APLICAÇÃO DA TÉCNICA DA TAXA DE
DEPURAÇÃO RENAL DE CREATININA
PARA AVALIAÇÃO DO STATUS
MINERAL DO CÁLCIO E FÓSFORO EM
EQUINOS

PAULO REIS DE CARVALHO

Médico Veterinário

Orientador: Prof. Dr. RAUL DANTAS d'ARCE

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia, Área de
Concentração: Ciência Animal e
Pastagens.

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Fevereiro - 1993

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLQ/USP

C331a Carvalho, Paulo Reis de
Aplicação da técnica da taxa de depuração renal de creatinina para avaliação do status mineral do cálcio e fósforo em eqüinos. Piracicaba, 1993.
114p.

Diss. (Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Cálcio para eqüino 2. Eqüino - Dieta 3. Eqüino
Nutrição 4. Fósforo para eqüino I. Escola Superior de
Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 636.1085

APLICAÇÃO DA TÉCNICA DA TAXA DE DEPURAÇÃO RENAL DE CREATININA
PARA AVALIAÇÃO DO STATUS MINERAL DO CÁLCIO E FÓSFORO EM EQUINOS

PAULO REIS DE CARVALHO

Aprovada em: 08/03/93

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Raul Dantas d'Arce

ESALQ/USP

Prof. Dr. Raul Machado Neto

ESALQ/USP

Dr. Airton Manzano

UEPAE/EMBRAPA

A handwritten signature in dark ink, consisting of a large, stylized 'R' followed by a series of loops and a final horizontal stroke.

Prof. Dr. RAUL DANTAS d'ARCE

Orientador

A minha esposa,

Maria Claudia,

e às minhas filhas

Sarah, Patrícia e Flávia

pelo carinho e compreensão, ofereço.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Raul Dantas d'Arce, pela orientação e amizade.

Ao Prof. Dr. Raul Machado Neto pelo incentivo e colaboração.

Ao Dr. Ailton Manzano pelo apoio e confiança.

Ao Prof. Dr. Irineu Humberto Packer, pela orientação.

Aos funcionários do Departamento de Zoologia da ESALQ, Sr. Abílio Durrer, Sr. José Luiz Franceschi Piedade e Sra. Vera Lúcia Durrer, pela atenção, colaboração e amizade.

A todos funcionários da UEPAE, São Carlos, - EMBRAPA, que de maneira extensiva colaboraram para a realização do trabalho experimental.

Ao Dr. Nelson Santos Fernandes do Centro de Pesquisa Laboratorial e Dr. Alcimir M.H. Santiago da Seção de Doenças Carenciais do Instituto Biológico de São Paulo, pelo apoio e colaboração na realização dos exames laboratoriais.

CURRICULUM VITAE

PAULO REIS DE CARVALHO

29 de junho de 1954	Nascimento
Conceição do Rio Verde-MG	
1978 - 1982	Curso de Medicina Veterinária na Universidade Federal Fluminense - Niterói-RJ.
1983 - 1984	Estágio no Instituto Biológico de São Paulo.
1984 - 1988	Médico Veterinário do Instituto Biológico de São Paulo - Regional de Bauru.
1988	Pesquisador Científico do Insti- tuto Biológico de São Paulo - Re- gional de Bauru.

SUMARIO

LISTA DE FIGURAS-----	VIII
LISTA DE TABELAS-----	X
RESUMO-----	XIII
SUMMARY-----	XVI
1. INTRODUÇÃO-----	1
2. REVISAO DE LITERATURA-----	5
2.1 - Nutrição do cálcio e fósforo em eqüinos-----	6
2.2 - Regulação hormonal do cálcio e fósforo-----	24
2.3 - Taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio ou fósforo (%DRCr-Ca ou P) em eqüinos-----	28
3. MATERIAL E METODOS-----	42
3.1 - Local-----	43
3.2 - Animais-----	44
3.3 - Instalações-----	44
3.4 - Tratamentos-----	45
3.5 - Período pré-experimental-----	48
3.6 - Período experimental-----	49
3.7 - Amostragem dos alimentos-----	49
3.8 - Análises laboratoriais-----	50
3.8.1 - Análise química dos alimentos e rações	50
3.8.2 - Análise bioquímica-----	51
3.9 - Análise dos dados-----	52
4. RESULTADOS E DISCUSSAO-----	53
4.1 - Tratamento A - cálcio normal e fósforo normal	54

4.1.1 - Taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio (%DRCr-Ca)-----	54
4.1.2 - Taxa de depuração renal de creatinina para o fósforo (%DRCr-P)-----	58
4.2 - Tratamento B - cálcio baixo e fósforo alto-----	60
4.2.1 - Taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio (%DRCr-Ca)-----	60
4.2.2 - Taxa de depuração renal de creatinina para o fósforo (%DRCr-P)-----	63
4.3 - Tratamento C - cálcio baixo e fósforo baixo-----	67
4.3.1 - Taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio (%DRCr-Ca)-----	67
4.3.2 - Taxa de depuração renal de creatinina para o fósforo (%DRCr-P)-----	70
4.4 - Tratamento D - cálcio alto e fósforo baixo-----	75
4.4.1 - Taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio (%DRCr-Ca)-----	75
4.4.2 - Taxa de depuração renal de creatinina para o fósforo (%DRCr-P)-----	78
4.5 - Valores médios de cálcio, fósforo e creatinina no soro nos tratamentos A, B, C e D-----	79
4.5.1 - Valores médios de cálcio no soro nos tratamentos A, B, C e D-----	79
4.5.2 - Valores médios de fósforo no soro nos tratamentos A, B, C e D-----	83
4.5.3 - Valores médios de creatinina no soro nos tratamentos A, B, C e D-----	87

