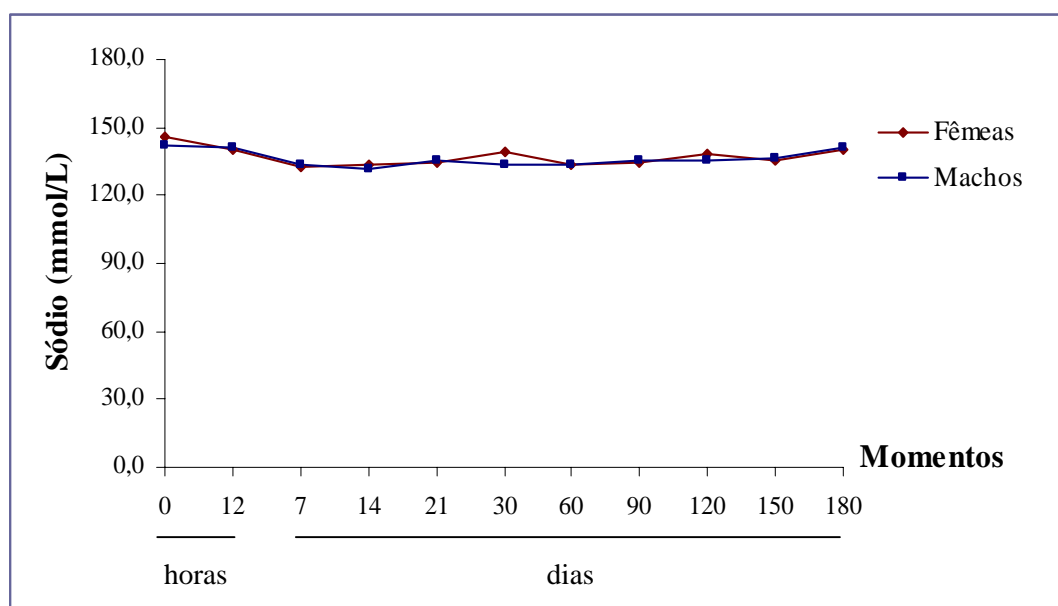


Figura 6 - Concentrações séricas de sódio (mmol/L) de equinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade.

A média de sódio sérico variou de 132,57 a 146,97 mmol/L, com média geral de 136,66 mmol/L, sendo maior ao nascimento e com menor valor aos 14 dias.

Os valores séricos de sódio, mínimo e máximo nas fêmeas PSI foram, respectivamente, de 133,0 e 146,27 mmol/L. Nos machos, a variação foi de 131,47 a 141,67 mmol/L. Não houve diferença significativa entre as médias inferior e superior.

Em ambos os grupos experimentais observou-se maiores valores séricos de sódio ao nascimento. Os valores mínimos, por sua vez, foram registrados, respectivamente, aos sete e 14 dias, para fêmeas e machos.

Em relação às fêmeas, houve uma redução dos valores séricos de sódio a partir das primeiras 12 horas de vida, com oscilação das médias até o final das colheitas, quando os valores foram semelhantes aos registrados ao nascimento (140,0 mmol/L). As médias nos momentos referentes ao sétimo dia, duas e três semanas, e segundo, terceiro e quinto meses, foram estatisticamente inferiores àquelas observadas no momento do nascimento.

Em relação aos machos, os valores obtidos do nascimento até as primeiras 12 horas de vida dos equinos foram semelhantes. No sétimo dia, contudo, ocorreu uma redução estatisticamente significativa que progrediu até a segunda semana, quando foi observada a menor média entre os momentos (Figura 6). Observou-se também que a partir do sexagésimo dia, as concentrações médias de sódio aumentaram, chegando a um nível muito próximo da primeira colheita.

Não houve diferença significativa quando comparadas as médias gerais e a média dos momentos entre sexos (Tabela 5).

As médias gerais das concentrações séricas de sódio foram próximas às dos animais PSI com duas a oito semanas de idade estudados por Lumsden et al. (1980), mas inferiores às obtidas na pesquisa realizada por Bauer (1990). De forma similar ao que foi verificado por este último autor, não houve grande variação na concentração sérica de sódio entre os diversos momentos.

Gromadzka-Ostrowska et al. (1985), ao contrário, verificaram que os níveis de sódio apresentaram sazonalidade, ao estudarem alguns minerais em pôneis adultos. Contudo, estes autores não associaram o aumento de sódio a algum componente ambiental.

Ao confrontar as médias gerais com as médias estabelecidas para equinos adultos, verificou-se que estas foram similares às descritas por Lumsden et al. (1980), e dentro da faixa de variação apresentada por Duncan et al. (1994), Gupta et al. (1994), Hodgson e Rose (1994), Kaneko et al. (1997), Corley e Marr (1998) e Meyer e Harvey (2000).

Da mesma forma que o potássio e o cloreto, o sódio pode ser excretado pelo suor (Duncan et al., 1994) e participa da contração muscular (McDOWELL, 1999). Observou-se que a média do elemento na circulação caiu após 12 horas, chegando ao menor índice no dia sete. Este fato pode corroborar a hipótese de perda de íons devido a sudorese, como consequência do esforço físico no ato de aprendizagem de manter-se em estação, andar e correr.

Embora a diminuição da absorção de sódio possa ser proveniente de um menor consumo de leite e a perda poder ser consequente a quadros e diarreia (Duncan et al., 1994), não foram observados neste experimento nenhum comprometimento do aleitamento ou distúrbios gastrintestinais.

4.1.5 Cloreto

Os valores de cloreto sérico de equinos PSI, fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade estão descritos na Tabela 6 e na Figura 7.

Tabela 6 - Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de cloreto (mEq/L) de equinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2DP$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos

Momentos	Fêmeas	Machos	Média ($\pm 2DP$)
ao nascimento	98,59 ^{AEa} \pm 4,38	99,89 ^{Aa} \pm 5,50	99,24 \pm 4,94 (96,30 – 106,18)
12 horas	99,00 ^{Aa} \pm 5,23	98,45 ^{ADa} \pm 7,41	98,72 \pm 6,32 (94,40 – 107,04)
7 dias	88,77 ^{BCa} \pm 9,28	93,19 ^{ACa} \pm 5,57	90,98 \pm 7,42 (85,56 – 100,40)
14 dias	90,58 ^{BCDa} \pm 5,74	91,71 ^{BCDa} \pm 4,48	91,14 \pm 5,11 (88,03 – 98,25)
21 dias	91,34 ^{BCDEa} \pm 6,73	89,32 ^{BCEa} \pm 12,10	90,33 \pm 9,41 (82,92 – 101,74)
30 dias	92,66 ^{ACDa} \pm 2,92	93,63 ^{ADEa} \pm 2,13	93,14 \pm 2,52 (92,62 – 97,66)
60 dias	90,83 ^{BDa} \pm 9,23	93,48 ^{ADEa} \pm 3,52	92,15 \pm 6,37 (87,78 – 100,52)
90 dias	93,81 ^{ACDa} \pm 4,57	95,06 ^{ADEa} \pm 7,94	94,43 \pm 6,25 (90,18 - 102,68)
120 dias	96,18 ^{ADa} \pm 5,07	95,71 ^{ADEa} \pm 4,73	95,94 \pm 4,90 (93,04 – 102,84)
150 dias	97,23 ^{ADa} \pm 4,27	95,51 ^{ADEa} \pm 5,94	96,37 \pm 5,10 (93,27 – 103,47)
180 dias	99,86 ^{Aa} \pm 3,74	99,11 ^{Aa} \pm 3,12	99,48 \pm 3,43 (98,05 – 104,91)
	Fêmeas	Machos	Média ($\pm 2DP$)
Média Geral	94,44 ^a \pm 5,56 (90,88 – 102,00)	95,01 ^a \pm 5,67 (91,34 – 102,68)	94,72 \pm 5,61 (91,11 – 102,33)

- Médias seguidas de letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre os momentos para determinado sexo.

- Médias seguidas de letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre os sexos em determinado momento e entre as médias gerais de machos e fêmeas.

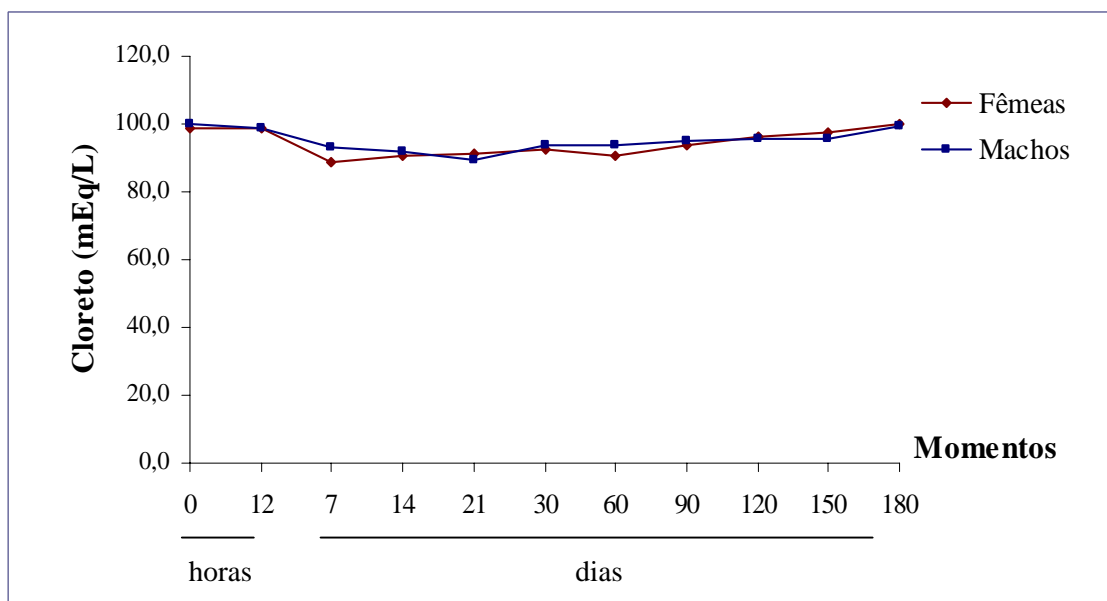


Figura 7 – Concentrações séricas de cloreto (mEq/L) de equinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade.

A média geral de cloreto sérico foi de 94,72 mEq/L, com variação de 90,33 a 99,48 mEq/L, obtidas, aos 21 e 180 dias, respectivamente.

As concentrações séricas mínima e máxima de cloreto foram de 88,77 a 99,86 mEq/L, para fêmeas, e de 89,32 a 99,89 mEq/L, para machos. Para ambos os sexos, verificaram-se diferenças significativas entre os maiores e menores valores médios.

Observou-se que as fêmeas nasceram com níveis séricos de cloreto que se mantiveram durante as primeiras 12 horas, quando então houve redução significativa na primeira semana de vida, onde foi observada a menor média (Figura 7). Do 14^o ao sexagésimo dia, houve oscilação dos valores e a partir dos três meses ocorreu aumento gradativo dos níveis de cloreto sérico até o sexto mês, quando foi registrada a maior média entre os momentos. Contudo, esta média não foi significativamente diferente daquela obtida quando esses animais nasceram.

Nos machos, ao contrário do que aconteceu com as fêmeas, os picos séricos de cloreto foram encontrados ao nascimento. Os valores foram caindo até alcançarem os menores níveis médios aos 21 dias, aumentando de forma gradativa a partir do primeiro mês até os 180 dias, quando a concentração média foi aproximadamente a mesma da verificada ao nascimento (Figura 7).

Não foi observada diferença significativa entre as concentrações séricas de cloreto ao compararem-se as médias de machos e fêmeas nos vários momentos de colheita das amostras (Tabela 6). Da mesma forma, não houve diferença significativa quando foram comparadas as médias gerais dos níveis de cloreto na corrente sanguínea de machos e de fêmeas.

As concentrações séricas médias gerais de cloreto foram semelhantes às dos animais PSI, entre 14 e 60 dias de idade, estudados por Lumsden et al. (1980), mas inferiores às obtidas nas determinações realizadas por Bauer (1990), que registrou 104,27 mEq/L (Quadros 2 e 3). De forma similar ao que foi verificado por este último autor, não houve grande variação na dosagem de cloreto entre os diversos momentos.

Analisando as médias gerais, os valores foram inferiores aos obtidos para animais adultos por Lumsden et al. (1980), Lewis (1985a), Duncan et al. (1994), Kaneko et al. (1997), Corley e Marr (1998) e Meyer e Harvey (2000), mas estavam dentro dos valores apresentados por Hodgson e Rose (1994).

O cloreto tem papel importante na contração da musculatura (McDOWELL, 1999), podendo ser também excretado pelo suor (Duncan et al., 1994), como ocorre com o sódio e o potássio. Entretanto, neste trabalho, houve uma diminuição significativa após sete e 14 dias em relação ao momento de nascimento para fêmeas e machos, respectivamente, o que descarta a perda deste íon pelo esforço de ficar em estação e andar dos potros.

Provavelmente, no caso do cloreto, algum fator externo pode ter contribuído para exacerbação da sudorese dos animais e perda do íon pelo suor. Segundo Carlson (1997), a temperatura ambiental pode acelerar a transpiração de equinos e promover a perda de cloreto de sódio.

Ao justapor as linhas de variação das concentrações de sódio (Figura 6) e do cloreto (Figura 7), pode-se observar uma similaridade entre ambas, o que poderia servir para sustentar a hipótese de perdas dos dois elementos pelo excesso de calor do ambiente. Segundo Harper e Andrews (1996), nos períodos mais quentes do ano, os animais diminuem de 15 a 20% a ingestão de alimentos.

4.1.6 Magnésio

Os valores médios de magnésio sérico de equinos PSI, fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade, estão descritos na Tabela 7 e na Figura 8.

Tabela 7 - Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de magnésio (mg/dl) de equinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2DP$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos

Momentos	Fêmeas	Machos	Média ($\pm 2DP$)
ao nascimento	1,59 ^{Aa} \pm 0,57	1,44 ^{Aa} \pm 0,44	1,51 \pm 0,50 (1,03 – 2,03)
12 horas	1,96 ^{BCa} \pm 0,52	2,21 ^{Ba} \pm 0,43	2,08 \pm 0,47 (1,63 – 2,57)
7 dias	1,65 ^{ACa} \pm 0,22	1,68 ^{Ca} \pm 0,26	1,66 \pm 0,24 (1,44 – 1,92)
14 dias	1,40 ^{Aa} \pm 0,13	1,40 ^{ADa} \pm 0,18	1,40 \pm 0,15 (1,27 – 1,57)
21 dias	1,38 ^{Aa} \pm 0,20	1,33 ^{ADa} \pm 0,16	1,35 \pm 0,18 (1,19 – 1,55)
30 dias	1,51 ^{Aa} \pm 0,24	1,50 ^{ACa} \pm 0,17	1,50 \pm 0,20 (1,32 – 1,72)
60 dias	1,51 ^{Aa} \pm 0,17	1,57 ^{ACa} \pm 0,17	1,54 \pm 0,17 (1,39 – 1,73)
90 dias	1,53 ^{Aa} \pm 0,17	1,61 ^{ACa} \pm 0,22	1,57 \pm 0,19 (1,40 – 1,78)
120 dias	1,55 ^{Aa} \pm 0,17	1,62 ^{ACa} \pm 0,23	1,58 \pm 0,20 (1,40 – 1,80)
150 dias	1,51 ^{Aa} \pm 0,19	1,50 ^{ACa} \pm 0,16	1,50 \pm 0,17 (1,35 – 1,69)
180 dias	1,42 ^{Aa} \pm 0,13	1,53 ^{ACb} \pm 0,11	1,47 \pm 0,12 (1,37 – 1,61)
	Fêmeas	Machos	Média ($\pm 2DP$)
Média Geral	1,55 ^a \pm 0,24 (1,33 – 1,81)	1,58 ^a \pm 0,23 (1,37 – 1,83)	1,56 \pm 0,23 (1,35 – 1,81)

- Médias seguidas de letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre os momentos para determinado sexo.

- Médias seguidas de letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre os sexos em determinado momento e entre as médias gerais de machos e fêmeas.

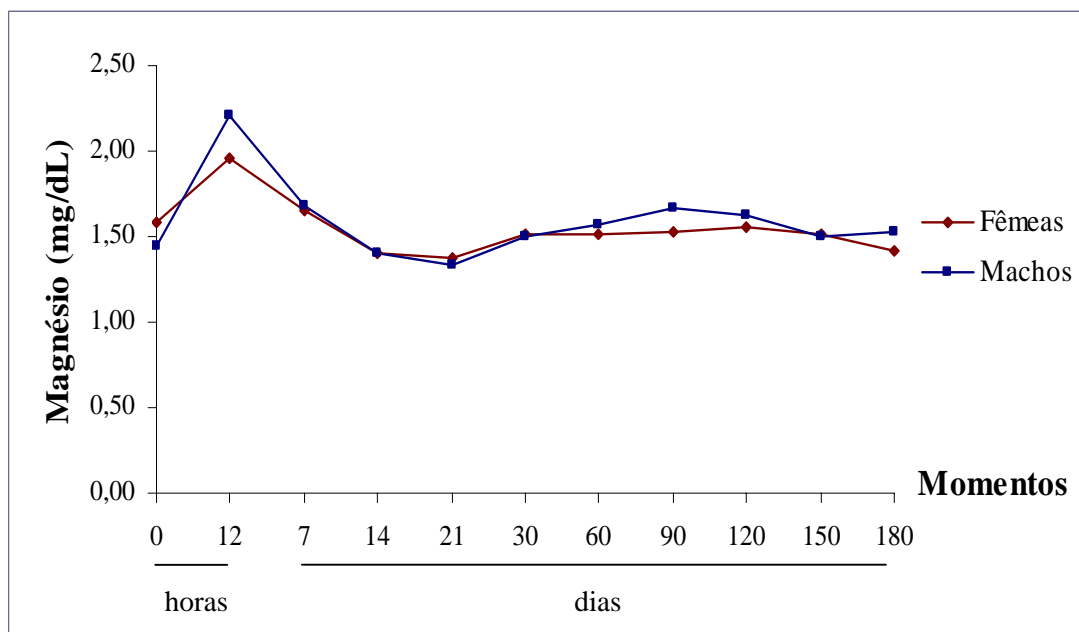


Figura 8 - Concentrações séricas de magnésio (mg/dL) de equinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade.