4.6 - Valores médios de cálcio, fósforo e creatinina na urina nos tratamentos A, B, C e D-----	90
4.6.1 - Valores médios de cálcio na urina nos tratamentos A, B, C e D-----	90
4.6.2 - Valores médios de fósforo na urina nos tratamentos A, B, C e D-----	95
4.6.3 - Valores médios de creatinina na urina nos tratamentos A, B, C, e D-----	98
5 - RESUMO E CONCLUSOES-----	100
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS-----	105
APENDICE-----	114

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Valores médios da taxa de depuração renal para o cálcio e fósforo medidos nos tempos no tratamento A-----	55
Figura 2 - Valores médios da taxa de depuração renal para o cálcio e fósforo medidos nos tempos no tratamento B-----	61
Figura 3 - Valores médios da taxa de depuração renal para o cálcio e fósforo medidos nos tempos no tratamento C-----	65
Figura 4 - Análise conjunta dos valores médios da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio nos tratamentos A, B, C e D medidos nos diferentes tempos -----	72
Figura 5 - Análise conjunta dos valores médios da taxa de depuração renal de creatinina para o fósforo nos tratamentos A, B,C e D medidos nos diferentes tempos-----	74
Figura 6 - Valores médios da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio e fósforo medidos nos diferentes tempos no tratamento D-----	76
Figura 7 - Valores médios de cálcio e fósforo no soro nos tratamentos A, B, C e D medidos nos <u>diferentes</u> tempos-----	81

- Figura 8 - Valores médios de creatinina no soro nos tratamentos A, B, C e D medidos nos diferentes tempos----- 89
- Figura 9 - Valores médios de cálcio e fósforo na urina nos tratamentos A, B, C e D medidos nos diferentes tempos----- 93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cálcio e fósforo no soro de cavalos normais e com hiperparatireoidismo nutricional secundário-----	8
Tabela 2 - Composição química bromatológica dos ingredientes e ração do tratamento A (cálcio normal e fósforo normal)-----	45
Tabela 3 - Composição química bromatológica dos ingredientes da ração do tratamento E (cálcio baixo e fósforo alto)-----	46
Tabela 4 - Composição química bromatológica dos ingredientes da ração do tratamento C (cálcio baixo e fósforo baixo)-----	46
Tabela 5 - Composição química bromatológica dos ingredientes da ração do tratamento D (cálcio alto e fósforo baixo)-----	47
Tabela 6 - Composição química bromatológica dos ingredientes utilizados no preparo das rações-----	51
Tabela 7 - Tratamento A - Valores médios e desvio-padrão da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio e fósforo-----	55
Tabela 8 - Tratamento B - Valores médios e desvio-padrão da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio e fósforo-----	61

Tabela 9 - Tratamento C - Valores médios e desvio-padrão da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio e fósforo-----	67
Tabela 10 - Análise conjunta dos valores médios da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio, medidos nos tempos nos tratamentos A, B, C e D	71
Tabela 11 - Análise conjunta dos valores médios da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio, medidos nos tempos, nos tratamentos A, B, C e D	73
Tabela 12 - Tratamento D - Valores médios e desvio padrão da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio e fósforo-----	76
Tabela 13 - Valores médios e desvio padrão de cálcio no soro (mg/dl) nos tratamentos A, B, C e D), medidos nos diferentes tempos-----	80
Tabela 14 - Valores médios e desvio padrão de fósforo no soro (mg/dl) nos tratamentos A, B, C e D), medidos nos diferentes tempos-----	84
Tabela 15 - Valores médios e desvio padrão de creatinina no soro (mg/dl) nos tratamentos A, B, C e D), medidos nos diferentes tempos-----	88
Tabela 16 - Valores médios e desvio-padrão de cálcio na urina em mg/dl, nos tratamentos A, B, C e D, medidos nos diferentes tempos-----	91
Tabela 17 - Valores médios e desvio-padrão de fósforo na urina em mg/dl, nos tratamentos A, B, C e D, medidos nos diferentes tempos-----	96

Tabela 18 - Valores médios e desvio-padrão de creatinina na urina em mg/dl, nos tratamentos A, B, C e D, medidos nos diferentes tempos-----	98
---	----

APLICAÇÃO DA TÉCNICA DA TAXA DE DEPURAÇÃO RENAL DE CREATININA PARA AVALIAÇÃO DO STATUS MINERAL DO CÁLCIO E FÓSFORO EM EQUINOS

Autor: PAULO REIS DE CARVALHO

Orientador: Prof. Dr. RAUL DANTAS d'ARCE

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido na EMBRAPA - UEPAE - São Carlos. O principal objetivo foi estudar a aplicação da técnica da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio e fósforo em dietas equilibradas e desequilibradas nestes elementos na ração final de equinos em um ensaio de metabolismo avaliado por dosagens bioquímicas no soro sangüíneo e urina que teve 14 dias de período pré-experimental e 5 dias de período experimental. Foram utilizadas 20 potras da raça Arabe e mestica Arabe com idade média de $19,9 \pm 4,58$ meses e média de $277,2 \pm 37,76$ kg de peso vivo. As rações foram calculadas com base em 2% de peso vivo dos animais e eram constituídas de feno de gramínea, milho moido, farelos de soja e trigo, premix mineral e vitamínico. Os 4 tratamentos consistiram em oferecer diferentes proporções de cálcio e fósforo na ração, sendo: tratamento A: cálcio normal e fósforo normal (24g Ca e 18g p/dia); tratamento B: cálcio baixo e fósforo alto (4,44g Ca e 49,92g P/dia); tratamento C: cálcio

baixo e fósforo baixo (15,6g Ca e 9,6g P/dia); tratamento D: cálcio alto e fósforo baixo (29,04g Ca e 14,04g P/dia), a cada 5 animais. As rações foram pesadas e divididas em 2 frações iguais para fornecimento diário às 9 horas e 16 horas.

As médias da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio e fósforo entre os tempos de 48 a 120 horas após a refeição nos 4 tratamentos variaram: tratamento A: 5,95% a 10,14% e 1,01% a 2,52%; tratamento B: 0,79% a 1,62% e 5,92% a 22,71%; tratamento C: 1,43% a 5,04% e 0,62% a 1,39% e tratamento D: 3,71% a 11,42% e 0,79% a 1,22%, respectivamente.

As médias de cálcio e fósforo no soro em mg/dl entre os tempos de 48 a 120 horas nos 4 tratamentos (A, B, C e D) variaram: tratamento A: 11,81 a 12,40 e 4,11 a 4,57; tratamento B: 11,31 a 12,65 e 4,63 a 5,69; tratamento C: 10,08 a 12,05 e 3,13 a 3,81 e tratamento D: 11,26 a 13,14 e 4,01 a 4,34, respectivamente.

As médias de cálcio e fósforo na urina em mg/dl entre os tempos de 48 a 120 horas nos 4 tratamentos variaram: tratamento A: 25,08 a 47,20 e 4,38 a 7,55; tratamento B: 2,57 a 13,43 e 19,91 a 31,20; tratamento C: 19,34 a 36,86 e 2,03 a 3,06 e tratamento D: 26,39 a 36,22 e 1,20 a 4,14, respectivamente.

As médias de creatinina no soro e urina em mg/dl entre os tempos de 48 a 120 horas nos tratamentos variaram: tratamento A: 1,81 a 2,02 e 69,46 a 178,79; tratamento B: 1,79 a 2,09 e 109,66 a 221,56; tratamento C: 1,72 a 2,52 e 183,99 a

257,18 e tratamento D: 1,38 a 1,57 e 109,66 a 221,56, respectivamente.

As análises dos dados obtidos indicaram que na análise conjunta houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as médias da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio (%DRCr-Ca) dos tratamentos A: cálcio normal (6,53%) e D: cálcio alto (6,34%) em relação as médias da %DRCr-Ca do tratamento C: cálcio baixo (2,90%) e ($P < 0,01$) B: cálcio baixo (1,99%). Houve diferença significativa ($P < 0,01$) na análise conjunta entre as médias da taxa de depuração renal de creatinina para o fósforo do tratamento B: fósforo alto (9,84%) em relação aos tratamentos A: fósforo normal (1,57%), C: fósforo baixo (1,08%) e D: fósforo baixo (1,45%). Em face destes resultados é possível concluir através da coleta simultânea de uma amostra de soro sanguíneo e urina para determinação da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio após 72 horas de introdução da dieta, se há indícios de deficiência deste elemento na alimentação. Para o fósforo em excesso na ração, após 48 horas de introdução da dieta é possível detectar o desequilíbrio, permitindo a tempo a correção e adequado balanceamento do Ca e P na ração.

APPLICATION OF CREATININE RENAL CLEARANCE TECHNIC IN THE EVALUATION OF CALCIUM AND PHOSPHORUS MINERAL STATUS IN EQUINES

Author: PAULO REIS DE CARVALHO

Adviser: Prof. Dr. RAUL DANTAS d'ARCE

SUMMARY

The present work was developed at UEPAE-EMBRAPA, São Carlos-SP. The main objective was to study the application of creatinine renal clearance technic in the evaluation of calcium and phosphorus mineral status in equines. Twenty fillies of the Arabian and crossbred race, 19.9 ± 4.58 month old and weighing 277.2 ± 37.76 kg in the average, received during 5 days one of the following diets.

Treatment A - normal calcium and phosphorus (24g of Ca and 18 g of P/day).