Os valores médios de magnésio variaram de 1,35 a 2,08 mg/dL, respectivamente aos 21 dias e após 12 horas de nascimento dos animais.

Nas fêmeas, as médias variaram de 1,38 a 1,96 mg/dL, e, nos machos, de 1,33 a 2,21 mg/dL. Verificou-se que para ambos os sexos, os valores mínimo e máximo apresentaram diferenças significativas.

Nos animais do sexo feminino, as concentrações de magnésio mantiveram-se dentro de um padrão, inclusive aos 21 dias, quando foi observada a menor média. A única exceção ocorreu quando foi caracterizado um aumento significativo após 12 horas de nascimento, com registro da maior média entre os momentos (Figura 8). Sete dias após os animais terem nascido, entretanto, os níveis séricos diminuíram, e retornaram aos valores próximos aos do nascimento, até o fim do experimento.

A variação da média entre momentos nos machos foi semelhante àquela ocorrida com as fêmeas. Os registros dos valores mínimos e máximos foram também coincidentes aos dos observados nos animais do sexo feminino; ou seja, aos 21 dias e após 12 horas do nascimento.

Embora os valores das concentrações séricas de magnésio tenham sido próximas, ao compararem-se as médias de machos e fêmeas nos vários momentos de colheita das amostras, aos 180 dias, a média nos machos foi estatisticamente significativa. Por outro lado, não houve diferença quando foram comparadas as médias gerais de magnésio no sangue de machos e de fêmeas (Tabela 7).

As médias gerais de magnésio (1,56 mg/dL) foram inferiores àquelas apresentadas pelos animais PSI entre duas a oito semanas de vida estudados por Lumsden et al. (1980), e pelos eqüinos de variadas raças avaliados por Bauer (1990), que registrou média de 2,15 mg/dL. De forma similar à verificada por este último autor, houve maior variação na dosagem de magnésio nas primeiras 12 horas de vida dos animais, com aumento dos níveis séricos do mineral.

Em relação aos eqüinos adultos, verificou-se que a média geral foi inferior às descritas por Lumsden et al. (1980), Lewis (1985a), Aitken e Allen (1994), Puls (1994), Kaneko et al. (1997) e Meyer e Harvey (2000), mas dentro da faixa de variação descrita por Duncan et al. (1994).

Os valores séricos de magnésio são menores ao nascimento e aumentam nas primeiras horas oscilando até a fase adulta (BAUER, 1990). Esta informação corrobora estudos obtidos neste experimento. Da mesma forma que o sódio, o cloreto e o potássio, o magnésio participa nos mecanismos de contração muscular (McDOWELL, 1999). Porém, a excreção deste mineral é pela via urinária (DUNCAN et al., 1994).

Provavelmente, o aumento de magnésio sérico observado nas primeiras 12 horas de vida, deveu-se à ingestão do colostro pelos potros. Segundo Meyer (1985), a concentração de 0,5 g/dL de magnésio no colostro é dez vezes maior que aquela encontrada no leite.

4.2 MICROMINERAIS

4.2.1 Ferro

Os valores de ferro sérico de equinos PSI, fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade estão descritos na Tabela 8 e na Figura 9.

Os valores médios mínimos e máximos obtidos neste experimento foram, respectivamente, de 63,85 e 517,00 $\mu\text{g/dL}$, que foram observados aos 14 dias e ao nascimento.

Para fêmeas, a variação foi de 61,22 a 535,19 $\mu\text{g/dL}$, e de 55,53 a 498,82 $\mu\text{g/dL}$, para machos. Houve diferença marcante entre os limites inferior e superior de ferro no soro em ambos os grupos ($p < 0,05$).

Em ambos os sexos, observou-se que os maiores valores de ferro sérico ocorreram ao nascimento dos animais. Em relação à menor concentração entre os momentos estudados, elas foram estabelecidas no 14^o dia, nos animais do sexo feminino, e no sétimo dia, nos potros.

Nos dois grupos, houve uma redução gradativa e significativa nas primeiras 12 horas e com uma semana de vida (Figura 9).

No grupo das fêmeas, a partir do momento em que as concentrações chegaram ao seu limite mínimo, os valores médios oscilaram até o final do experimento, sem diferença significativa entre os momentos subsequentes.

Em relação aos machos, entre o momento de menor concentração (primeiros sete dias) e as duas semanas que se seguiram, houve um aumento gradativo ($p > 0,05$). No trigésimo dia, ocorreu significativa elevação na concentração sérica. Da mesma forma com as fêmeas, a partir do trigésimo dia, verificou-se variação entre os momentos que se seguiram até o final do experimento.

Ao serem comparadas as médias de ferro sérico entre os animais dos dois grupos, notou-se diferença significativa aos seis meses, quando os machos apresentaram concentrações superiores àquelas das fêmeas. Ao avaliar as médias gerais não foram constatadas diferenças significativas entre os sexos (Tabela 8).

Tabela 8 - Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de ferro ($\mu\text{g/dL}$) de equinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2\text{DP}$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos

Momentos	Fêmeas	Machos	Média ($\pm 2\text{DP}$)
ao nascimento	535,19 ^{Aa} \pm 79,46	498,82 ^{Aa} \pm 86,56	517,00 \pm 83,01 (435,99 – 602,01)
12 horas	397,99 ^{Ba} \pm 58,98	362,83 ^{Ba} \pm 53,71	380,41 \pm 56,34 (326,07 – 438,75)
7 dias	95,89 ^{CDa} \pm 75,50	55,53 ^{Cb} \pm 29,30	75,71 \pm 52,40 (25,31 – 130,11)
14 dias	61,22 ^{Da} \pm 22,50	66,48 ^{CDa} \pm 33,53	63,85 \pm 28,01 (37,84 – 93,86)
21 dias	105,41 ^{DEa} \pm 90,81	80,17 ^{CDa} \pm 49,51	92,79 \pm 70,16 (22,63 – 164,95)
30 dias	192,29 ^{EFa} \pm 73,84	171,85 ^{Ea} \pm 77,25	182,07 \pm 75,54 (108,53 – 259,61)
60 dias	174,70 ^{CEFa} \pm 45,39	173,23 ^{Ea} \pm 76,47	173,96 \pm 60,93 (115,03 – 236,89)
90 dias	261,24 ^{FGEa} \pm 70,42	254,91 ^{EFa} \pm 94,65	258,07 \pm 82,53 (177,54 – 342,60)
120 dias	269,16 ^{Ga} \pm 89,29	288,48 ^{BFa} \pm 71,31	278,82 \pm 80,30 (200,52 – 361,12)
150 dias	286,93 ^{Ga} \pm 74,66	271,57 ^{Fa} \pm 69,88	279,25 \pm 72,27 (208,98 – 353,52)
180 dias	199,84 ^{FGa} \pm 73,48	260,47 ^{Fb} \pm 69,90	230,15 \pm 71,69 (160,46 – 303,84)
	Fêmeas	Machos	Média ($\pm 2\text{DP}$)
Média Geral	234,53 ^a \pm 68,57 (167,96 – 305,10)	225,85 ^a \pm 64,72 (163,13 – 292,57)	230,19 \pm 66,64 (165,55 – 298,83)

- Médias seguidas de letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre os momentos para determinado sexo.

- Médias seguidas de letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre os sexos em determinado momento e entre as médias gerais de machos e fêmeas.

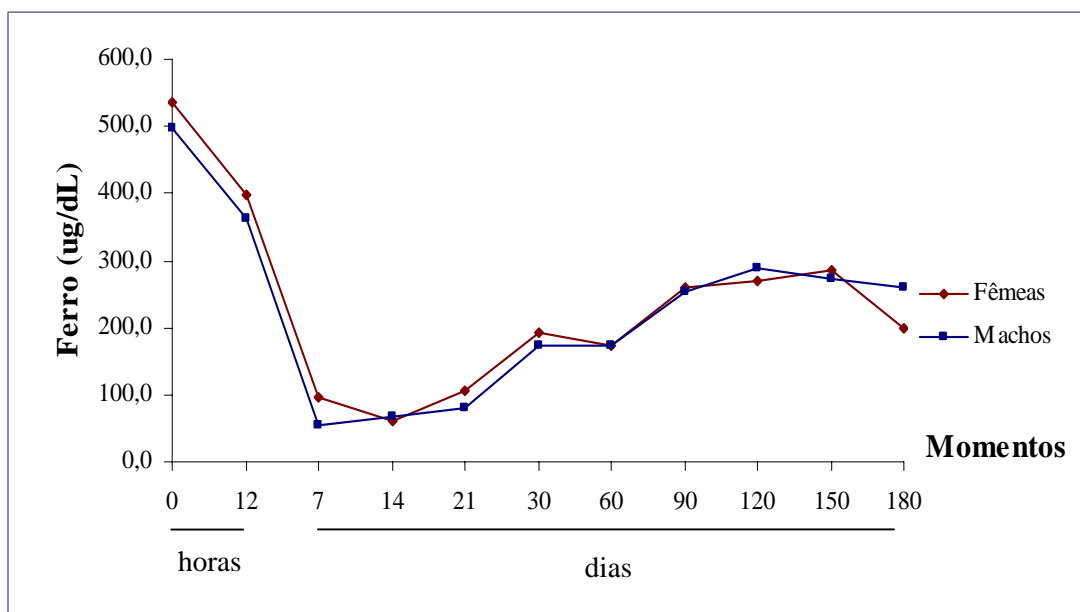


Figura 9 - Concentrações séricas de ferro ($\mu\text{g/dL}$) de equinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade.

Constatou-se que a concentração de ferro sanguíneo apresentou variação muito alta nos equinos, com uma relação de aproximadamente dez vezes entre os valores máximos e mínimos. Em relação à média geral, os valores foram muito próximos à metade da média observada ao nascimento.

Esta oscilação poderia ser justificada pelos altos teores de ferro no soro dos potros recém-nascidos, o que corrobora Harvey (1990), que observou altos níveis séricos de ferro ao nascimento, em equinos PSI e Quarto de Milha, e que diminuiriam rapidamente com cerca de três dias. Segundo o autor, a redução dos níveis do mineral chegaria aos valores médios de cavalos adultos, discordando com o que foi verificado neste estudo, onde a média geral, para ambos os sexos, foi maior àquelas padronizadas por Duncan et al. (1994), Lewis (1995), Kaneko et al. (1997), Meyer e Harvey (2000), em equinos com idade superior a dois anos.

Neste experimento, foram observados os maiores níveis de ferro sérico no momento em que os equinos nasceram. Segundo Harvey (1990), as concentrações séricas de ferro ao nascimento devem-se à passagem de sangue pela placenta e a eritropoiese ativa e intensa. Os estoques do mineral seriam influenciados pela dieta materna durante a gestação (GÜRTLER et al., 1987).

Após 12 horas de vida, houve ligeira redução das concentrações séricas de ferro, que se acentuou no sétimo dia. Meyer (1985) observou que a quantidade de ferro no colostro é superior àquela encontrada no leite. Essa informação poderia dar suporte para sustentar que a ingestão de colostro foi responsável pela manutenção de altos teores de ferro no soro dos eqüinos nas primeiras 12 horas. Quando os animais passaram a ingerir leite, os valores do mineral caíram significativamente (Figura 9).

Ao se estabelecer uma comparação entre a amplitude de variação das concentrações de ferro deste estudo com o realizado por Harvey (1990), considerando-se os mesmos momentos de colheita, verificou-se que houve similaridade nos resultados, especialmente quando a queda dos níveis do mineral no sangue foi registrada aos sete e 14 dias.

A partir do 21^o dia, os níveis séricos de ferro retornaram a aumentar até o final do experimento, chegando a valores normais descritos na literatura para eqüinos adultos (LEWIS, 1985b; PULS, 1994; MEYER e HARVEY, 2000), devido provavelmente à melhor absorção do mineral pelos animais.

4.2.2 Zinco

Os valores de zinco sérico de equínos PSI, fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade estão descritos na Tabela 9 e na Figura 10.

Tabela 9 - Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de zinco ($\mu\text{g/dL}$) de equínos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2\text{DP}$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos

Momentos	Fêmeas	Machos	Média ($\pm 2\text{DP}$)
ao nascimento	150,17 ^{ADa} \pm 64,27	162,57 ^{ABa} \pm 71,74	156,37 \pm 68,00 (90,37 – 226,37)
12 horas	159,99 ^{ACDEa} \pm 102,27	155,30 ^{ABa} \pm 54,94	157,67 \pm 78,60 (81,07 – 238,27)
7 dias	141,13 ^{CDa} \pm 55,68	117,70 ^{Aa} \pm 39,76	129,41 \pm 47,72 (83,69 – 179,13)
14 dias	101,10 ^{Da} \pm 39,83	124,31 ^{Aa} \pm 35,57	112,70 \pm 37,70 (77,00 – 152,40)
21 dias	148,05 ^{ABDa} \pm 81,89	149,71 ^{ABa} \pm 49,84	148,88 \pm 65,86 (85,02 – 216,74)
30 dias	182,59 ^{ABCEa} \pm 65,93	139,44 ^{ABb} \pm 25,93	161,01 \pm 45,93 (117,08 – 208,94)
60 dias	177,55 ^{BCDEa} \pm 45,93	150,71 ^{ABa} \pm 27,65	164,13 \pm 36,79 (129,34 – 202,92)
90 dias	167,09 ^{BCDEa} \pm 45,93	157,00 ^{ABa} \pm 44,87	162,04 \pm 45,40 (118,64 – 209,44)
120 dias	171,58 ^{BCDEa} \pm 62,06	172,81 ^{ABa} \pm 61,38	172,19 \pm 61,72 (112,47 – 235,91)
150 dias	233,70 ^{Ea} \pm 60,54	190,85 ^{BCa} \pm 59,04	212,27 \pm 59,79 (154,48 – 274,06)
180 dias	195,67 ^{ABCEa} \pm 46,68	243,77 ^{Cb} \pm 51,26	219,72 \pm 48,97 (172,75 – 270,69)
	Fêmeas	Machos	Média ($\pm 2\text{DP}$)
Média Geral	166,24 ^a \pm 61,00 (107,24 – 229,24)	160,38 ^a \pm 50,30 (112,08 – 212,68)	163,31 \pm 55,65 (109,66 – 220,96)

- Médias seguidas de letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre os momentos para determinado sexo.

- Médias seguidas de letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre os sexos em determinado momento e entre as médias gerais de machos e fêmeas.

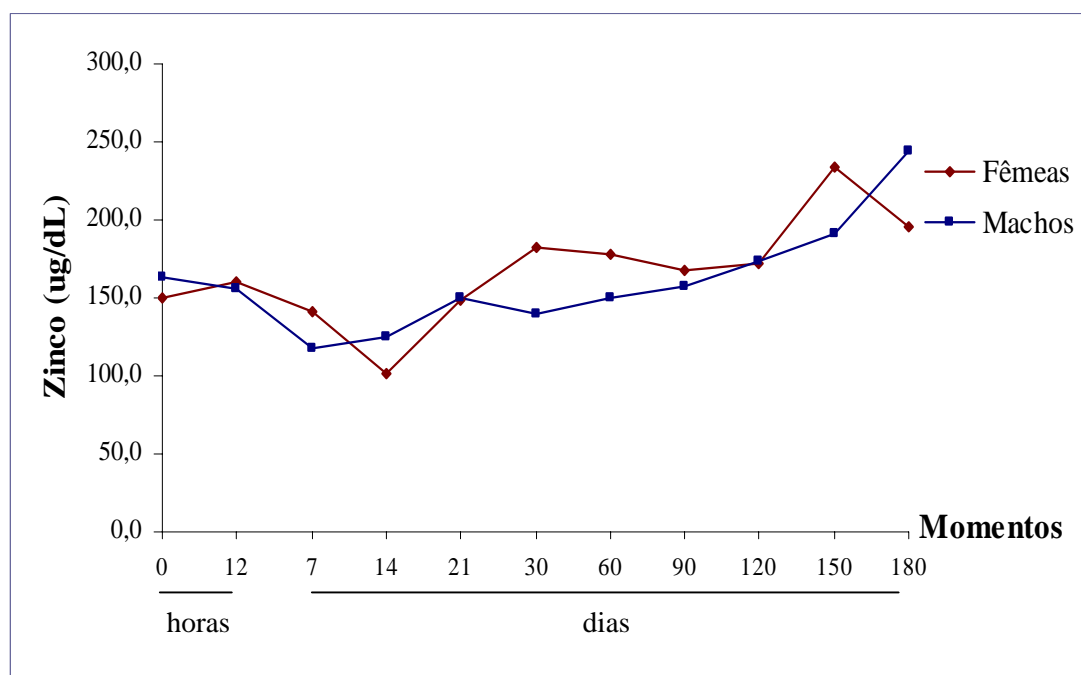


Figura 10 - Concentrações séricas de zinco ($\mu\text{g/dL}$) de equinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade.

O zinco sérico apresentou média geral de $163,31 \mu\text{g/dL}$, com variação $112,70$ a $219,72 \mu\text{g/dL}$. Os valores mínimos e máximos ocorreram, respectivamente, aos 14 e 180 dias.

O intervalo de concentrações médias para o zinco sérico foi de $101,10$ a $195,67 \mu\text{g/dL}$ e de $117,70$ a $243,77 \mu\text{g/dL}$, respectivamente, para fêmeas e machos. Houve diferença significativa, nos dois grupos experimentais, ao se comparar os valores mínimos e máximos do mineral no soro.

Nas fêmeas, os valores mínimos de zinco foram registrados no 14^o dia, ao passo que nos animais do outro grupo a média mínima foi verificada aos sete dias de vida, como evidencia a figura 10. Em ambos os grupos, os maiores valores de zinco no sangue foram alcançados aos 180 dias, quando houve diferença significativa entre as médias dos dois grupos, sendo a concentração nos machos maior que aquela verificada nas fêmeas.

Em ambos os grupos, as médias de zinco variaram desde o momento do nascimento até o final do experimento. Nas fêmeas, nas primeiras 12 horas houve aumento do elemento no sangue, mas, logo depois, ocorreu redução até se estabelecer a menor média. Nos machos, verificou-se declínio de zinco do nascimento até o momento em que as médias atingiram seu valor mínimo no soro, e à semelhança do outro grupo, não houve alterações entre os momentos.

Na avaliação das amostras de soro dos demais instantes de colheita, também não foi notada diferença entre os momentos subsequentes. Contudo, aos 150 e 180 dias, os valores diferiram de forma significativa em relação às médias mínimas dos dois grupos.

Ao avaliar as médias gerais, não houve diferença expressiva entre os sexos (Tabela 9).

Comparando os valores médios estabelecidos por Cymbaluk e Christensen (1986), para eqüinos PSI ao nascimento, com sete e 180 dias, verificou valores inferiores aos obtidos nestes mesmos períodos para este experimento. Quando os resultados foram confrontados aos padronizados para eqüinos adultos, as médias apresentaram-se maiores que aquelas registradas por Gromadzka-Ostrowska et al. (1985), Cymbaluk et al. (1986), Auer e Seawright (1998) e Koterba et al. (1990), mas semelhantes às padronizadas por Balarin (2002).

Apesar de ser difícil estabelecer alguma relação com as altas concentrações de zinco observadas neste estudo em relação à literatura consultada, alguns fatores como a dieta das éguas, a passagem de zinco pelo leite, ou a variação racial podem ter contribuído para a elevação destas concentrações.

Não houve oscilação do mineral nas primeiras 12 horas de vida dos animais, diferentemente do que ocorreu com o ferro. Como o zinco está presente em todos os elementos formadores do sangue, particularmente nas hemácias (FISHER, 1975), é possível que ele também possa passar juntamente com o sangue materno por via transplacentária.

Embora este mineral possa ser perdido com o suor profuso (McDOWELL, 1992), assim como o que foi investigado em relação ao ferro, não houve informações na literatura consultada que pudessem associá-la ao esforço físico dos animais nas primeiras horas de vida.

A maior concentração média de zinco sérico registrada no estudo aconteceu nos últimos momentos de colheita, coincidindo com o momento em que os animais passaram a receber ração balanceada.

Gromadzka-Ostrowska et al. (1985) verificaram, em pôneis adultos, uma correlação entre os teores séricos de zinco e a sazonalidade, com aumento da concentração do mineral no mês de janeiro. Contudo, os autores não propuseram fatores que contribuíssem para a elevação do elemento no sangue dos animais.

Levando-se em consideração a idade dos eqüinos e a variação ocorrida durante o experimento, seria difícil traçar uma correlação entre o zinco e algum fator ambiental que elevasse a taxa deste mineral nos potros estudados. Neste caso, o aumento de zinco sérico seria proveniente da ração balanceada que disponibilizou maior taxa do elemento aos animais após o arraçoamento.

Como o zinco é um elemento essencial na resposta imune, provavelmente, a partir dos 60 dias de idade, o organismo dos eqüinos poderia ter adquirido melhor capacidade imunológica, melhorando com isso sua capacidade de absorção, o que explicaria o aumento deste micromineral até os 180 dias.

Estes dados mostram a importância da padronização de valores séricos de minerais em diversas faixas etárias, uma vez que atribuir padrões de referência de animais adultos como parâmetros para potros pode dificultar a oferta de uma dieta balanceada e ocasionar uma deficiência ou excesso de zinco.

4.2.3 Selênio

Os valores médios de selênio sérico de equinos PSI, fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade estão descritos na Tabela 10 e na Figura 11.

Tabela 10 - Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de selênio ($\mu\text{g/dL}$) de equinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2\text{DP}$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos

Momentos	Fêmeas	Machos	Média ($\pm 2\text{DP}$)
ao nascimento	9,37 ^{Aa} \pm 0,58	9,37 ^{Aa} \pm 0,58	9,37 \pm 0,58 (8,81 – 9,97)
12 horas	9,25 ^{Aa} \pm 0,55	9,70 ^{Ab} \pm 0,60	9,47 \pm 0,57 (8,92 – 10,06)
7 dias	11,08 ^{Ba} \pm 1,06	11,14 ^{Ba} \pm 0,90	11,11 \pm 0,98 (10,15 – 12,11)
14 dias	11,34 ^{Ba} \pm 0,15	11,33 ^{Ba} \pm 0,16	11,33 \pm 0,15 (11,20 – 11,50)
21 dias	13,04 ^{Ca} \pm 0,53	13,13 ^{Ca} \pm 0,54	13,08 \pm 0,53 (12,57 – 13,63)
30 dias	12,90 ^{Ca} \pm 0,33	12,76 ^{Ca} \pm 0,27	12,83 \pm 0,30 (12,55 – 13,15)
60 dias	18,53 ^{Da} \pm 1,53	19,02 ^{Da} \pm 0,26	18,77 \pm 0,89 (17,90 – 19,68)
90 dias	19,24 ^{Da} \pm 0,30	19,30 ^{Da} \pm 0,33	19,27 \pm 0,31 (18,98 – 19,60)
120 dias	21,85 ^{Ea} \pm 0,71	21,99 ^{Ea} \pm 1,04	21,92 \pm 0,87 (21,07 – 22,81)
150 dias	21,72 ^{Ea} \pm 0,55	21,79 ^{Ea} \pm 0,14	21,75 \pm 0,34 (21,43 – 22,11)
180 dias	21,31 ^{Ea} \pm 0,66	21,36 ^{Ea} \pm 0,63	21,33 \pm 0,64 (20,71 – 21,99)
	Fêmeas	Machos	Média ($\pm 2\text{DP}$)
Média Geral	15,42 ^a \pm 0,63 (14,81 – 16,07)	15,54 ^a \pm 0,49 (15,07 – 16,05)	15,48 \pm 0,56 (14,94 – 16,06)

- Médias seguidas de letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre os momentos para determinado sexo.

- Médias seguidas de letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre os sexos em determinado momento e entre as médias gerais de machos e fêmeas.

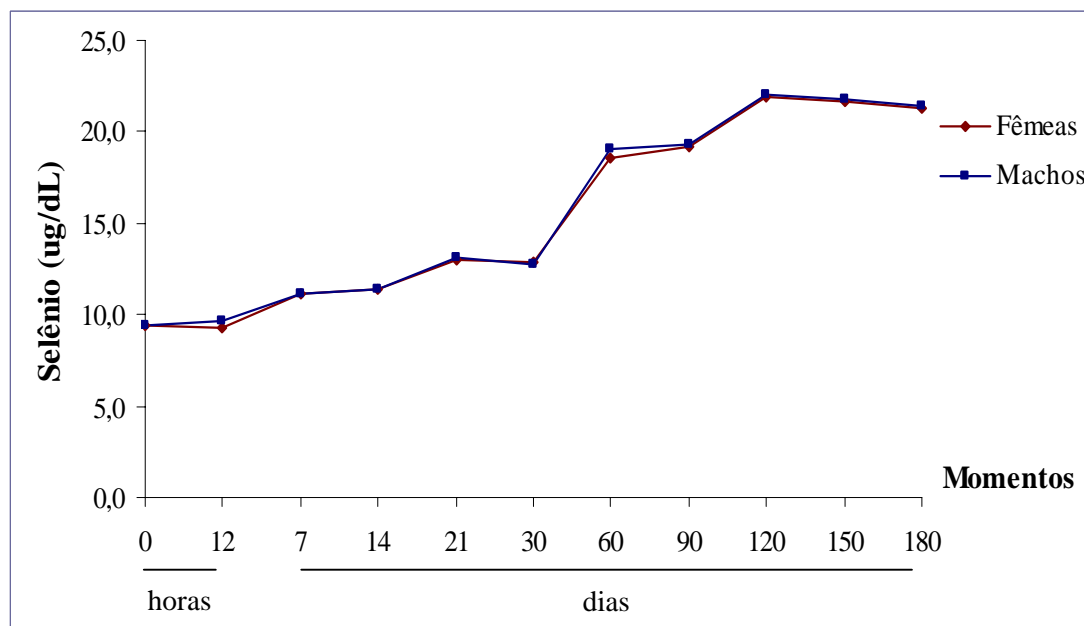


Figura 11 - Concentrações séricas de selênio ($\mu\text{g/dL}$) de equinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade.

Verificou-se que a média de selênio sérico foi de $15,48 \mu\text{g/dL}$, com valor mínimo de $9,37 \mu\text{g/dL}$, ao nascimento, e máximo de $21,92 \mu\text{g/dL}$, aos 120 dias.

Os valores para fêmeas variaram de $9,25 \mu\text{g/dL}$ a $21,85 \mu\text{g/dL}$ com 12 horas e aos 120 dias, respectivamente. Os machos tiveram seus menores valores ao nascimento ($9,37 \mu\text{g/dL}$) e seus limites superiores aos 120 dias ($21,99 \mu\text{g/dL}$). Em ambos os grupos, os valores mínimo e máximo diferiram significativamente.

As concentrações séricas de selênio ao nascimento foram exatamente iguais nos dois grupos. Nas primeiras 12 horas de vida, não ocorreu diferença entre as médias em ambos os grupos; contudo, houve uma redução nos níveis séricos nas fêmeas e um aumento nos valores dos machos.

A partir do sétimo dia de vida dos animais, os valores oscilaram até o fim do experimento, havendo comportamento semelhante na curva de variação da concentração média dos dois grupos (Figura 11). Nesta mesma figura, pode-se observar um aumento marcante do trigésimo para o sexagésimo dia (Tabela 10). Entre os dias 60 e 90, houve discreto aumento dos valores, e novamente aumento significativo no quarto mês de vida dos animais. Após este momento, os valores decresceram até o final das colheitas, mas sem alteração estatística.

Com relação ao sexo, as médias diferiram somente com 12 horas, onde os machos apresentaram concentrações superiores às fêmeas. Porém, ao compararmos as médias gerais, houve proximidade entre elas ($p>0,05$).

Comparando-se com animais adultos (Quadro 6), a média geral verificada no experimento estava entre os valores descritos por Puls (1994) e Lee et al. (1995). Contudo, foi inferior ao registrado por Balarin (2002), em animais PSI, e superior ao padronizado por Crisman et al. (1994).

Não houve na literatura consultada registros de padronização de selênio sérico em potros. Contudo, o mineral pode ser passado pela placenta (PARIZEK et al., 1971) e fornecido pelo leite (HAYEK et al., 1989), o que pode ter contribuído para a não oscilação sérica do elemento nas primeiras semanas de vida.

A ração balanceada fornecida aos potros a partir de dois meses de idade provavelmente contribuiu para o aumento da concentração sérica de selênio, como ocorreu também com o zinco, já que foi observado um significativo incremento nas taxas de zinco no sangue a partir do momento em que os animais foram desmamados e tiveram acesso à ração, colaborando, a partir desta fase de vida dos eqüinos, para a melhoria da função imunológica e para o crescimento dos animais.

4.2.4 Cobre

Os valores de cobre sérico de equinos PSI, fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade estão descritos na Tabela 11 e na Figura 12.

Tabela 11 - Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de cobre ($\mu\text{g/dL}$) de equinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2\text{DP}$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos

Momentos	Fêmeas	Machos	Média ($\pm 2\text{DP}$)
ao nascimento	30,88 ^{ABa} $\pm 17,10$	31,88 ^{ABa} $\pm 13,44$	31,38 $\pm 15,27$ (18,11 – 46,65)
12 horas	44,53 ^{ABa} $\pm 20,56$	32,29 ^{ABa} $\pm 13,03$	38,41 $\pm 16,79$ (23,62 – 57,20)
7 dias	35,90 ^{ABa} $\pm 19,23$	41,76 ^{ABCDa} $\pm 23,12$	38,83 $\pm 21,17$ (19,66 – 62,00)
14 dias	51,42 ^{ABCa} $\pm 21,38$	49,49 ^{ABCDa} $\pm 28,09$	50,45 $\pm 24,73$ (25,72 – 75,18)
21 dias	56,68 ^{Ca} $\pm 15,11$	57,68 ^{Ca} $\pm 18,90$	57,18 $\pm 17,00$ (42,18 – 76,18)
30 dias	45,07 ^{ABCa} $\pm 8,00$	45,08 ^{ABCDa} $\pm 15,64$	45,07 $\pm 11,82$ (35,25 – 58,89)
60 dias	47,84 ^{ABCa} $\pm 9,94$	51,51 ^{BCa} $\pm 13,59$	49,67 $\pm 11,76$ (39,91 – 63,43)
90 dias	43,84 ^{ABCa} $\pm 10,54$	47,00 ^{ABCDa} $\pm 12,21$	45,41 $\pm 11,37$ (36,04 – 58,78)
120 dias	37,40 ^{ABCa} $\pm 10,00$	34,65 ^{ABa} $\pm 12,56$	36,02 $\pm 11,28$ (26,74 – 49,30)
150 dias	37,44 ^{ABCa} $\pm 5,01$	31,71 ^{ADa} $\pm 10,88$	34,57 $\pm 7,94$ (28,63 – 44,51)
180 dias	39,66 ^{ABCa} $\pm 7,28$	40,84 ^{ABCDa} $\pm 7,33$	40,25 $\pm 7,30$ (34,95 – 49,55)
	Fêmeas	Machos	Média ($\pm 2\text{DP}$)
Média Geral	42,78 ^a $\pm 13,10$ (29,68 – 55,88)	42,17 ^a $\pm 15,34$ (28,83 – 59,51)	42,47 $\pm 14,22$ (28,25 – 56,69)

- Médias seguidas de letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre os momentos para determinado sexo.

- Médias seguidas de letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre os sexos em determinado momento e entre as médias gerais de machos e fêmeas.

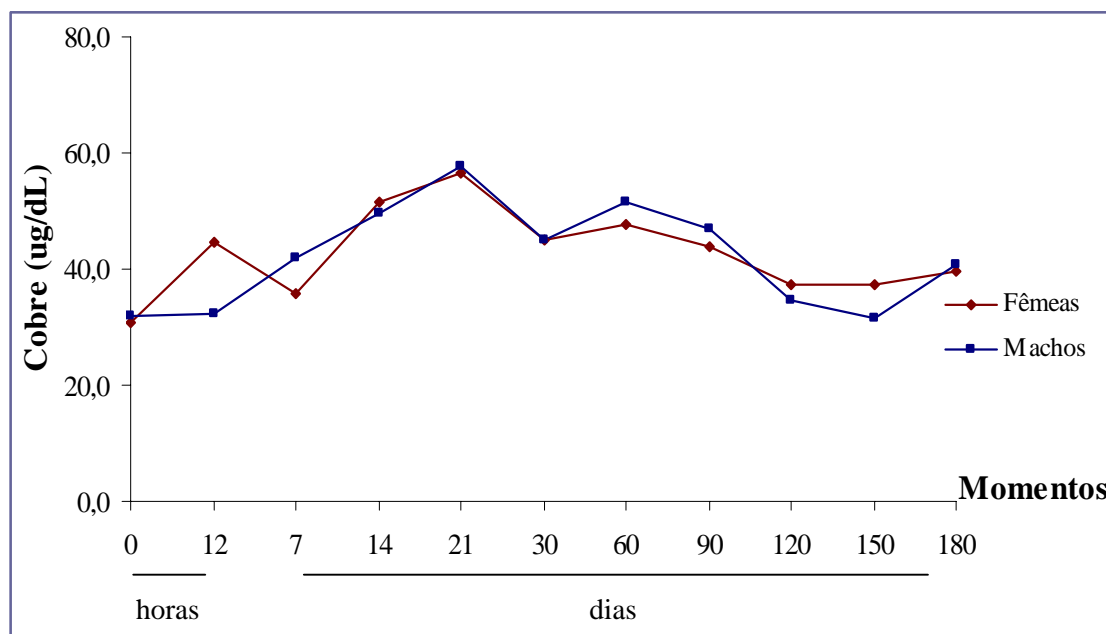


Figura 12 – Concentrações séricas de cobre ($\mu\text{g/dL}$) de equinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade.