Treatment B - low calcium and high phosphorus (4.44 g of Ca and 49.92 g P/day).

Treatment C - low calcium and phosphorus (15.6 g of Ca and 9.6 g of P/day).

Treatment D - high calcium and low phosphorus (29.04 g of Ca and 14.04 g of P/day).

Simultaneous collections of urine and blood were done in the field, that is, before the animals were allocated

to each treatment, and then at times 0, 48, 72, 96 and 120 hours after they started receiving the experimental diets. Calcium, phosphorus and creatinine were determined in all the samples, and applying the formula presented by Travers (1976) the rate of creatinine renal clearance was calculated.

The average values of creatinine renal clearance for calcium and phosphorus changed between the times 48 and 120 hours in the four treatment: treatment A: 5.95% to 10.14% and 1.01% to 2.52%; treatment B: 0.79% to 1.62% and 5.92% to 22.71%; treatment C: 1.43% to 5.04% and 0.62% to 1.39% and treatment D: 3.71% to 11.42% and 0.79% to 1.22%, respectively.

The average values of calcium and phosphorus in blood serum (mg/dl) changed between the times of 48 and 120 hours in the four treatments: treatment A: 11.81 to 12.40 and 4.11 to 4.47; treatment B: 11.31 to 12.65 and 4.63 to 5.69; treatment C: 10.08 to 12.05 and 3.13 to 3.81 and treatment D: 11.26 to 13.14 and 4.01 to 4.34; respectively.

The average values of calcium and phosphorus in urine (mg/dl) changed between the times 48 and 120 hours in the four treatments: treatment A: 25.08 to 47.20 and 1.38 to 7.55; treatment B: 2.57 to 13.43 and 19.91 to 31.20; treatment C: 19.34 to 36.86 and 2.03 to 3.06 and treatment D: 26.39 to 36.22 and 1.02 to 4.14, respectively.

The average values of creatinine in serum and urine (mg/dl) changed between the times 48 and 120 hours in all treatments: treatment A: 1.81 to 2.02 and 69.46 to 178.79; treatment B: 1.79 to 2.09 and 109.66 to 221.56; treatment C:

1.72 to 2.52 and 183.99 to 257.18 and treatment D: 1.38 to 1.57 and 109.99 to 221.56, respectively.

The combined analysis of data showed that the average values of creatinine renal clearance for calcium of treatments A and D differed from treatment C at the level of 5% probability and from treatment B at the 1% level. The same analysis showed that the average values of creatinine renal clearance for phosphorus of treatment B differed ($P < 0.01$) from treatments A and D.

In view of the results obtained it is possible to determine, through the creatinine renal clearance rate for Ca, 72 hours after the introduction of the diet, any sign of deficiency of the mineral. When there is an excess of phosphorus the disequilibrium can be detected as early as 48 hours after the introduction of the diet, allowing time for correction before any harm can result for the animal.

1 - INTRODUÇÃO

1 - INTRODUÇÃO

O progresso industrial e o surgimento de grandes cidades talvez tenha sido o fator que mais influenciou durante os últimos anos o distanciamento no convívio do homem com os animais diretamente no campo. Em relação ao cavalo, um herbívoro monogástrico por excelência, este distanciamento promoveu por parte do homem a construção nos grandes centros urbanos de abrigos conhecidos como os jôqueis-clube, sociedades hípias, hípias e outros do gênero, e a introdução de modificações nos hábitos alimentares destes animais. Este convívio próximo do homem com o cavalo é saudável pelo lazer que proporciona, mas não poderia passar despercebido da comunidade científica mundial que se dedica a estudar este animal, em virtude dos prejuízos que as novas condições de manejo nutricional podem promover, acentuando um ponto fraco do cavalo que é o da introdução de dietas muitas vezes ricas em grãos cereais e baixa quantidade e qualidade do volumoso em substituição ao pastejo seletivo e natural.

O cavalo tem grande predisposição a sofrer pelas dietas desequilibradas em cálcio e fósforo (TISSERAND, 1988), proporcionada principalmente pelo excesso de grãos na alimentação, a perda da integridade da ossatura esquelética. Devido a particularidade atlética da espécie eqüina, que depende de uma ossatura forte, rígida e equilibrada para o bom desempenho das funções de manutenção, crescimento, reprodução e trabalho, qualquer mudança nos ingredientes ou na ração total deve atender as exigências nutricionais da categoria em estudo.

Visando buscar um método de diagnóstico rápido, prático, eficiente e de fácil acesso aos criadores e associações de criadores que pudesse elucidar o problema do surgimento das osteopatias classificadas como osteodistrofia fibrosa, osteíte, artrites e laminites que ocorrem nos eqüinos por estarem sendo submetidos a uma dieta final não balanceada em cálcio e fósforo, é que se propôs neste trabalho a determinação através da técnica da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio e fósforo, a avaliação do perfil metabólico destes nutrientes com monitoramento constante, prevenindo a tempo o aparecimento de lesões no esqueleto que possam prejudicar o desenvolvimento ou desempenho das funções vitais do animal.

A determinação da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio e fósforo é um método que pode ser empregado para auxiliar o nutricionista na interpretação dos resultados por ele obtido quanto à performance dos animais, e grau de variação da disponibilidade dos elementos Ca e P nos

vários componentes da dieta que por serem de grande importância e estarem intimamente ligados a formação e recomposição do esqueleto de uma espécie atlética não podem ficar sujeitos a erros ou aproximações de resultados de análise bromatológica por períodos de médio e longo prazo.

2 - REVISAO DE LITERATURA

2 - REVISAO DE LITERATURA

2.1 - Nutrição de cálcio e fósforo em eqüinos

O equilíbrio final da dieta em cálcio e fósforo na alimentação de eqüinos tem sido motivo de constante preocupação de vários autores em diferentes países do mundo.

KROOK (1959) atribuiu ao tecido ósseo um contínuo processo anabólico e catabólico. A fase anabólica inclui a formação de osteóide por osteoblastos e sua subsequente mineralização. A fase catabólica ou de reabsorção óssea através da osteólise. A osteodistrofia fibrosa ocorre como uma generalizada doença esquelética somente no hiperparatireoidismo. O hiperparatireoidismo primário é induzido por neoplasia da glândula paratireóide. O hiperparatireoidismo secundário é induzido por hipocalcemia e seu propósito é compensar esta hipocalcemia. Na subdivisão de hiperparatireoidismo secundário, a forma renal hipocalcêmica é secundária a uma hiperfosfatemia resultante de uma nefropatia crônica. Na forma nutricional, a hipocalcemia resulta de uma

dieta baixa em Ca ou de uma dieta excessiva em P, ou de ambas. Osteoporose (pouca formação de osteóide), raquistismo (no jovem) e osteomalácia (no adulto) são devido a pouca mineralização do osteóide e generalizada osteodistrofia fibrosa devido a muita reabsorção óssea. A patogênese do hiperparatireoidismo nutricional secundário pode ser explicada pela baixa dieta em cálcio que resulta em hipocalcemia. Alta dieta em P causa hiperfosfatemia. Ca e P no soro mostram uma relação inversa, demonstrando o ponto de saturação:

Hiperfosfatemia, entretanto, induz a hipocalcemia que estimula a glândula paratireóide a hiperatividade e induz ao hiperparatireoidismo. O hormônio paratireoidiano aumenta a reabsorção óssea, aumenta absorção intestinal de Ca e aumenta a excreção renal de P, resultando em uma generalizada osteodistrofia fibrosa para compensar os níveis séricos de Ca e P. Na tabela 1 o autor fornece os dados de patologia clínica que caracterizam o hiperparatireoidismo devido aos indícios de hiperfosfatemia e hipocalcemia.

Tabela 1 - Cálcio e fósforo no soro de cavalos normais e com hiperparatireoidismo nutricional secundário (HPNS)*

	Cálcio (mg/dl)	Fósforo (mg/dl)
Cavalos normais, n = 96		
máximo	14,3	5,0
mínimo	10,2	2,63
média	11,2	3,55
Cavalos com HPNS, n = 36		
máximo	12,7	5,87
mínimo	8,1	3,20
média	10,2	4,26

* - De KROOK (1959)

TEETER et alii (1967) sugeriram que a deficiência ou desequilíbrio dos minerais cálcio e fósforo era o principal fator etiológico em artrites, osteodistrofia fibrosa, osteomalácia, osteoporose e osteíte fibrosa. O desequilíbrio poderia estar envolvido, também, nas laminites. Os requerimentos minerais dos cavalos indicavam uma necessidade de 15 gramas de Ca e 18 gramas de P por dia na dieta. Os autores utilizaram cavalos de 3 a 20 anos de idade para determinar a influência da idade na mineralização do osso através da dosagem de cinza, Ca e P em amostras de vértebra coccígea, secção de costela e canela. Animais de 3 a 4 anos acumularam menos cinza que os cavalos adultos.

Os mesmos autores usando níveis de 0,33% a 0,54% de Ca na dieta de eqüinos, foi verificado um balanço de Ca positivo; mas quando usaram 0,27% de Ca, este balanço foi negativo. Para o P trabalharam com níveis de 0,38 a 0,61% com resposta positiva ao balanço em todos os níveis. Estes dados sugeriram que 0,30% de Ca e P na dieta, ou seja, 30g de Ca e 30g P eram suficientes para os animais nesta faixa etária. No grupo de eqüinos de 4 a 5 anos, os valores séricos de Ca e P variaram de 10,76 a 12,12 mg/dl e de 3,22 a 4,81 mg/dl, respectivamente. A variação nos níveis séricos não foi proporcional a variação nos níveis da dieta em Ca e P. Os autores concluíram que os níveis séricos de Ca e P quando usados para determinar a deficiência marginal ou desequilíbrio de Ca e P na dieta não é um método seguro e deve ser usado com certa restrição. Segundo os autores, níveis séricos de Ca menor que 11 mg/dl e P menor que 3,2 mg/dl, leva a crer que a dieta deve ser verificada.