Para o cobre, constatou-se a média geral de $42,47 \mu\text{g/dL}$, com variação de $31,38 \mu\text{g/dL}$ a $57,18$, correspondendo aos momentos do nascimento e 14 dias.

As médias de cobre variaram de $30,88$ a $56,68 \mu\text{g/dL}$, nas fêmeas, e de $31,71$ a $57,68 \mu\text{g/dL}$, nos machos. Houve diferença, em ambos os grupos, ao serem confrontados os valores mínimos e máximos do elemento no soro.

A média geral das concentrações de cobre sérico de fêmeas ($42,78 \mu\text{g/dL}$) foi semelhante àquela observada nos machos ($42,17 \mu\text{g/dL}$), não havendo diferença significativa quando os valores foram comparados (Tabela 11).

Comparando os valores deste trabalho com os realizados em potros, verificou-se que os achados foram semelhantes aos de Koterba et al. (1990), em equinos PSI e Quarto de Milha, e superiores aos descritos por Cymbaluk e Christensen (1986), em animais PSI. Estes autores observaram que a partir de 21 e 180 dias, respectivamente, as concentrações séricas de cobre foram próximas daquelas padronizadas em adultos.

Nos animais do sexo feminino, o menor valor se deu no instante do nascimento. Após 12 horas, houve aumento não significativo da concentração do cobre, que diminuiu aos sete dias. A partir do trigésimo dia, ocorreu variação das médias, mas de forma não significativa.

Nos machos, a menor média de cobre sérico foi notada aos 150 dias. Entretanto, este valor foi similar ao verificado quando os potros nasceram. Nesses animais, houve aumento gradativo do mineral no sangue do nascimento até o registro de seu pico, aos 21 dias, e depois oscilação das médias até o final do experimento.

Desta forma, as concentrações de cobre sérico ao nascimento foram as mais baixas durante o experimento. Pearce et al. (1998) enfatizam a importância de se relacionar as necessidades de cobre com a idade, sexo e raça. Segundo o autor, alterações ósseas e de cartilagem em potros em crescimento podem ser consequência de dietas com baixos teores do mineral.

Existem também relatos de hemorragias em éguas prenhes (NRC, 1989) e de retardo no crescimento e anemia em potros (UNDERWOOD, 1977) associados à baixa concentração de cobre na dieta.

Embora não tenha sido observada alteração fisiológica nos animais do presente estudo, incluindo éguas e potros, que tiveram crescimento normal, é possível hipotetizar que: 1) a dieta fornecida às éguas durante a gestação foi insuficiente para que a passagem no leite atendesse às necessidades dos potros; e 2) provavelmente como o colostro é rico em cobre (1,0 g/dL) e ocorreu diminuição da concentração com o desmame, pode ter acontecido uma incapacidade do sistema digestivo dos eqüinos em absorver o mineral.

Underwood (1977) descreveu que a taxa de absorção de cobre em animais jovens é maior quando comparada à realizada pelos animais adultos. McDowell (1999), por sua vez, relata que a absorção é reduzida quando os valores de cálcio, ferro e zinco na dieta são altos.

Como as concentrações séricas de zinco nos animais estudados estavam acima dos valores de normalidade para a espécie a partir do momento de arração, é possível também que a ração fornecida tivesse uma alta quantidade deste elemento, interferindo com a absorção de cobre.

Esse fato reforça que não apenas o fornecimento de suplementação para fêmeas como para potros seja importante. O balanceamento da ração deve ser rigoroso, atendendo às necessidades dos animais e permitindo que a adição de um elemento não comprometa a absorção de outro mineral.

4.2.5 Manganês

Os valores de manganês sérico de equínos PSI, fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade, estão descritos na Tabela 12 e na Figura 13.

Tabela 12 - Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de manganês ($\mu\text{g/dL}$) de equínos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2\text{DP}$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos

Momentos	Fêmeas	Machos	Média ($\pm 2\text{DP}$)
ao nascimento	43,27 ^{Aa} \pm 21,63	56,87 ^{Aa} \pm 21,83	50,07 \pm 21,73 (30,34 – 73,80)
12 horas	68,33 ^{Ba} \pm 9,04	70,01 ^{Aa} \pm 5,96	69,17 \pm 7,50 (63,67 – 78,67)
7 dias	100,19 ^{Ca} \pm 33,27	116,62 ^{Ba} \pm 31,59	108,40 \pm 32,43 (77,97 – 142,83)
14 dias	146,51 ^{Da} \pm 9,33	106,37 ^{Bb} \pm 61,14	126,44 \pm 35,23 (93,21 – 163,67)
21 dias	23,98 ^{Ea} \pm 10,94	23,80 ^{Ca} \pm 12,92	23,89 \pm 11,93 (13,96 – 37,82)
30 dias	6,70 ^{Ea} \pm 2,75	7,78 ^{Ca} \pm 4,23	7,24 \pm 3,49 (5,75 – 12,73)
60 dias	7,48 ^{Ea} \pm 4,31	10,41 ^{Ca} \pm 4,46	8,94 \pm 4,38 (6,56 – 15,32)
90 dias	9,05 ^{Ea} \pm 3,28	8,58 ^{Ca} \pm 3,87	8,81 \pm 3,57 (7,24 – 13,38)
120 dias	12,96 ^{Ea} \pm 5,20	14,09 ^{Ca} \pm 7,60	13,52 \pm 6,40 (9,12 – 21,92)
150 dias	20,42 ^{Ea} \pm 13,0	15,69 ^{Ca} \pm 8,51	18,05 \pm 10,79 (9,26 – 30,84)
180 dias	22,84 ^{Ea} \pm 10,82	15,45 ^{Ca} \pm 9,03	19,14 \pm 9,92 (11,22 – 31,06)
	Fêmeas	Machos	Média ($\pm 2\text{DP}$)
Média Geral	41,98 ^a \pm 11,24 (32,74 – 55,22)	40,52 ^a \pm 15,55 (26,97 – 58,07)	41,25 \pm 13,39 (29,86 – 56,64)

- Médias seguidas de letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre os momentos para determinado sexo.

- Médias seguidas de letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre os sexos em determinado momento e entre as médias gerais de machos e fêmeas.

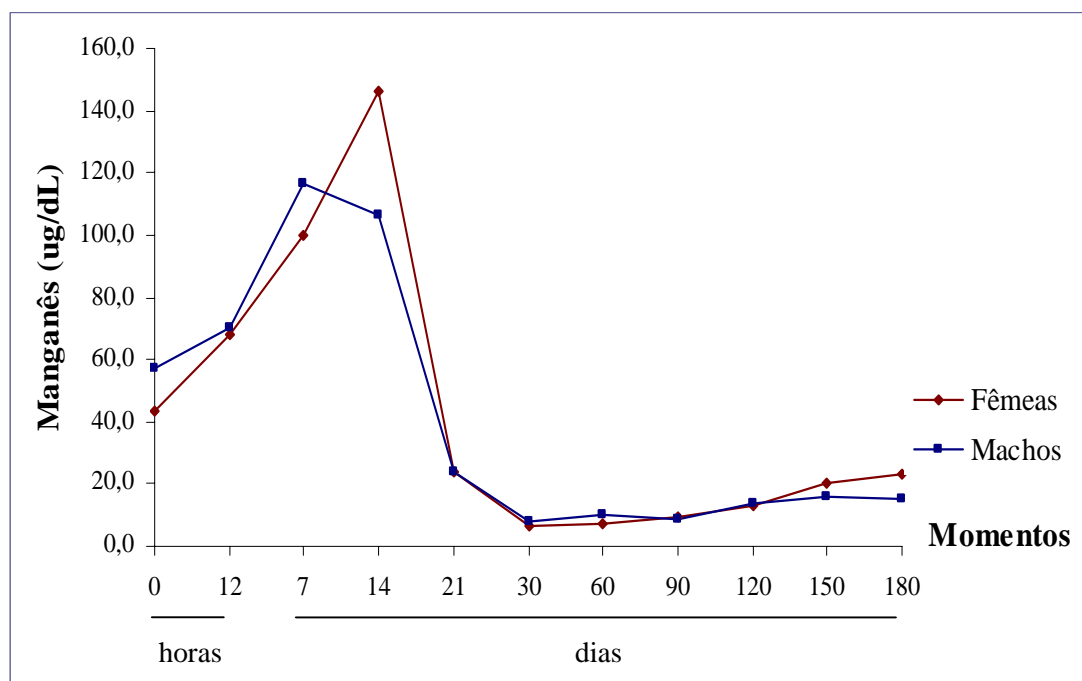


Figura 13 - Concentrações séricas de manganês ($\mu\text{g/dL}$) de equinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade.

Os limites inferiores e superiores das concentrações de manganês sérico corresponderam a 7,24 e 126,44 $\mu\text{g/dL}$, com média geral de 41,25 $\mu\text{g/dL}$.

No grupo das fêmeas, a oscilação foi de 6,70 e 146,51 $\mu\text{g/dL}$, e de 7,78 e 116,62 $\mu\text{g/dL}$, nos machos. Houve diferença significativa quando os valores mínimos e máximos foram comparados.

Nas fêmeas, ocorreu um aumento gradativo, mas significativo entre os momentos compreendidos entre nascimento e a segunda semana de vida dos animais, quando o manganês atingiu sua maior média. Na terceira semana, como evidencia a Figura 13, houve queda abrupta da taxa de manganês sérico ($p < 0,05$).

A diminuição do elemento na corrente sanguínea continuou até os trinta dias, quando foi então observada a menor média entre os momentos, mas não havendo significância. No sexagésimo dia, os valores retornaram a aumentar gradativamente de forma não significativa até o final do experimento.

O valor mínimo de manganês sérico nos machos foi verificado aos 30 dias, coincidindo com o que aconteceu com as fêmeas. Porém, a concentração máxima foi registrada aos sete dias, ou seja, uma semana antes do que ocorreu no outro grupo.

Nos machos, também ocorreu um aumento gradativo do elemento no soro nos primeiros três momentos. Contudo, os dois primeiros foram estatisticamente menores que os obtidos aos sete dias. No dia 14, os valores diminuíram discretamente ($p > 0,05$). Como ocorrido com as fêmeas, na terceira semana houve queda acentuada nos níveis de manganês (Figura 13), e a partir do trigésimo dia ocorreu oscilação nas médias, mas de forma não significativa (Tabela 12).

A média geral das concentrações de manganês sérico de fêmeas (41,98 $\mu\text{g/dL}$) e de machos (40,52 $\mu\text{g/dL}$) foi semelhante, não alterando a análise estatística quando os valores foram comparados (Tabela 12).

Aos sete e quatorze dias, as concentrações foram similares àquelas padronizadas por Balarin (2002), em eqüinos PSI adultos. Porém a média geral foi inferior à descrita pela autora e também da registrada por Meyer e Lemmer (1973).

McDowell (1999) relatou que alguns minerais como o cálcio, fósforo e ferro podem interferir na absorção do manganês, em virtude da competição pelos sítios de ligação. Contudo, é possível supor que a taxa de zinco na dieta possa ter interferido na absorção tanto de manganês, quanto de cobre, como sugere o próprio autor.

Outra possibilidade que explicaria os valores séricos de manganês encontrados é que a eliminação deste microelemento varia com a regulação da absorção intestinal. Como sua quantidade corpórea é pequena, a excreção está próxima da ingestão. Assim a administração excessiva deste mineral resultaria tanto na assimilação deficiente como no aumento da excreção, conforme postulado por Jackson (1997).

4.2.6 Crômio

Os valores de crômio sérico de equinos PSI, fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade estão descritos na Tabela 13 e na Figura 14.

Tabela 13 - Médias \pm desvios-padrão das concentrações séricas de crômio ($\mu\text{g/dL}$) de equinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), nos seis primeiros meses de vida, segundo o momento de colheita e o sexo dos animais. Comparação entre sexos para a média de cada momento e a média geral pelo teste t de Student, e de variância seguida pelo teste de Bonferroni entre os momentos ($p < 0,05$). Médias \pm desvios-padrão e variação de dois desvios-padrão ($\pm 2\text{DP}$) para as médias dos momentos e a média geral entre sexos

Momentos	Fêmeas	Machos	Média ($\pm 2\text{DP}$)
ao nascimento	2,99 ^{Aa} \pm 0,23	2,92 ^{Aa} \pm 0,21	2,95 \pm 0,22 (2,75 – 3,19)
12 horas	3,00 ^{Aa} \pm 0,18	2,95 ^{Aa} \pm 0,17	2,97 \pm 0,17 (2,82 – 3,16)
7 dias	3,04 ^{Aa} \pm 0,08	3,08 ^{Aa} \pm 0,10	3,06 \pm 0,09 (3,02 – 3,17)
14 dias	3,14 ^{Aa} \pm 0,07	3,15 ^{Aa} \pm 0,09	3,14 \pm 0,08 (3,08 – 3,24)
21 dias	4,45 ^{Ba} \pm 0,89	4,81 ^{Ba} \pm 0,81	4,63 \pm 0,85 (3,80 – 5,50)
30 dias	4,65 ^{Ba} \pm 0,71	5,06 ^{Ba} \pm 0,90	4,85 \pm 0,80 (4,07 – 5,67)
60 dias	4,94 ^{Ba} \pm 0,67	5,11 ^{Ba} \pm 0,59	5,02 \pm 0,63 (4,41 – 5,67)
90 dias	5,63 ^{CDa} \pm 1,08	5,34 ^{CBa} \pm 0,67	5,48 \pm 0,87 (4,63 – 6,37)
120 dias	5,11 ^{Ba} \pm 1,38	5,12 ^{Ba} \pm 1,15	5,11 \pm 1,26 (4,37 – 8,37)
150 dias	4,48 ^{Ba} \pm 0,95	4,46 ^{Da} \pm 1,08	4,47 \pm 1,01 (3,48 – 6,48)
180 dias	4,31 ^{Ba} \pm 0,81	4,39 ^{Da} \pm 1,17	4,35 \pm 0,99 (3,38 – 5,45)
	Fêmeas	Machos	Média ($\pm 2\text{DP}$)
Média Geral	4,16 ^a \pm 0,64 (3,54 – 4,82)	4,22 ^a \pm 0,63 (3,61 – 4,87)	4,19 \pm 0,63 (3,58 – 4,84)

- Médias seguidas de letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre os momentos para determinado sexo.

- Médias seguidas de letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre os sexos em determinado momento e entre as médias gerais de machos e fêmeas.

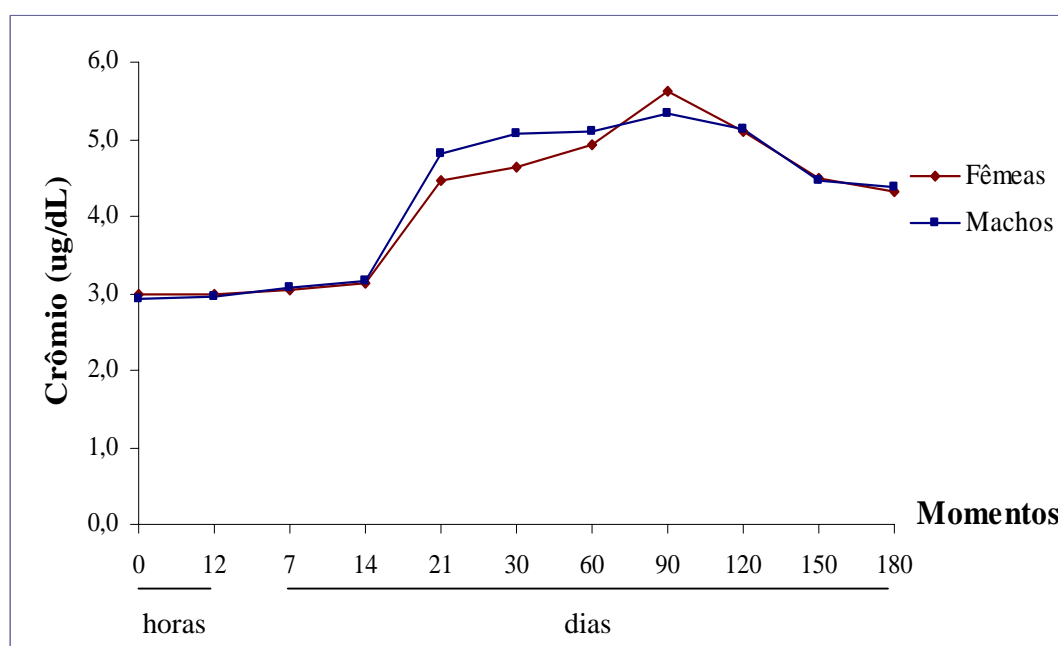


Figura 14 - Concentrações séricas de cromo ($\mu\text{g/dL}$) de equinos Puro Sangue Inglês (PSI), fêmeas e machos, do nascimento aos seis meses de idade.

A média de cromo sérico observada no experimento foi de $4,19 \mu\text{g/dL}$, com variação de $2,95$ a $5,48 \mu\text{g/dL}$.

Os limites médios inferiores e superiores para as concentrações séricas de cromo de fêmeas e machos foram, respectivamente, de $2,99$ e $5,63 \mu\text{g/dL}$ e de $2,92$ e $5,34 \mu\text{g/dL}$. Nos dois grupos experimentais houve diferença significativa entre os valores mínimos e máximos.

Os menores valores em ambos os sexos ocorreram ao nascimento e os mais altos foram obtidos aos três meses de vida, da mesma forma quando apenas a média geral foi considerada.