BOURKE (1968) revisando o assunto sobre exigências nutricionais do cavalo puro sangue inglês em treino e corrida, relata que na nutrição mineral do cavalo atleta as exigências de fósforo são aumentadas para compensar as possíveis perdas associadas com mudanças na concentração de P. É sabido que cavalos em treino também são alimentados com rações ricas em P e baixa em Ca. Desequilíbrios Ca:P de 1:2 podem ser tolerados sem aparecimento de osteodistrofia, mas a ausência de osteodistrofia sugere que os cavalos toleram esses desequilíbrios não levando em conta que as laminites e fraturas

expontâneas vistas nestes animais aparentemente sadios, podem ser relativas a osteomalácia induzida pela alimentação desequilibrada em Ca e P.

SCHRYVER et alii (1970) estudaram o metabolismo do cálcio em 4 pôneis em crescimento de 6 a 14 meses de idade, alimentados com dietas contendo 1,5% Ca e 0,35% P (alto Ca); 0,8% Ca e 0,43% P (médio Ca) e 0,15% Ca e 0,35% P (baixo Ca) usando métodos de balanço combinado e cinético com isótopo radioativo de cálcio para determinar o metabolismo de Ca. Foi avaliada a taxa de troca de Ca entre osso e fluido corporal, e a taxa de deposição e remoção de Ca do esqueleto. A excreção fecal endógena de Ca não foi afetada pela dieta. Estimou-se o requerimento de Ca para cavalos assumindo que a excreção fecal endógena foi a maior perda obrigatória. Os cavalos podem absorver aproximadamente 2,5g de Ca/dia por 100 kg de peso vivo para balancear a perda obrigatória. Calculando uma absorção da ordem de 50% é necessário um nível de aproximadamente 5 g/dia por 100 kg de peso vivo. A média de níveis de Ca sérico durante a baixa, média e alta ingestão foram de $11,70 \pm 0,50$; $11,66 \pm 0,59$ e $11,30 \pm 0,86$ mg/100 ml, respectivamente. A média dos níveis de P no plasma durante o mesmo período foram de $4,91 \pm 0,60$, $4,23 \pm 0,43$ e $4,52 \pm 0,58$ mg/100 ml respectivamente. A retenção de Ca foi negativa quando a ingestão foi menor que 5g de Ca/100kg/P.V./dia. A excreção de Ca foi diretamente proporcional a quantidade ingerida, ou seja, altos níveis de ingestão determinaram altos níveis de excreção renal.

SCHRYVER et alii (1970) determinaram os sítios de absorção de Ca no cavalo através de um experimento com 4 pôneis adultos castrados pesando 160 kg, fistulados no ceco e confinados em gaiolas de metabolismo, com coleta de fezes e urina separadamente. Os pôneis receberam uma ração comercial peletizada contendo 0,6% de Ca. Dois pôneis receberam 100 uCi de ^{47}Ca em 100 mg de carreador de cálcio pelo tubo estomacal. A mesma dose em carreador foi colocada no ceco de 2 outros pôneis via fistula cecal. Vinte e cinco por cento do ^{47}Ca foi recuperado na urina no período de 7 dias depois de administrado no estômago. Na via de administração cecal a absorção e a excreção na urina de ^{47}Ca foram menor que 1%. As regiões de absorção foram 39,9% no duodeno, 1,8% no íleo, 2,1% no ceco, 0,7% no grande colo e 1,7% no pequeno colo.

SCHRYVER et alii (1971-a) realizaram um experimento em quadrado latino 2x2 com pôneis usando uma dieta contendo 0,4% de Ca e 2 níveis de P de 0,2% e 1,2% combinados por métodos de balanço metabólico e cinético. O P foi adicionado na dieta basal sob a forma de NaH_2PO_4 . A dieta basal foi composta de feno de gramínea, melão, milho (Zea mays L.), farelo de soja (Glycine wightii Willd) e polpa de beterraba. A excreção urinária de Ca decresceu mas a excreção fecal aumentou em resposta ao alto fósforo na dieta. Os pôneis absorveram aproximadamente 7g ou 68% do Ca presente na dieta basal e 3,7g ou 44% do Ca na dieta alta em P. A taxa de deposição de Ca no osso aumentou em 39% e a remoção aumentou em 83% quando a dieta foi alta em P. O Ca no soro decresceu em média de $11,5 \pm 0,591$

para $10,0 \pm 0,561$ mg/100 ml e o P aumentou de $3,7 \pm 0,386$ para $5,5 \pm 0,525$ mg/100 ml em resposta a dieta alta em P. A excreção urinária de P foi maior na dieta basal ($2,67g \pm 0,829g$ P/100kg/dia) do que quando os pôneis foram alimentados a alta dieta de P ($0,36g \pm 0,241$ P/100kg/dia).