Tanto fêmeas como machos tiveram resultados semelhantes do nascimento às duas semanas de idade (Figura 14). Como pode ser observado na mesma figura, houve aumento significativo dos níveis séricos do elemento nos animais de ambos os grupos no dia 21. A partir deste momento, houve aumento gradativo até os 90 dias, quando os valores declinaram até os equinos atingirem os seis meses de idade. Entretanto, neste período não foi notada variação estatística (Tabela 13).

Não foi verificada diferença estatística entre os valores médios de fêmeas e machos para os diversos momentos, bem como quando as médias gerais foram confrontadas (Tabela 13).

As médias gerais de crômio sérico foram superiores das encontradas por Balarin (2002), em animais PSI adultos. Comparando-se este valor com o dos animais do presente estudo ao nascimento, os valores foram muito próximos aos dos registrados pela autora, sendo superiores aos 180 dias de idade dos animais.

A curva de variação de crômio obtida neste estudo (Figura 14) chama a atenção para a estabilidade das concentrações nos primeiros 14 dias e o aumento sérico do mineral a partir deste momento.

É difícil estabelecer algum parâmetro de comparação uma vez que as informações na literatura consultada foram muito escassas. Contudo, é possível que alguns minerais como o manganês, ferro, magnésio e cálcio tenham interferido na absorção do crômio, que segundo McDowell (1992) é baixa (inferior a 100 ppb). Pela análise dos resultados obtida neste estudo, a concentração sérica destes minerais foi alta nos primeiros dias e poderia estar associada com a sua eliminação no leite.

Com o objetivo de condensar os resultados obtidos com o presente estudo, são apresentados, na Tabela 14, os valores de referência das concentrações séricas de macro e microelementos dos 30 equinos acompanhados durante o experimento.

Diante da escassez de valores normais de referência de minerais para equinos, especialmente para os jovens, os resultados obtidos neste estudo assumem um grau de elevada importância, ao mostrarem que vários fatores como sexo, raça e, especialmente, a idade, podem influenciar na concentração sérica de macro e microelementos, além de fornecer elementos para a elaboração de dietas adequadas para atender às necessidades nutricionais dos animais em crescimento.

Tabela 14 - Valores de referência de macro e microminerais de equinos Puro Sangue Inglês (PSI), do nascimento aos seis meses de idade

Elemento/ Momento	Macroelementos							Microelementos						
	Ca (mg/dL)	P (mg/dL)	K (mmol/L)	Na (mmol/L)	Cl (mEq/L)	Mg (mg/dL)	Fe (µg/dL)	Zn (µg/dL)	Se (µg/dL)	Cu (µg/dL)	Mn (µg/dL)	Cr (µg/dL)		
Nascimento	12,79	5,09	4,30	146,97	99,24	1,50	517,00	156,37	9,37	31,38	50,07	2,95		
12 horas	11,69	4,69	3,90	140,63	98,72	2,08	380,41	157,67	9,47	38,41	69,17	2,97		
7 dias	11,97	5,80	4,31	133,06	90,98	1,66	75,71	129,41	11,11	38,83	108,40	3,06		
14 dias	9,85	6,89	4,16	132,57	91,14	1,40	63,85	112,70	11,33	50,45	126,44	3,14		
21 dias	9,54	7,11	4,21	134,76	90,33	1,35	92,79	148,88	13,08	57,18	23,89	4,63		
30 dias	9,19	7,04	4,18	136,40	93,14	1,50	182,07	161,01	12,83	45,07	7,24	4,85		
60 dias	9,01	5,86	4,09	133,90	92,15	1,54	173,96	164,13	18,77	49,67	8,94	5,02		
90 dias	9,01	6,33	4,21	134,73	94,43	1,57	258,07	162,04	19,27	45,41	8,81	5,48		
120 dias	9,49	6,09	4,28	137,00	95,94	1,58	278,82	172,19	21,92	36,02	13,52	5,11		
150 dias	9,26	6,27	4,18	135,70	96,37	1,50	279,25	212,27	21,75	34,57	18,05	4,47		
180 dias	8,76	6,05	4,44	140,56	99,48	1,47	230,15	219,72	21,33	40,25	19,14	4,35		

5. CONCLUSÕES

O estudo das concentrações séricas de referência de macro e microminerais em eqüinos PSI, do nascimento aos seis meses de idade, permitiu as seguintes conclusões:

- Ocorreu influência etária nas concentrações de minerais no soro, especialmente nas primeiras 12 horas de vida.

- Não houve influência do sexo para os diferentes momentos.

- As determinações dos valores de referência de macro e microminerais estabelecidas no presente estudo mostraram a importância da padronização destas variáveis, em virtude das significativas mudanças no decorrer da idade dos potros, e podem ser utilizadas como de referência na região Noroeste do Estado de São Paulo, contribuindo como um recurso auxiliar no diagnóstico de deficiências nutricionais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS¹

AITKEN, M.; ALLEN, M. Minerals and electrolytes: part 2. **In Practice**, London, May, p.148-51, 1994.

AMMERMAN, C.B.; GOODRICH, R.D. Advances in mineral nutrition in ruminants. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v. 57, p.519-33, 1983.

ANDREWS, G.A.; SMITH, J. Iron metabolism. In: FELDMAN, B.F.; ZINKL, J.G.; JAIN, N.C. **Schalm's Veterinary Hematology**. 5. ed., Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. p.129-34.

ARMBRECHT, H.T.; WASSERMAN, R.H. Enhancement of Ca⁺⁺ uptake by lactose in the rat small intestine. **J. Nutr.**, Philadelphia, v. 106, p.1265-71, 1976.

ARNAUD, C.D.; SANCHEZ, S.D. **Nutrition Reviews**: present knowledge in nutrition. 6. ed. Washington: Brown, 1990. 212p.

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 em Clínica Veterinária)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2002.

BAUER, J.E. Normal blood chemistry. In: KOTERBA, A. M.; DRUMOND, W. H.; KOSCH, P.C. **Equine Clinical Neonatology**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1990. p.602-14.

CARLSON, G.P. Fluid, electrolyte and acid-base balance. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5. ed., London: Academic Press, p. 485-513, 1997.

¹ UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Coordenadoria Geral de bibliotecas. Grupo de Trabalho Normalização Documentária da Unesp. **Normalização documentária para a produção científica da Unesp: normas para apresentação de referências segundo a NBR 6023:2002 da ABNT**. São Paulo. Disponível em< <http://www.biblioteca.unesp.br/pages/normalização.pdf>. Acesso em 13 de julho de 2004.

CHURCH, D.C.; POND, W.G. **Basic Animal Nutrition and Feeding**. Oregon: Corvallis. 1974.107p.

COLLINGS, W.D.; SPAGENBERG, R.B. **Sodium in Medicine and Health**. Baltimore: Reese Press. 1980. 153p.

COOPER, S.R.; KLINE, K.H.; FOREMAN, J.H.; BRADY, H.A.; SHIPLEY, C.F.; FREY, L.P.; SENNELLE, K.A. Effects of dietary cation-anion balance on blood pH, acid-base parameters, serum and urine mineral levels, and parathyroidhormone (PTH) in weanling horses. **Equine Nutr. Physiol. Soc.**, London, v.15, p.417-20, 1995.

CORLEY, K.T.T.; MARR, C.M. Pathophysiology, assessment and treatment of acid-base disturbances in the horse. **Equine Vet. Educ.**, Suffolk, v.10, p.255-65, 1998.

CRISMAN, M.V.; CARMEL, D.K.; LESSARD, P.; LEY, W.B. A survey of whole blood selenium concentration of horses in Virginia and Maryland. **J. Equine Vet. Sci.**, Wildomar, v.14, p.256-61, 1994.

CUNHA, T.J. Mineral requirements. In: ____ **Horse Feeding and Nutrition**. California: Mosby, p.84-164, 1991.

CUNNINGHAM-RUNDLES, S. Effects of nutritional status on immunological function. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v.35, p.1202-10, 1982.

CYMBALUK, F.M.; CHRISTENSEN, D.A. Copper, zinc and manganese concentration in equine liver, kidney and plasma. **Can. Vet. J.**, Ottawa, v. 27, p. 206-10, 1986.

CYMBALUK, N.F.; BRISTOL, F. M.; CHRISTENSEN, D.A. Influence of age and breed of equine on plasma copper and zinc concentration. **Am. J. Vet. Res.**, Schaumburg, v. 47, p. 192-5, 1986.

DAVIDSON, L.; LÖNNERDAL, B.; SANDSTRÖM, B.; KUNZ, D.; KEEN, C.L. Identification of transferrin as the major plasma carrier protein for manganese introduced orally or intravenously or after in vitro addition in the rat. **J. Nutr.**, Philadelphia, v. 119, p.1461-4, 1989.

DAVIS, C.D.; NEY, D.M.; GREGER, J.L. Manganese, iron and lipid interactions in rats. **J. Nutr.**, Philadelphia, v. 120, p. 507-13, 1990.

DUNCAN, J.R.; PRASSE, K.W.; MAHAFFEY, E. A. **Veterinary Laboratory Medicine – Clinical Pathology**. 3. ed. Iowa: State University Press, 1994, 300p.

EL SHORAF, W.M.; FEASTER, J.P.; OTT, E.A.; ASQUITH, R.L. Effect of vitamin D and sunlight on growth and bone development of young ponies. **J. Am. Sci.**, Champaign, v. 48, p. 882-6, 1979.

FINCO, D.R. Kidney function. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5. ed., London: Academic Press, p. 441-80, 1997.

FISHER, G.L. Function and homeostasis of copper and zinc in mammals. **Sci. Total. Env.**, Amsterdam, v. 4, p. 373-421, 1975.

FRAPE, D. Función de los elementos minerales mayoritarios y los elementos traza. In:___: **Nutrición y alimentación del caballo**. Zaragoza: Acribia, 1992. p. 37-52.

GOODRICH, R.D.; PLEGGE, S.D.; GARRET, J.E.; ILHAM, A. National Feed Ingredients Association (NIFA). In:___ **Calcium and phosphorus in animal nutrition**, Iowa: West des Moines, 1985. p. 1-10.

GRIM, E. **Sodium in Medicine and Health**. Baltimore: Reese Press, 1980, 310p.

GROMADZKA-OSTROWSKA, J.; ZALEWSKA, B.; JAKUBOW, K.; GOZLENSKI, H. Three-year study on trace mineral concentration in the blood plasma of Shetland pony mares. **Comp. Biochem. Physiol.**, Oxford, v. 82, p. 651-60, 1985.

GROPPEL, B.; ANKE, M. Manganese deficiency in ruminants. **Arch. Exp. Veterinaermed.**, Leipzig, v.25, p.779-85, 1971.

GUPTA, A.K., VARSHNEY, J.P., UPPAL, P.K. Comparative studies on biochemical indices in different breeds of equines. **Indian Vet. J.**, Madras, v. 3, p. 26-30, 1994.

GÜRTLER, H.; KETZ, H.A.; KOLB, E.; SCHRÖDER, L.; SEIDEL, H. **Fisiologia Veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987. 612p.

GUYTON, A.C. **Tratado de Fisiologia Médica**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992, 864p.

HAGSTEN, I.B.; PERRY, T.W. Evaluation of dietary salt levels for swine II. Effect on gain, water, consumption and efficiency on feed conversion. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v. 42, p. 1187-90, 1976.

HAMBIDGE, K.M.; CASEY, C.E.; KREBS, N.F. **Trace Elements in Human and Animal Nutrition**. New York: Academic Press, 1986, 446p.

HARDWICK, L.L.; JONES, M.R.; BRAUTBAR, N.; LEE, D.B.N. Magnesium absorption: mechanism and the influence of vitamin D, calcium and phosphate. **J. Nutr.**, Philadelphia, v.121, p.13-23, 1991.

HARPER, F.; ANDREWS, F. Hot weather horse management. **The Equine Athlete**, Suffolk, v. 9, p. 24-7, 1996.

HARRINGTON, D.D. Influence of magnesium deficiency on horse foal tissue concentration of magnesium, calcium and phosphorus. **Br. J. Nutr.**, London, v. 34, p. 45-57, 1974.

HARVEY, J.W. Normal hematologic values. In: KOTERBA, A.M.; DRUMOND, W.H.; KOSCH, P.C. **Equine Clinical Neonatology**. Philadelphia : Lea & Febiger, 1990. p. 561-70.

HARVEY, J.W. The erythrocyte: physiology, metabolism, and biochemical disorders. In:___ KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5. ed. San Diego: Academic Press, p. 157-94, 1997.

HAYEK, M.G.; MITCHELL, G.E.; HARMON, R.J.; STAHLY, T.S.; CROMWELL, G.L.; TUCKER, R.E.; BARKER, K.B. Porcine immunoglobulin transfer after parturition treatment with selenium or vitamin E. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v. 67, p. 1299-306, 1989.

HAYS, V.W.; SWENSON, M.J. Minerals. In.:___ SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes: fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 471-87, 1996.

HEMKEN, R.W. Sodium and potassium in animal nutrition. In.: CUNHA, T.J.; HEMKEN, R.W.; CRENSHAW, T.D. **National Feed Ingredients Association**. West des Moines: Iowa. 1983. p. 1-10.

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

HINTZ, H.F.; KALLFELZ, F.A. Some nutritional problems of horses. **Equine Vet. J.**, London, v.13, p.183-6, 1981.

HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. Hematology and biochemistry. In: ___**Principles and Practice of Equine Sports Medicine: The athletic horse**. Philadelphia : W. B. Saunders Company, 1994, p. 63-77.

HORNBUCKLE, W.E.; TENNANT, B. Gastrointestinal function. In: KANEKO, T.T.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5.ed. London:Academic Press, 1997. p. 367-401.

HURLEY, L.S.; KEEN, C.L. **Trace Elements in Human and Animal Nutrition**. New York: Academic Press. 1987. 185p.

IVAN, M.; GRIEVE, C.M.; Effects of zinc, copper, and manganese supplementation of high concentrate ration on digestibility, growth, and tissue content of Holstein calves. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 58, p. 410-5, 1975.

JACKSON, S.G. Trace minerals for the performance horse know biochemical roles and estimates of requirements. **Cont. Educ.**, London, v. 50, p. 668-74, 1997.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5. ed. San Diego : Academic Press, 1997. 932p.

KEEN, C. L.; ZIDENBERG-CHER, S. **Nutrition Reviews: presents knowledge in nutrition**. 6. ed. Washington: Brow. 1990. 279p.

KERBER, C.E. Mineralização de potros em crescimento. 2003. Disponível em <[Http://www.bichoonline.com.br/artigos/XcK0004.htm](http://www.bichoonline.com.br/artigos/XcK0004.htm)>. Acesso em: 10 nov. 2004.

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

LAPOSY, C.B. **Valores hematológicos e bioquímicos de eqüinos da raça Puro sangue Inglês (PSI) do nascimento aos seis meses de idade**. 2001.94f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2001.

LEE, J.; McALLISTER, E.S.; SCHALZ, R.W. Assesment of selenium status in mares and foals under practical management conditions. **J. Equine Vet. Sci.**, Wildomar, v. 15, p. 240-5, 1995.

LEWIS, L.D. Minerals for horses. In.:___ **Equine clinical nutrition: feeding and care**. Philadelphia: Saunders Company, 1995, p. 25-60.

LEWIS, L.D. Nutrientes. In.: ___ **Alimentação e cuidados do cavalo**. São Paulo: Roca, 1985a, p.1-33.

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

LOPES, J.B.; FURTADO, C.E.; VITTI, D.M.S.S.; ABDALLA, A.L.; TOSE, H.; HADDAD, M.L. Metabolismo do fósforo em eqüinos 1. Avaliação dietética de diferentes fontes de fósforo. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 32, p.1339-47, 2003a.

LOPES, J.B.; FURTADO, C.E.; VITTI, D.M.S.S.; ABDALLA, A.L.; TOSE, H.; HADDAD, M.L. Metabolismo do fósforo em eqüinos 2. Efeitos de diferentes níveis de fósforo dietético. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 32, p.1348-53, 2003b.

LUMSDEN, J.H.; ROWE, R.; MULLEN, K. Hematology and biochemistry reference values for the light horse. **Can. J. Comp. Med.**, Ottawa, v. 44, p. 32-42, 1980.

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

MASERO, E.J.; SIEGEL. P.D. **Acid-base regulation: its physiology and pathophysiology**. Philadelphia: W.B.Saunders. 1971.234p.

McDOWELL, L.R. **Minerals in Animal and Human Nutrition**. London: Academic Press, 1992, 524p.

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

MERTZ, W. Chromium as a dietary essential for man. **Trace Element Metabolism in Animals -2**. Baltimore: University Park Press, p.185, 1974a.

MERTZ, W. The newer essential trace elements, chromium, nickel, vanadium and silicom. **Proc. Nutr. Soc.**, London, v. 33, p. 307-13, 1974b.

MERTZ, W. The essential trace elements. **Science**, Washington, v. 213, p.1332-8, 1981.

MEYER, H. **Alimentação de cavalos**. São Paulo: Varela, 1985, 303p.

MEYER, H.; LEMMER, U. Minerals and trace elements in horse serum or plasma. **Dtsch. Tierarztl. Wochenschr.**, Hannover, v. 80, p.190-3, 1973.

MEYER, J.D., HARVEY, J.W. **Veterinary Laboratory Medicine**. Philadelphia: Saunders Company. 2. ed. 2000, 373p.

MILLER, J.K.; RAMSEY, N.; MADSEN, F.C. Elementos vestigiales. In.:___ **El ruminante: fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acribia, p. 391-457. 1993.

MILLER, W.J. Zinc nutrition of cattle: a review. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 53, p. 1123-35, 1970.

MILLER, W.J. **National Feed Ingredient Association**. Iowa: West des Moines. 1985.307p.

MILLS, P.C.; SMITH, N.C.; CASAS, I.; HARRIS, P.; HARRIS, R.C.; MARLIN, D.J. Effects of exercise intensity and environmental stress on indices of oxidative stress and iron homeostasis during exercise in the horse. **Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.**, Berlim, v. 74, p. 60-6, 1996.

N.R.C. **Mineral tolerance of domestic animal**. Washington: National Academic of Sciences. 4. ed.1980, 201p.

N.R.C. Nutrient requirements, deficiencies and excesses. In.:___ **Nutrients requirements of horses**. 5. ed., Washington: National Academic Press, 1989, p. 2-31.

O'DELL, B.L. **Nutrition reviews: presents knowledge in nutrition**. 5. ed. Washington: Brow. 1984. 506p.

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

PARIZEK, J.; OSTADALOVA, J.; KALOUSKOVA, J.; BABICKY, A.; BENES, J. **Newer Trace Elements in Nutrition**. New York: Marcel Dekker. 1971. 85p.

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.

POPE, A.L. A review of recent mineral research with sheep. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v. 33, p.1332-43, 1971.

PRASAD, A.S. Clinical, biochemical, and pharmacological role of zinc. **Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol.**, Palo Alto, v. 20, p. 128-36, 1979.

PROHASKA, J.R.; DOWNING, S.W.; LUKASEWYCZ, O.A. Chronic dietary copper deficiency alters biochemical and morphological properties of mouse lymphoid tissues. **J. Nutr.**, Philadelphia, v.113, p.1583-90, 1983.

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

RADOSTITS, O.M.; GAY, C.C.; BLODD, D.C.; HINCHCLIFF, K.N. **Clínica Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 9. ed. 2000. 1737p.

RASMUSSEN, J. The calcium messenger system 1. **N. Engl. J. Med.**, Boston, v.14, p.1094-101, 1986.

RESENDE, A. Nutrição. 2003. Disponível em <[Http://pc2.powerline.com.br/jalencar/alehnut.htm](http://pc2.powerline.com.br/jalencar/alehnut.htm)>. Acesso em: 10 nov. 2004.

REZENDE, A.S.C.; SAMPAIO, I.B.M.; LEGORRETA, G.L.; MOREIRA, D.C.A. Efeito de dois diferentes programas nutricionais sobre o desenvolvimento corporal de potros mangalarga marchador. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 29, p. 495-501, 2000.

ROSE, R.J., HODGSON, D.R. Haematological and plasma biochemical parameters in endurance horses during training. **Equine Vet. J.**, Suffolk, v.14, p. 144-8, 1982.

ROSOL, T.J.; CAPEN, C.C. Calcium-regulating hormones and disease of abnormal mineral (calcium, phosphorus, magnesium) metabolism. In.: ____ KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5. ed. London: Academic Press, 1997. p. 619-87.

ROTRUCK, J.T.; POPE, A.L.; GANTHER, H.E.; SWANSON, A.B.; HAFEMAN, D.G.; HOCKSTRA, W.G. Selenium biochemical role as a component of glutathione peroxidase. **Science**, Washington, v. 179, p. 588-90, 1973.

SCHWARZ, K. Proceedings: recent dietary trace element research exemplified by tin, fluorone, and silicom. **Fed. Proc. Fed. Am. Soc. Exp. Biol.**, Betesda, v. 33, p.1748-55, 1974.

SELL, J.L. NIFA Literature review on magnesium in animal nutrition. In.: ____ **National Feed Ingredients Association**. Iowa: West Moines, 1980, 56p.

SINDIRAÇÕES. Suplementação nutricional para eqüinos. **Rev. Alimentação Animal**, São Paulo, n. 40, 2000. Disponível em <[Http://www.bichoonline.com.br/artigos/aa0030.htm](http://www.bichoonline.com.br/artigos/aa0030.htm)>. Acesso em: 20 jul. 2004.

SMITH, J.E. Iron metabolism and its disorders. In.: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5. ed. London: Academic Press, 1997.p. 223-37.

STOWE, H.D. Effects of potassium in a purified equine diet. **J. Nutr.**, Philadelphia, v.10, p. 629-33, 1971.

THOMAS, J.W. Metabolism of iron and manganese. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 53, p. 1107-23, 1970.

THOMPSON, D.J.; WERNER, J.C. Cálcio, fósforo e fluor na nutrição animal. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS, 1. 1976, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: Universidade Federal de Minas Gerais, Viçosa, 1976. p. 85-98.

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.

UNDERWOOD, E.J. The mineral nutrition of livestock. In.:___ **Commonwealth Agricultural Bureaux**, London: Academic Press, 1981. p.407-29.

VALLES, B.L.; GALDES, A. The metallo biochemistry of zinc enzymes.**Adv. Enzymol.**, Amsterdam, v. 56, p. 284, 1984.

WATSON, W.S.; LYON, T.D.; HILDITCH, T.E. Red cell magnesium as a function of cell age. **Metab. Clin. Exp.**, Baltimore, v. 29, p. 397-9, 1980.

WORWOOD, M. Ferritin. **Blood Rev.**, Washington, v. 4, p. 259-69, 1990.

ANEXO A – Valores individuais de cálcio sérico (mg/dL) de eqüinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), do nascimento aos seis meses de idade, segundo o momento de colheita e o sexo.

Fêmeas											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	13,80	13,40	11,20	12,00	10,30	11,90	11,00	9,90	11,80	12,00	10,90
2	13,30	13,50	12,30	9,90	8,30	9,60	9,50	8,50	9,10	9,40	9,00
3	11,70	11,00	11,80	9,50	8,30	8,80	8,80	8,00	8,20	9,40	8,30
4	13,10	11,70	11,70	9,30	9,60	9,00	8,40	8,40	10,70	9,20	9,10
5	12,80	12,00	12,30	10,10	9,60	8,80	8,00	7,20	8,80	9,70	8,50
6	13,30	12,00	13,20	10,70	9,90	9,10	8,20	9,50	8,90	8,60	9,10
7	11,70	12,00	12,10	9,70	10,50	9,40	9,50	10,80	9,00	10,10	8,80
8	13,30	11,60	12,30	8,40	9,40	9,70	9,30	10,00	9,50	9,90	8,70
9	13,60	11,80	12,00	9,70	10,10	8,20	10,10	10,30	9,60	9,00	9,40
10	13,20	12,00	11,60	7,50	9,50	10,00	9,00	9,00	9,50	8,60	9,10
11	13,40	10,80	12,50	9,80	9,20	9,40	9,10	9,20	10,20	9,60	8,80
12	13,10	11,30	12,60	10,70	11,20	8,40	9,40	9,30	9,60	9,80	8,20
13	11,90	13,20	10,00	10,20	9,50	9,10	8,60	9,40	10,10	9,20	8,40
14	12,40	12,00	11,80	10,20	9,90	9,80	9,00	8,80	8,10	8,90	8,60
15	12,50	12,00	12,10	8,80	6,90	7,50	9,50	10,00	10,10	10,20	10,00

Machos											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	12,70	13,40	13,10	10,00	8,80	9,70	8,70	8,60	8,90	7,60	7,60
2	12,40	11,30	11,20	9,50	8,60	9,90	7,80	8,50	9,10	8,80	8,50
3	12,90	11,80	11,70	10,70	10,30	9,90	8,10	6,70	9,70	9,80	9,30
4	13,80	11,00	13,40	10,10	10,50	10,30	9,30	9,60	10,30	9,60	8,70
5	12,80	11,20	12,50	10,00	10,90	9,80	10,20	8,60	9,80	9,30	8,90
6	12,70	11,30	13,00	10,70	8,60	9,30	9,50	9,10	9,40	9,40	8,40
7	12,10	10,30	12,80	10,00	9,20	9,60	8,70	8,90	10,20	8,50	8,40
8	12,60	11,40	12,40	10,00	9,70	8,50	9,30	9,10	10,80	9,60	9,00
9	12,60	10,80	10,20	8,80	10,00	9,00	9,50	9,20	9,30	8,70	8,40
10	12,80	12,00	11,00	10,30	10,30	9,40	9,40	9,40	8,50	9,40	8,20
11	13,20	12,00	11,80	8,90	10,00	8,80	8,70	9,40	9,50	8,10	8,90
12	12,00	10,00	11,30	8,90	9,10	9,10	8,80	8,50	9,80	9,20	9,70
13	11,90	11,60	11,20	9,50	9,40	8,40	8,40	8,20	10,80	10,30	10,20
14	12,60	10,60	11,80	10,80	9,30	9,00	8,90	8,60	9,40	8,70	8,80
15	13,40	12,30	13,40	9,70	10,00	8,00	8,50	9,00	9,00	9,10	9,10

ANEXO B – Valores individuais de fósforo sérico (mg/dL) de equínos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), do nascimento aos seis meses de idade, segundo o momento de colheita e o sexo.

Fêmeas											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	5,00	3,80	4,40	6,90	5,80	6,40	6,20	5,30	5,70	6,50	5,10
2	6,60	3,80	6,50	7,10	7,40	8,70	6,20	6,40	6,00	6,70	6,70
3	6,20	4,50	6,10	6,70	7,00	7,20	6,10	6,60	6,70	6,30	6,30
4	5,90	4,50	5,40	6,80	7,30	5,80	4,40	6,40	6,00	6,40	5,80
5	4,50	4,20	6,70	6,90	7,30	6,00	6,00	6,10	6,20	6,00	5,20
6	4,10	5,70	6,00	5,80	6,60	7,00	6,20	7,10	6,60	6,30	6,00
7	3,80	5,00	4,90	6,20	6,10	6,00	5,80	6,90	6,00	6,30	6,20
8	6,00	4,60	5,60	6,80	7,30	8,00	6,20	6,50	6,00	5,80	6,20
9	5,20	5,30	5,70	6,80	6,50	7,70	5,80	6,60	6,00	7,00	6,20
10	5,40	3,00	5,80	7,60	6,40	6,40	5,80	6,70	6,70	7,10	6,10
11	6,20	5,40	6,00	7,40	7,70	6,90	6,30	6,30	6,40	6,10	6,00
12	4,80	5,00	5,20	7,20	6,60	7,70	5,70	5,10	5,40	5,20	5,80
13	4,80	5,20	6,20	7,60	7,30	6,80	5,60	6,90	6,10	6,00	6,00
14	4,00	4,80	5,70	6,70	7,40	6,40	6,10	5,70	5,30	5,60	5,80
15	4,50	6,10	7,20	7,30	8,10	6,50	6,00	6,10	6,20	6,50	6,10

Machos											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	6,10	4,70	4,20	7,40	6,90	7,40	6,70	6,40	6,70	6,60	6,00
2	5,90	5,40	6,00	6,80	7,50	7,70	6,00	6,60	6,20	6,00	6,80
3	5,50	3,60	6,40	6,10	7,80	7,20	5,10	6,30	5,80	5,80	6,10
4	6,00	4,50	4,60	6,70	7,40	8,00	6,10	5,80	5,50	5,40	6,00
5	4,60	4,70	6,00	6,80	7,30	7,70	5,50	6,10	5,40	6,90	5,30
6	4,90	3,00	4,60	4,9	6,80	6,30	6,10	6,50	6,10	7,30	6,70
7	5,80	5,20	6,00	7,20	7,40	7,00	6,00	6,70	6,10	6,30	6,50
8	5,60	6,00	4,50	7,00	8,10	7,30	6,00	6,80	6,00	6,40	5,40
9	3,50	3,60	5,60	7,20	6,80	6,00	5,30	6,90	6,20	6,10	6,10
10	5,10	4,90	5,10	6,40	6,40	6,00	5,90	6,30	6,60	7,40	6,20
11	4,00	5,50	6,80	7,70	7,50	6,60	5,40	5,40	5,90	6,40	6,80
12	3,50	4,50	5,70	7,50	6,50	7,70	5,20	6,70	6,50	6,20	6,40
13	4,90	4,20	6,80	6,80	6,80	7,60	5,20	6,30	5,70	5,70	5,80
14	5,30	5,20	6,80	7,40	8,10	7,60	6,90	6,60	6,20	6,10	6,10
15	5,20	4,80	7,50	7,00	7,30	7,60	6,10	5,80	6,40	5,80	5,90

ANEXO C – Valores individuais de potássio sérico (mmol/L) de equinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), do nascimento aos seis meses de idade, segundo o momento de colheita e o sexo.

Fêmeas											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	5,00	4,00	4,20	4,30	4,10	4,00	4,10	4,30	4,60	4,30	4,50
2	4,90	5,30	3,50	4,40	4,50	4,30	4,50	4,10	4,20	4,40	4,30
3	4,10	3,50	4,50	4,20	4,20	4,10	4,20	4,30	4,80	4,30	4,60
4	3,90	3,30	3,90	4,40	4,40	4,30	3,80	4,50	4,10	3,90	4,50
5	4,30	3,80	4,10	3,80	4,00	3,50	3,80	3,70	5,30	4,30	4,40
6	4,40	3,30	4,60	4,70	4,20	5,40	4,80	4,00	3,90	4,40	5,00
7	4,70	3,80	4,10	4,40	4,00	4,30	4,20	4,30	3,70	4,20	5,00
8	4,50	4,10	4,90	4,40	4,30	4,60	4,30	4,60	4,70	4,30	4,70
9	5,10	4,10	4,20	4,50	4,00	4,60	4,60	4,20	4,40	4,50	4,20
10	4,30	3,40	4,30	3,40	3,50	3,40	4,10	4,30	4,10	4,40	4,00
11	4,30	4,10	4,20	4,20	4,30	4,40	3,80	4,10	4,60	4,20	4,20
12	4,40	3,80	4,80	4,40	4,60	4,40	4,00	4,00	4,10	4,20	4,40
13	4,00	4,00	4,20	3,10	4,00	4,20	4,00	4,40	5,00	3,20	4,90
14	3,50	3,50	4,00	3,90	3,50	3,70	4,40	5,00	3,50	3,90	4,50
15	4,00	3,70	4,50	4,80	4,40	4,40	4,90	4,70	4,10	4,50	4,20

Machos											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	4,10	3,90	4,20	4,00	5,00	4,60	4,30	4,50	4,50	4,30	4,30
2	3,30	3,20	4,20	4,20	3,70	3,50	4,10	4,10	4,40	4,00	4,60
3	4,70	4,10	3,80	3,80	4,40	3,60	3,10	3,60	4,40	4,20	4,50
4	5,70	4,60	4,90	4,50	4,50	4,80	3,80	4,00	3,80	4,90	3,30
5	4,60	4,50	4,40	4,30	4,20	4,20	4,50	4,40	3,90	3,90	4,10
6	3,80	3,70	4,40	4,10	5,00	4,10	4,70	4,60	4,20	4,40	4,30
7	4,10	3,40	4,00	3,70	3,40	3,40	4,00	3,90	4,20	4,00	4,10
8	4,40	4,40	4,20	4,30	4,30	4,40	3,10	4,50	3,90	4,40	4,90
9	6,00	4,80	3,90	4,20	4,40	4,70	4,70	4,10	3,60	3,90	4,30
10	3,60	3,60	5,30	4,40	4,00	4,20	3,90	3,8	4,50	3,4	4,00
11	3,50	3,80	4,70	4,30	4,20	4,10	3,80	4,40	4,70	3,20	5,10
12	4,40	3,90	4,30	3,30	3,70	4,60	4,00	4,10	4,00	3,90	4,60
13	4,00	4,00	4,20	3,90	4,10	3,80	3,50	4,30	4,20	4,40	4,20
14	3,90	3,90	4,40	4,70	5,00	4,80	4,20	4,30	4,60	5,30	5,00
15	3,70	3,50	4,30	4,20	4,50	3,00	3,70	3,30	4,40	4,30	4,60

ANEXO D – Valores individuais de sódio sérico (mmol/L) de equinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), do nascimento aos seis meses de idade, segundo o momento de colheita e o sexo.