SCHRYVER et alii (1971-b) idealizaram um grande projeto para estudar o metabolismo do P por método do balanço combinado e cinético em 3 experimentos usando pôneis machos castrados. Em cada experimento foi usado um quadrado latino 2x2, a saber: Experimento 1 - P basal (0,20%) e Ca (0,40%); P alto (1,19%) e Ca (0,35%). Experimento 2 - P inorgânico (0,79%) e Ca (0,54%); P fitato (0,54%) e Ca (0,52%). Experimento 3 - Ca baixo (0,15%) e P (0,35%); Ca alto (1,50%) e P (0,35%). Os efeitos de 0,20% de P na dieta foram comparados com a dieta contendo 1,19% de P. Os pôneis apresentaram balanço positivo para o P em todas as dietas; no entanto, a retenção, e, também, a excreção urinária de P eram maiores nos níveis mais altos de ingestão. A excreção urinária de ^{32}P foi diretamente proporcional a quantidade ingerida. Para os níveis de 0,15% e de 1,5% de Ca com níveis constantes de P de 0,35% nas dietas, a retenção de P não se alterou (11 mg P/kg p.v./dia). A excreção urinária de P foi maior quando os pôneis foram alimentados com a dieta baixa em Ca (5 mg P/kg p.v./dia). O efeito da ingestão de P sobre a concentração do Ca e P no plasma sanguíneo foi avaliada, tendo-se encontrando um decréscimo na concentração do Ca plasmático para 10,0 mg/100ml e um aumento na concentração

de P plasmático para 5,5 mg/100ml quando os pôneis receberam a dieta contendo alto P.

SCHRYVER et alii (1972) estudaram o metabolismo do P em 4 pôneis adultos, castrados, com peso médio de 160 kg e providos de fístula cecal. Foram administradas uma dose oral e uma cecal de 5 μ Ci de ^{32}P em 50 mg de carreador de P e estimada a absorção aparente de P nas várias regiões do intestino dos pôneis pela técnica do marcador inabsorvível óxido de cromo (Cr_2O_3). As dietas continham diferentes quantias de P e eram compostas dos seguintes ingredientes: (1) alfafa com 0,26% de P; (2) alfafa-milho com 0,32% P e, (3) milho com 0,42% P. Não houve diferença na absorção do ^{32}P seja devido a administração gástrica ou cecal, indicando que o P é absorvido no intestino grosso. Entretanto, os resultados não excluem a possibilidade de que significativa quantia de P possa ser absorvida no intestino delgado. A excreção urinária de P foi menor que 1% por 7 dias seguidos em todos os pôneis independentes do tratamento. O maior sítio de absorção líquida de P em todas as fontes de alimentos foram o colo dorsal e pequeno colo, apresentando 40% de absorção para a dieta de milho. O tipo de alimento ou conteúdo de Ca da ração não afetou o sítio de absorção de P. A medida de absorção de P usando o marcador Cr_2O_3 indicam secreção líquida de P na primeira metade do intestino delgado e uma absorção líquida na segunda metade do intestino delgado. Da mesma maneira existe um grande fluxo de P para dentro do ceco e uma absorção líquida no colo dorsal e no pequeno colo.

HINTZ & SCHRYVER (1972) conduziram um experimento utilizando 4 pôneis machos castrados, com peso médio de 181 kg, arrançados em um quadrado latino de 4x4 para estudar a viabilidade de absorção do Ca e P de 4 fontes minerais freqüentemente usadas na suplementação de animais de fazenda, a saber: farinha de osso, fosfato dicálcico, calcário e fosfato monossódico para verificar a absorção e retenção de Ca e P de cada uma destas fontes. As dietas foram: (1) basal: constituída de feno de timóteo, polpa de beterraba, amido e milho; (2) basal mais fosfato dicálcico; (3) basal mais farinha de osso; (4) basal mais calcário e fosfato monossódico. A adição de fosfato dicálcico, farinha de osso ou calcário a dieta basal aumentou a retenção de Ca, mas não influenciou a digestibilidade real, que apresentou valor médio de 70% para o Ca. A digestibilidade real do P aumentou de 39,3 para aproximadamente 45,5% com a adição de farinha de osso, fosfato dicálcico ou fosfato monossódico à dieta basal. Os requerimentos de manutenção de Ca e P foram calculados em 27,5 e 11,5 mg/kg/p.v./dia, respectivamente. A adição de fontes minerais aumentou a retenção e a excreção urinária de Ca e P. Os autores concluíram que estas fontes são altamente viáveis para pôneis que as utilizam com a mesma eficiência que bovinos.

SCHRYVER & HINTZ (1972) revisando os requerimentos de Ca e P de eqüinos, descreveram que o critério utilizado para avaliar a necessidade mineral no crescimento inclui retenção mineral, valor de cinza no osso e total do corpo e a gravidade específica do osso. Com base nestes estudos

concluíram que potros em crescimento requerem de 110 a 130mg de Ca e 65 a 75mg de P/kg/p.v./dia/. Estudos de balanço sugerem que cavalos retêm mais mineral para altos níveis de ingestão; estudos de composição do corpo e do osso indicam que o total da massa mineral não é afetada pelos altos níveis de ingestão. Os mesmos autores também verificaram que cavalos de seis meses a dois anos toleram muito bem variações nas taxas de Ca:P de 1:1 até 4:1 sem efeito adverso aparente. A necessidade específica da dieta de Ca:P é de 1,4:1 à 2:1, usual em cálculos de rações. Excessos de P inibe a absorção de Ca. Alto P e baixo Ca na dieta produz hiperparatireoidismo nutricional secundário. Dietas com alto P aumenta a concentração de PO_4 no soro e deprime a concentração de Ca sérico.