Fêmeas											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	140,0	137,0	133,0	133,0	135,0	133,0	131,0	133,0	139,0	133,0	133,0
2	155,0	148,0	124,0	133,0	133,0	130,0	139,0	134,0	134,0	141,0	135,0
3	137,0	139,0	133,0	133,0	141,0	132,0	131,0	133,0	143,0	131,0	134,0
4	164,0	146,0	129,0	136,0	145,0	149,0	134,0	138,0	134,0	134,0	143,0
5	139,0	145,0	133,0	134,0	134,0	134,0	137,0	134,0	155,0	135,0	141,0
6	138,0	131,0	138,0	139,0	134,0	160,0	133,0	134,0	133,0	141,0	161,0
7	172,0	136,0	134,0	136,0	130,0	135,0	131,0	135,0	130,0	134,0	149,0
8	139,0	136,0	142,0	138,0	131,0	150,0	135,0	132,0	142,0	133,0	147,0
9	141,0	144,0	122,0	142,0	135,0	151,0	141,0	131,0	137,0	146,0	145,0
10	134,0	132,0	133,0	123,0	131,0	147,0	138,0	136,0	131,0	135,0	144,0
11	159,0	154,0	134,0	133,0	133,0	135,0	130,0	133,0	156,0	134,0	130,0
12	142,0	136,0	139,0	132,0	133,0	129,0	127,0	137,0	131,0	131,0	134,0
13	149,0	137,0	131,0	133,0	132,0	135,0	134,0	134,0	143,0	134,0	138,0
14	144,0	141,0	137,0	132,0	134,0	132,0	134,0	139,0	130,0	133,0	135,0
15	141,0	135,0	133,0	128,0	131,0	131,0	133,0	132,0	136,0	133,0	131,0

Machos											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	141,0	142,0	126,0	134,0	134,0	135,0	134,0	141,0	136,0	133,0	139,0
2	138,0	136,0	133,0	132,0	132,0	126,0	135,0	136,0	135,0	135,0	134,0
3	135,0	133,0	135,0	133,0	148,0	129,0	127,0	133,0	126,0	134,0	149,0
4	152,0	144,0	136,0	134,0	132,0	147,0	132,0	134,0	132,0	147,0	141,0
5	132,0	139,0	132,0	134,0	135,0	131,0	138,0	134,0	133,0	133,0	146,0
6	144,0	153,0	129,0	134,0	157,0	132,0	151,0	133,0	140,0	131,0	156,0
7	152,0	146,0	139,0	129,0	132,0	132,0	130,0	135,0	141,0	130,0	137,0
8	155,0	150,0	134,0	132,0	132,0	131,0	130,0	133,0	137,0	138,0	152,0
9	154,0	159,0	134,0	139,0	131,0	135,0	141,0	137,0	134,0	134,0	133,0
10	132,0	135,0	135,0	133,0	130,0	137,0	132,0	133,0	141,0	137,0	135,0
11	135,0	134,0	137,0	132,0	135,0	127,0	132,0	139,0	130,0	130,0	135,0
12	134,0	133,0	132,0	111,0	134,0	157,0	132,0	139,0	133,0	134,0	137,0
13	137,0	126,0	132,0	122,0	132,0	128,0	128,0	134,0	136,0	136,0	136,0
14	152,0	146,0	130,0	139,0	132,0	133,0	131,0	134,0	145,0	157,0	151,0
15	132,0	146,0	133,0	134,0	135,0	129,0	136,0	132,0	137,0	134,0	136,0

ANEXO E – Valores individuais de cloreto sérico (mEq/L) de equinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), do nascimento aos seis meses de idade, segundo o momento de colheita e o sexo.

Fêmeas											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	105,30	110,20	60,00	87,60	93,60	88,90	92,70	90,00	90,50	97,00	93,40
2	104,40	103,40	84,00	91,70	95,70	94,80	94,30	93,10	91,90	104,40	98,90
3	101,40	96,90	91,80	91,10	95,50	94,90	93,60	101,00	94,10	90,70	103,90
4	97,30	98,90	99,90	85,50	93,60	96,20	102,00	97,90	97,90	93,40	104,40
5	97,30	95,60	95,10	93,20	98,10	92,20	89,20	85,90	104,20	101,00	105,60
6	94,20	96,50	84,20	91,50	90,60	93,40	94,50	96,70	97,40	92,40	95,80
7	96,30	96,70	89,90	92,80	77,00	95,70	92,50	96,90	91,00	95,10	103,20
8	101,20	100,30	88,70	91,90	79,40	95,70	91,10	97,40	92,90	96,30	100,30
9	102,00	103,40	95,50	100,80	97,60	91,20	94,10	90,30	97,90	92,70	99,80
10	98,10	90,60	88,50	78,70	89,60	85,80	94,50	90,30	107,30	95,50	97,90
11	87,70	94,60	89,50	82,60	94,10	92,70	85,20	94,60	102,70	103,90	98,20
12	97,70	105,60	83,00	91,70	87,30	91,30	90,10	87,60	91,70	99,60	95,50
13	95,70	97,30	94,80	93,80	86,60	90,80	61,60	100,10	94,40	99,40	101,30
14	99,10	92,60	92,20	99,20	101,50	93,70	96,20	90,50	94,40	99,80	98,90
15	101,20	102,40	94,40	86,60	89,90	86,20	95,00	94,80	94,40	92,50	93,50
Machos											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	101,60	103,80	99,40	83,40	96,60	97,60	99,70	100,80	91,70	88,40	98,70
2	98,30	99,50	88,20	88,40	104,80	91,40	97,60	108,70	104,90	94,00	95,10
3	95,40	96,70	92,00	97,80	95,00	93,50	93,20	93,40	98,40	97,70	97,70
4	91,80	83,60	91,10	88,70	94,10	91,20	98,20	91,70	89,80	99,10	97,70
5	101,40	99,30	102,80	90,10	91,70	92,30	91,70	85,70	98,70	105,60	93,10
6	102,20	97,70	81,40	95,50	86,60	91,70	93,60	91,20	97,40	91,70	103,70
7	105,70	96,70	100,90	88,90	94,80	93,00	98,10	96,30	96,30	101,50	99,80
8	96,90	96,70	92,40	96,40	90,10	93,40	90,10	93,40	93,40	90,30	99,80
9	97,70	95,30	94,40	86,20	95,50	94,20	92,00	94,80	89,60	98,40	100,60
10	114,80	113,40	94,30	98,70	87,80	93,80	91,00	115,20	97,20	95,80	101,80
11	96,40	98,10	89,50	91,10	100,60	96,80	91,30	92,40	94,40	91,70	102,20
12	103,40	95,30	90,20	93,60	52,70	96,60	93,60	95,30	103,90	91,70	92,80
13	94,80	113,20	90,20	88,30	79,80	95,10	92,40	92,40	96,50	92,40	95,40
14	97,70	94,80	91,80	94,30	87,80	93,20	92,90	86,20	89,30	87,40	85,40
15	100,20	92,60	99,30	94,30	81,90	90,60	86,80	88,40	94,10	107,00	99,60

ANEXO F – Valores individuais de magnésio sérico (mg/dL) de equínos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), do nascimento aos seis meses de idade, segundo o momento de colheita e o sexo.

Fêmeas											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	2,90	1,66	1,44	1,50	1,31	1,32	1,34	1,54	1,34	1,50	1,16
2	1,16	1,98	1,51	1,60	1,51	1,46	1,73	1,26	1,77	1,59	1,51
3	1,15	1,97	2,10	1,28	1,44	1,40	1,63	1,65	1,58	1,44	1,34
4	1,80	1,48	1,37	1,15	1,41	1,28	1,54	1,66	1,69	1,51	1,16
5	1,74	1,77	1,68	1,51	1,46	1,40	1,69	1,41	1,45	1,29	1,33
6	1,22	1,65	1,55	1,37	1,33	1,32	1,44	1,61	1,22	1,30	1,48
7	1,00	1,80	1,59	1,33	1,40	2,15	1,49	1,47	1,58	1,92	1,58
8	1,27	2,41	1,96	1,50	1,01	1,52	1,40	1,65	1,57	1,34	1,41
9	1,14	1,75	1,54	1,36	1,17	1,73	1,47	1,38	1,68	1,75	1,54
10	1,22	2,01	1,87	1,46	1,96	1,47	1,58	1,90	1,73	1,82	1,55
11	1,66	1,81	1,51	1,22	1,31	1,57	1,85	1,50	1,62	1,41	1,41
12	1,92	2,59	1,84	1,56	1,38	1,80	1,58	1,40	1,65	1,49	1,42
13	1,31	1,27	1,39	1,52	1,32	1,57	1,34	1,75	1,66	1,54	1,41
14	2,74	3,42	1,59	1,40	1,43	1,33	1,25	1,33	1,27	1,33	1,55
15	1,60	1,86	1,88	1,31	1,31	1,30	1,26	1,44	1,46	1,47	1,48

Machos											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	1,80	2,41	2,00	1,28	1,34	1,74	1,60	1,74	1,56	1,65	1,35
2	1,02	2,98	1,58	1,43	1,56	1,55	1,50	1,89	1,79	1,39	1,55
3	1,35	2,74	2,03	1,62	1,46	1,60	1,74	1,54	1,36	1,49	1,60
4	1,38	2,41	1,42	1,44	1,40	1,31	1,56	1,62	1,61	1,87	1,49
5	1,06	2,50	1,79	1,34	1,13	1,26	1,29	1,91	2,22	1,75	1,50
6	1,27	2,40	1,88	1,37	1,06	1,53	1,43	1,67	1,70	1,41	1,45
7	1,11	2,53	1,22	1,19	1,42	1,67	1,61	1,37	1,88	1,54	1,53
8	1,50	1,75	1,88	1,28	1,00	1,43	1,62	1,52	1,49	1,58	1,61
9	2,15	1,76	1,47	1,38	1,23	1,42	1,53	1,65	1,41	1,45	1,65
10	1,08	1,42	1,28	1,06	1,32	1,68	1,29	1,18	1,32	1,29	1,61
11	2,60	2,36	1,92	1,49	1,33	1,45	1,38	1,63	1,54	1,35	1,35
12	1,35	1,81	1,64	1,44	1,28	1,48	1,63	2,02	1,73	1,47	1,74
13	1,37	2,21	1,60	1,54	1,54	1,79	1,87	1,60	1,69	1,32	1,45
14	1,26	1,81	1,87	1,82	1,36	1,32	1,77	1,44	1,48	1,53	1,56
15	1,25	2,07	1,68	1,39	1,45	1,32	1,77	1,41	1,46	1,42	1,44

ANEXO G – Valores individuais de ferro sérico ($\mu\text{g/dL}$) de equinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), do nascimento aos seis meses de idade, segundo o momento de colheita e o sexo.

Fêmeas											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	710,30	425,10	233,50	72,50	83,80	3103,0	103,50	268,10	223,90	321,60	238,40
2	588,30	340,70	55,80	34,40	42,20	140,80	238,50	235,70	252,60	309,30	380,20
3	507,60	334,30	79,60	96,80	98,60	135,80	168,20	244,90	280,80	371,10	166,80
4	503,00	293,90	112,30	52,90	70,70	130,90	231,15	284,30	220,30	404,60	148,50
5	587,40	383,80	34,40	54,60	51,10	265,30	128,80	298,40	273,70	164,50	121,80
6	585,60	451,70	41,60	64,10	68,90	297,60	147,10	229,40	165,40	300,90	187,40
7	572,70	495,70	36,20	119,40	78,40	133,00	183,70	235,50	487,70	319,20	134,00
8	650,70	470,90	228,20	49,90	46,30	54,90	182,30	205,50	273,50	243,00	191,90
9	440,70	391,20	97,40	60,60	60,00	259,70	189,30	415,10	271,20	246,80	226,20
10	514,00	358,10	64,70	58,80	47,50	223,80	148,50	249,10	326,80	348,90	237,70
11	441,60	428,80	65,30	42,70	130,10	132,30	250,50	306,80	214,00	140,90	148,50
12	516,80	375,60	51,70	65,50	104,60	209,70	119,60	384,20	260,50	220,90	153,80
13	446,20	374,60	48,70	39,80	83,20	211,10	131,60	187,20	160,70	256,70	108,80
14	503,00	481,90	44,20	39,20	387,70	143,60	179,40	233,60	198,80	297,10	285,20
15	459,90	363,60	244,80	67,10	228,00	235,90	218,40	140,80	427,50	358,40	268,50
Machos											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	572,70	357,20	43,90	74,20	52,90	101,30	3,617	221,00	349,10	312,40	256,00
2	585,80	367,30	79,00	51,70	54,00	177,30	1,386	254,70	253,30	312,40	367,20
3	492,00	379,20	37,20	54,00	90,30	204,80	1,288	411,60	301,90	252,90	193,30
4	658,90	342,50	65,90	74,80	184,20	149,20	64,00	182,30	195,70	255,20	268,90
5	532,40	313,20	34,40	152,70	39,20	109,10	147,10	419,40	284,90	338,30	292,50
6	468,20	323,30	95,80	127,10	55,20	147,10	162,60	408,80	294,10	366,50	278,80
7	407,70	324,20	34,40	63,00	76,00	168,90	287,80	321,40	367,20	148,50	345,10
8	388,40	412,20	30,30	35,60	69,50	128,10	130,20	247,00	171,40	225,50	147,70
9	373,70	292,10	136,10	72,20	84,90	240,70	125,30	166,10	273,50	163,60	140,90
10	451,70	439,80	36,20	23,70	36,20	192,10	191,40	118,90	268,20	274,30	246,80
11	461,70	450,70	50,50	51,10	34,80	410,20	145,70	188,60	251,40	330,70	354,80
12	647,10	352,60	64,70	63,00	37,50	95,00	245,60	210,40	228,50	329,10	298,50
13	467,10	273,80	32,40	67,10	67,40	132,30	147,10	178,70	308,60	344,40	325,80
14	463,60	383,80	41,07	43,30	179,20	140,80	214,60	263,90	315,40	175,90	198,60
15	511,30	430,60	51,10	43,70	141,30	180,90	107,00	230,80	464,00	243,80	285,40

ANEXO H – Valores individuais de zinco sérico ($\mu\text{g/dL}$) de eqüinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), do nascimento aos seis meses de idade, segundo o momento de colheita e o sexo.

Fêmeas											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	27,30	67,00	99,30	53,30	62,30	273,80	129,50	115,00	258,50	292,50	188,50
2	23,78	301,10	133,00	74,30	110,80	220,30	251,10	175,30	158,30	246,30	140,70
3	138,80	308,00	273,50	92,30	60,20	174,50	135,00	129,00	185,00	132,78	227,00
4	91,30	95,70	231,10	89,30	79,00	196,50	184,30	175,81	125,30	237,30	130,05
5	165,30	55,70	82,30	97,80	132,00	231,10	130,80	174,30	130,30	281,30	232,00
6	178,80	99,00	74,80	121,00	92,80	248,30	202,50	130,80	171,30	133,58	176,80
7	123,50	74,30	116,80	185,50	68,00	131,50	195,80	138,80	180,30	233,30	130,73
8	197,80	159,00	140,43	97,00	269,30	74,10	136,80	152,80	173,00	291,00	206,50
9	152,80	390,00	132,50	40,50	262,80	323,00	194,30	205,50	140,00	294,80	183,00
10	155,80	156,50	145,30	187,00	188,80	131,50	102,30	211,80	152,50	206,50	217,00
11	216,50	235,00	212,50	93,50	125,30	171,50	242,00	285,50	304,30	245,00	229,00
12	256,30	96,30	130,50	93,50	201,50	140,50	184,30	131,50	91,80	201,00	275,50
13	192,00	80,00	125,80	103,50	202,50	131,80	193,30	109,00	72,30	299,80	130,10
14	190,50	132,00	108,80	103,50	71,60	134,50	217,80	181,30	176,30	276,80	254,00
15	142,05	150,30	110,30	84,50	293,80	156,00	163,50	190,00	254,50	133,50	214,20

Machos											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	261,50	192,00	96,50	133,00	170,80	175,50	148,00	159,00	194,00	228,30	262,50
2	96,30	148,00	126,30	163,30	140,00	114,00	154,00	87,50	169,30	248,30	273,50
3	155,50	120,30	235,05	81,30	256,50	132,30	181,80	122,80	146,50	130,43	255,00
4	145,50	100,05	94,50	101,30	124,80	123,50	121,80	121,80	129,80	130,23	292,30
5	96,00	149,00	71,30	155,80	150,05	151,30	91,30	166,80	86,00	275,00	142,98
6	59,50	172,80	146,00	106,80	113,50	116,80	137,50	183,00	253,30	133,95	137,75
7	148,30	245,00	101,30	168,50	268,80	103,50	180,80	159,30	245,00	245,50	243,30
8	243,80	284,00	89,90	127,30	145,30	147,30	134,50	116,80	145,30	131,81	222,80
9	220,00	191,80	100,08	145,30	118,80	93,80	148,30	130,80	105,20	221,50	245,00
10	241,20	154,00	109,30	76,00	97,00	163,50	196,30	136,30	134,80	275,50	273,80
11	95,80	85,70	145,80	126,30	124,00	159,00	160,00	131,50	273,00	132,90	285,40
12	170,80	138,80	139,00	95,00	136,50	121,80	119,30	169,80	135,60	228,30	228,70
13	56,50	134,00	130,00	79,82	157,50	171,30	166,63	201,30	108,30	133,70	298,80
14	262,00	101,50	94,00	112,00	135,70	162,00	145,60	197,00	211,50	214,00	195,80
15	185,80	112,50	86,50	193,00	106,40	156,00	174,80	271,30	254,50	133,28	298,90

ANEXO I – Valores individuais de selênio sérico ($\mu\text{g/dL}$) de eqüinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), do nascimento aos seis meses de idade, segundo o momento de colheita e o sexo.

Fêmeas											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	8,89	8,63	9,14	11,38	13,66	12,97	19,04	18,74	21,4	21,81	21,47
2	8,79	8,86	9,08	11,24	13,58	12,97	18,95	19,14	21,09	21,92	21,43
3	10,74	10,42	9,05	11,65	12,10	12,43	18,76	19,09	21,18	21,95	21,35
4	9,84	9,77	11,37	11,37	13,26	12,52	19,04	19,15	20,66	22,31	21,28
5	9,80	8,58	12,15	11,39	11,96	12,49	18,61	19,49	21,98	21,89	21,72
6	8,99	8,89	11,78	11,45	12,42	12,93	18,87	19,50	21,94	21,85	21,44
7	10,17	10,06	11,84	11,50	12,81	12,42	18,89	19,43	21,63	21,97	21,40
8	8,58	8,63	11,88	11,16	13,37	12,93	18,88	19,35	20,85	21,98	21,95
9	9,50	9,40	11,52	11,23	13,00	13,47	19,10	19,50	23,20	22,00	21,62
10	9,44	9,58	11,68	11,27	13,36	13,38	18,53	19,42	22,47	21,83	21,84
11	8,91	8,82	11,19	11,20	13,41	12,85	19,33	18,61	22,60	21,63	21,36
12	8,83	8,87	11,26	11,57	13,21	13,30	19,25	18,89	22,22	21,66	21,62
13	9,40	9,45	11,69	11,11	12,68	13,08	18,61	19,13	21,90	21,58	21,65
14	9,43	9,30	11,28	11,29	13,41	12,88	19,04	19,67	22,40	21,57	19,85
15	9,32	9,45	11,29	11,34	13,35	12,95	13,05	19,43	22,22	19,85	19,63

Machos											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	9,42	9,38	9,14	11,22	13,60	13,10	19,08	18,71	20,29	21,76	21,63
2	8,99	9,00	8,83	11,15	13,48	12,76	18,90	18,95	20,61	21,72	21,95
3	10,86	10,81	11,78	11,47	11,61	12,97	19,08	19,44	20,62	21,96	21,65
4	10,53	10,57	11,64	11,21	13,53	12,81	18,60	19,52	21,18	21,88	21,82
5	9,24	9,37	11,79	11,37	13,43	13,37	18,57	19,39	22,77	21,75	21,44
6	10,09	9,85	11,59	11,51	13,25	12,69	19,15	19,03	23,14	21,93	21,40
7	10,01	9,24	11,61	11,19	13,35	12,91	19,45	18,89	23,45	21,89	21,97
8	10,47	10,09	11,23	11,37	13,15	12,44	19,49	19,45	23,91	21,95	21,41
9	8,83	8,62	11,26	11,50	13,49	12,61	19,32	18,88	22,26	21,55	21,68
10	9,62	9,54	11,70	11,15	12,17	12,62	18,93	19,70	21,98	21,63	21,64
11	10,68	9,93	11,37	11,57	13,24	12,47	18,89	19,26	21,89	21,74	21,45
12	8,75	10,44	11,41	11,54	13,00	12,48	18,97	19,69	21,90	21,95	21,13
13	10,08	9,52	11,46	11,15	13,27	12,41	18,99	19,62	21,98	21,91	19,86
14	9,86	9,94	11,21	11,17	13,23	12,90	19,05	19,35	21,88	21,75	19,96
15	9,41	9,28	11,19	11,46	13,27	12,87	18,93	19,72	22,10	21,54	21,54

ANEXO J – Valores individuais de cobre sérico ($\mu\text{g/dL}$) de equinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), do nascimento aos seis meses de idade, segundo o momento de colheita e o sexo.

Fêmeas											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	24,70	49,70	65,30	66,70	56,50	54,80	46,20	38,50	47,90	42,50	46,30
2	25,10	57,50	16,40	73,40	42,50	42,20	74,60	35,50	32,80	44,20	35,60
3	40,70	13,20	27,30	64,80	41,10	60,90	53,20	51,10	40,30	49,60	41,50
4	29,00	55,60	15,90	75,70	62,40	46,20	51,50	39,50	46,20	39,60	51,20
5	15,30	32,40	18,70	36,20	68,00	38,60	37,20	49,50	39,70	38,60	36,00
6	23,90	48,40	20,00	90,60	85,60	49,80	45,00	50,60	38,20	32,50	38,20
7	62,60	75,50	29,20	30,20	58,00	41,07	43,50	40,10	32,00	34,40	52,70
8	26,00	25,60	36,00	23,30	65,30	43,10	38,30	32,40	25,30	34,80	33,40
9	26,30	84,60	83,00	24,10	44,40	53,60	44,50	37,60	33,40	39,40	32,20
10	19,90	15,80	45,40	55,80	84,60	51,30	43,10	48,30	28,90	34,40	50,81
11	22,02	27,80	36,00	44,20	38,60	36,40	42,40	37,60	32,50	33,60	37,50
12	79,00	36,40	21,60	24,00	36,70	56,30	50,40	38,70	29,40	35,30	39,10
13	29,80	62,50	32,50	47,30	54,10	34,50	63,30	35,70	35,00	31,30	30,10
14	27,40	38,20	54,40	46,40	53,40	47,90	38,90	74,80	65,80	37,90	36,80
15	41,50	44,80	36,80	68,60	59,00	55,70	45,60	47,80	33,60	33,50	33,60
Machos											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	44,60	48,10	94,20	55,30	46,90	31,70	22,10	22,10	43,50	24,80	35,60
2	22,00	45,40	28,30	90,40	64,30	53,40	41,00	40,80	33,20	13,70	29,10
3	10,70	44,40	20,60	91,40	34,80	34,90	63,70	46,90	38,50	21,00	37,90
4	25,60	14,11	26,40	65,80	30,90	33,40	48,10	34,30	14,90	10,30	41,30
5	27,50	20,11	22,20	26,80	93,30	42,90	47,70	46,40	48,00	30,60	39,60
6	16,10	20,90	25,40	22,30	46,90	50,00	52,30	44,80	33,20	33,90	40,80
7	15,00	26,40	23,10	17,49	61,10	30,30	58,80	49,80	55,30	34,40	32,90
8	46,20	39,00	26,90	12,27	65,30	46,40	46,00	44,60	34,10	33,40	45,30
9	20,00	29,90	43,90	12,89	64,30	45,40	39,70	42,00	33,40	35,10	41,50
10	48,10	62,50	39,70	63,30	55,60	50,60	52,70	35,10	24,40	37,20	38,20
11	46,80	26,50	52,00	41,10	59,00	35,10	61,60	50,40	28,70	52,20	54,20
12	47,70	27,70	34,90	27,20	51,90	67,90	54,60	56,10	59,60	31,50	45,10
13	29,00	23,50	78,60	70,10	64,30	36,80	82,40	72,50	20,60	44,80	56,20
14	36,00	32,10	74,80	69,10	32,00	30,50	42,50	56,50	23,70	33,20	33,50
15	43,00	23,80	35,40	76,90	94,60	87,00	59,50	62,80	28,70	39,60	41,50

ANEXO K – Valores individuais de manganês sérico ($\mu\text{g/dL}$) de equinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), do nascimento aos seis meses de idade, segundo o momento de colheita e o sexo.

Fêmeas											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	75,40	55,80	46,00	148,20	7,60	7,10	16,70	7,10	10,70	12,90	10,70
2	18,30	58,30	62,50	152,80	10,80	4,90	15,30	7,80	13,20	30,80	22,00
3	23,80	64,90	62,50	153,10	14,80	8,20	4,90	7,80	11,00	37,30	21,70
4	20,70	58,00	69,60	147,90	18,00	4,20	3,31	10,70	9,90	48,30	26,40
5	29,30	67,70	79,50	153,10	17,30	9,20	2,24	11,00	11,40	8,20	34,10
6	32,30	63,00	85,50	151,70	19,50	11,00	3,35	9,60	11,70	14,40	37,30
7	28,70	68,20	89,30	148,90	22,00	9,20	6,00	11,00	26,00	20,20	33,70
8	100,60	68,00	92,90	152,80	17,70	3,31	6,67	10,70	19,00	30,80	40,30
9	40,90	66,90	111,50	148,20	25,50	4,90	5,56	11,00	5,30	8,90	22,00
10	37,90	66,60	112,20	147,20	29,20	4,20	6,00	11,00	14,40	19,10	19,10
11	45,90	67,70	129,50	145,70	39,30	3,35	8,20	17,00	15,50	35,90	23,00
12	45,60	91,40	132,70	144,70	42,90	8,20	8,90	5,30	19,00	15,10	28,00
13	49,70	72,70	130,60	153,90	43,20	10,70	10,70	4,90	7,80	9,60	6,00
14	48,60	78,20	144,70	125,80	24,00	8,50	10,70	6,70	10,00	4,35	5,90
15	52,20	77,60	153,80	123,60	28,00	3,60	3,80	4,20	9,60	10,50	12,50

Machos											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	66,90	59,70	53,00	149,30	6,61	7,40	14,60	4,90	5,60	13,30	9,60
2	56,90	62,20	55,10	150,70	9,40	4,20	16,40	10,30	9,60	8,10	18,00
3	79,00	59,40	75,90	145,40	15,80	8,50	4,90	8,50	11,70	23,10	29,00
4	126,20	66,60	102,40	148,90	28,50	8,70	4,20	6,00	12,00	5,30	4,44
5	43,40	69,60	118,20	148,60	29,90	4,20	6,00	17,50	11,10	16,20	19,50
6	44,50	66,00	112,50	153,50	29,20	4,21	6,70	4,21	21,70	12,90	12,58
7	40,90	69,90	125,30	143,30	31,00	3,50	7,40	3,50	22,70	17,70	19,90
8	42,30	71,60	122,80	148,60	35,70	5,30	12,40	4,90	8,05	17,90	4,60
9	43,40	74,90	135,20	146,40	38,20	3,50	12,80	10,00	4,90	8,90	4,90
10	49,70	72,90	136,60	146,20	42,20	3,90	15,70	13,90	19,50	14,40	10,10
11	42,50	74,80	135,50	28,50	42,90	14,20	12,40	12,80	13,60	18,70	25,80
12	54,40	73,80	142,60	23,50	11,10	13,90	11,40	6,64	8,50	5,30	7,50
13	55,80	76,00	143,60	22,00	12,20	16,00	15,70	8,20	20,90	13,90	13,05
14	51,70	76,80	144,90	18,70	14,40	10,30	11,70	5,60	31,90	39,90	32,70
15	55,50	76,00	145,70	22,00	9,90	8,90	3,90	7,40	9,60	19,80	20,10

ANEXO L – Valores individuais de cromo sérico ($\mu\text{g/dL}$) de equinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), do nascimento aos seis meses de idade, segundo o momento de colheita e o sexo.

Fêmeas											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	2,92	3,07	3,02	3,15	3,76	4,38	5,52	5,32	3,87	4,05	3,76
2	2,86	2,96	2,90	3,11	3,38	5,13	5,81	5,99	3,69	2,76	4,35
3	2,82	2,88	3,12	3,16	3,75	4,03	5,57	6,37	6,62	2,80	5,78
4	3,53	2,93	3,12	3,11	4,21	3,82	4,47	7,43	6,75	4,02	3,58
5	3,50	2,79	2,98	3,30	4,70	4,76	4,68	4,62	6,69	4,29	3,09
6	2,81	2,90	2,92	3,16	3,37	5,34	4,75	5,08	3,42	5,55	3,38
7	2,92	2,98	3,08	3,18	4,05	4,74	4,68	5,72	5,14	4,42	3,56
8	2,82	3,06	3,06	3,13	4,41	5,55	5,15	3,11	5,12	4,73	4,54
9	2,93	3,03	2,88	3,06	5,69	4,10	3,95	5,13	6,46	5,43	4,64
10	2,87	2,89	3,17	3,03	5,60	4,24	5,72	5,27	3,92	4,17	4,87
11	2,86	2,90	3,00	3,17	6,10	4,86	4,26	5,67	6,20	5,51	4,74
12	2,98	2,98	3,01	3,18	5,56	4,43	3,77	6,19	3,67	4,17	4,41
13	3,09	2,88	3,11	3,13	4,33	6,36	4,56	4,87	3,35	5,78	3,67
14	3,03	3,08	3,06	3,13	4,03	4,19	5,54	6,35	6,85	5,49	5,81
15	2,83	3,58	3,03	3,00	3,71	3,81	5,54	7,31	4,89	3,96	4,48
Machos											
Animal/ Momento	0 h	12 h	7 d	14 d	21 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
1	2,59	3,09	2,90	3,31	5,88	5,03	5,61	5,41	4,75	3,11	3,88
2	2,83	3,11	2,98	3,21	3,87	4,57	5,68	5,99	5,68	5,85	3,42
3	3,46	2,82	3,11	3,04	4,21	5,15	4,40	5,24	6,78	5,56	3,27
4	2,83	2,85	2,94	3,15	4,90	4,69	4,41	5,14	6,23	5,66	4,82
5	2,95	2,89	3,17	3,01	6,09	4,68	4,93	4,98	3,58	5,12	6,38
6	3,12	3,12	3,11	3,06	5,48	5,55	5,23	5,61	3,83	4,82	6,94
7	3,09	2,81	3,11	3,12	5,51	6,14	4,30	5,57	3,99	4,38	5,71
8	2,81	2,77	2,91	3,16	6,03	5,67	5,32	5,78	6,11	4,26	4,87
9	2,79	3,11	3,11	3,12	4,88	5,41	4,07	5,61	6,16	5,30	3,69
10	2,98	2,95	3,17	3,03	4,08	5,92	5,30	3,57	3,99	2,76	4,17
11	2,85	2,58	3,05	3,30	4,38	3,71	5,80	4,60	5,50	4,98	4,28
12	2,95	2,81	3,09	3,20	4,17	4,23	5,41	4,67	6,43	3,00	3,01
13	2,95	3,07	3,18	3,17	4,23	4,81	4,75	5,88	5,58	3,33	3,25
14	2,58	3,15	3,22	3,21	4,59	3,45	5,80	5,71	3,30	5,31	4,25
15	2,88	3,09	3,01	3,12	3,71	6,84	5,54	6,20	4,89	3,33	3,874

Santarém, C.L. Valores séricos de macro e microminerais de eqüinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), do nascimento aos seis meses de idade. Botucatu, 2004. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária, Área de Concentração: Clínica Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

RESUMO

Com o objetivo de padronizar os valores séricos de referência de cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloreto, magnésio, ferro, zinco, selênio, cobre, manganês e crômio, em eqüinos da raça PSI, do nascimento aos seis meses de idade, foram obtidas amostras de sangue de 30 animais, clinicamente sadios, separados por sexo em dois grupos com 15 indivíduos. O material foi colhido ao nascimento, com 12 horas, e aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias. Para dosagem dos macrominerais utilizou-se espectrofotometria e íon seletivo, e para os microelementos, espectrofotometria de absorção atômica. Os resultados foram submetidos ao teste t de Student para comparação das concentrações entre sexos dentro dos momentos e entre as médias gerais, e à análise de variância seguida do teste de Bonferroni, para as diferenças entre os 11 momentos estudados ($p < 0,05$). As médias gerais foram, respectivamente, em fêmeas e machos, de 10,16 e 9,94 mg/dL, para cálcio; 6,09 e 6,13 mg/dL, para fósforo; 4,24 e 4,18 mmol/L, para potássio; 137,04 e 136,26 mmol/L, para sódio; 94,44 e 95,01 mEq/L, para cloreto; e de 1,55 e 1,58 mg/dL para magnésio. Em relação aos microminerais, os valores ($\mu\text{g/dL}$) corresponderam a 234,53 e 225,85, para ferro; 166,24 e 160,38, para zinco; 15,42 e 15,54, para selênio; 42,78 e 42,17, para cobre; 41,98 e 40,52, para manganês; e, de 4,16 e 4,22, para crômio. Não houve diferença das médias gerais entre os grupos, e o sexo não interferiu nos valores, com exceção do cálcio, ferro, zinco e selênio. A idade influenciou a dosagem de todos os minerais, excetuando-se o potássio, no grupo dos machos. Não houve influência do sexo nos diferentes momentos. Os valores bioquímicos obtidos podem ser utilizados como de referência para eqüinos da raça PSI, do nascimento aos seis meses de idade.

Palavras-chave: eqüinos; PSI; minerais; bioquímica; valores de referência.

Santarém, C.L. Serum values of macro and microminerals in Thoroughbred equines from birth to the age of six months. Botucatu, 2004. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária, Área de Concentração: Clínica Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

ABSTRACT

In order to standardize the reference serum values of calcium, phosphorus, potassium, sodium, chloride, magnesium, iron, zinc, selenium, copper, manganese and chromium, in thoroughbred equines, from birth to the age of six months, blood samples were obtained from 30 animals, clinically healthy, separated by gender in two groups of 15 individuals. The material was collected at birth, at 12 hours, and at 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days. Spectrophotometry and selective ion were used to dose the macrominerals, and atomic absorption spectrophotometry to dose the microelements. The results were submitted to the Student's *t*-Test to compare the concentrations between the sexes at the different moments and between the general average numbers, and to the analysis of the follow through variance of the Bonferroni test, for differences between moments ($p < 0,05$). The general average was, respectively in females and males, 10.16 and 9.94 mg/dL for calcium; 6.09 and 6.13 mg/dL for phosphorus; 4.24 and 4.18 mmol/L for potassium; 137.04 and 136.26 mmol/l for sodium; 94.44 and 95.01mEq/L for chloride; and 1.55 and 1.58 mg/dL for magnesium. With reference to the microminerals, the values ($\mu\text{g/dL}$) corresponded to 234.53 and 225.85 for iron; 166.24 and 160.38 for zinc; 15.42 and 15.54 for selenium; 42.78 and 42.17 for copper; 41.98 and 40.52 for manganese; and 4.16 and 4.22 for chromium. There was no difference between the general average numbers of both groups, and gender did not interfere in the values, with the exception of calcium, iron, zinc and selenium. Age influenced the dosage of all minerals, with the exception of potassium in the male group. The biochemical values obtained may be used as a reference for equines of the thoroughbred, from birth to the age of six months.

Key words: equine; minerals; biochemistry; reference values