HINTZ et alii (1973) conduziram quatro projetos, utilizando um quadrado latino 2×2 , com pôneis de 5 a 7 anos, para testar a viabilidade do P no farelo de trigo usado na alimentação de pôneis. Foram constituídas 6 dietas, assim compostas: dieta 1 - 40% feno de timóteo; 20% de polpa de beterraba; 16,4% de milho; 5% de farelo de soja; 2% de melão; 0,6% de calcário e 16% de farelo de trigo. Dieta 2 - foram usados os mesmos ingredientes da dieta 1, exceto o farelo de trigo que foi substituído pelo NaH_2PO_4 . Dieta 3 - 40% de farelo de timóteo; 20% de polpa de beterraba; 16,4% de milho; 5% de farelo de soja; 2% de melão; 0,6% de calcário e 16% de farelo de trigo. Dieta 4 - foram usados os mesmos ingredientes da dieta 3, exceto o calcário que foi aumentado para 1,1%. Dieta 5 - 50% de polpa de beterraba e 50% de farelo de trigo. Dieta 6 -

25% de timóteo; 25% de feno de alfafa; 25% de aveia e, 25% de farelo de trigo. Na dieta 1, a digestibilidade real P no farelo foi de 33,3% e o P no farelo não foi tão viável como no NaH_2PO_4 que apresentou 52,7% de digestibilidade para P. Na dieta 3, a digestibilidade real P no farelo foi de 26%, ligeiramente superior a dieta 4 que apresentou 25,7% de digestibilidade real para P no farelo acrescido de calcário. Na dieta 5, a digestibilidade real P no farelo foi de 32%, pouco superior ao farelo macerado que apresentou digestibilidade real de 29,8%. Na dieta 6, o farelo apresentou digestibilidade real de 30,2%, e a digestibilidade aumentou para 41,8% quando foi acrescentado Vitamina D, na dieta.

O projeto 1 incluiu as dietas 1 e 2 e apresentou a taxa Ca:P de 2:1; o projeto 2 incluiu as dietas 3 e 4 e apresentou a taxa Ca:P de 2,39:1; o projeto 3 incluiu a dieta 5 e apresentou a taxa de Ca:P de 0,42:1; o projeto 4 incluiu a dieta 6 e apresentou a taxa Ca:P de 1,17:1. Os autores concluíram que o P do NaH_2PO_4 foi melhor utilizado que o P do farelo. O cozimento ou embeбimento em água do farelo não melhorou a utilização do P fático. A baixíssima digestibilidade do cálcio (29,5%) ocorreu quando a taxa Ca:P foi de 0,42:1, sugerindo que o hiperparatireoidismo nutricional secundário é produzido pela dieta contendo altos níveis de farelo (dieta 5). A digestibilidade do P não foi afetada pelos níveis de Ca nas dietas. Os pôneis podem utilizar o P do farelo, mas este se comparado a outras fontes, é somente uma metade tão viável como o P dos suplementos a base de fosfato monossódico, fosfato

dicálcico, ou farinha de osso. Nestas fontes o P apresentou 58% de disponibilidade.

ARGENZIO et alii (1974) trabalharam com 12 cavalos de dois anos de idade para estudar o efeito da dieta alta em P sobre a homeostase do cálcio. Os tratamentos foram: (1) dieta basal composta de 33% de feno de timóteo, 31% de milho, 20% de farelo de soja, 2% de melação, 1% de fosfato dicálcico, 1% de sal mineralizado resultando numa concentração de 0,7% de Ca e 0,6% de P (1,2 Ca:1 P). Nas demais 4 outras dietas, constituídas com alto Ca (2,8% de Ca e 0,6% de P); alto cálcio e alto fósforo (2,7% de Ca e 1,1% de P), alto P (0,7% de Ca e 1,4% de P) e, finalmente, extra alto P (0,4% de Ca e 1,9% de P), à dieta basal foi acrescentado uma fonte suplementar de Ca ou P. O estudo de balanço mostrou que na extra alta dieta em P houve uma marcante diferença na excreção urinária dos minerais indicando um ajuste compensatório pelos rins na conservação de Ca e eliminação do P. O alto P na dieta leva a glândula paratiróide a uma vigorosa hipersecreção, com aumento de taxa de troca ou reabsorção óssea, recuperando a hipocalcemia induzida. Comparativamente ao grupo controle, o grupo de animais tireoidectomizados segundo os autores, existe uma influência da tiroxina, baixo Ca, alto P na homeostase do Ca, assim definida na resposta para induzir hipocalcemia e hipercalcemia.

SCHRYVER et alii (1974) estudaram a composição mineral do corpo total, fígado e ossos em potros de ambos os sexos, de 12 a 24 meses de idade alimentados com dietas

contendo 0,7% Ca e 0,6% P; 2,8% Ca e 0,6%P; 2,7% Ca e 1,1%P; ou 0,7% Ca e 1,4% P tendo como objetivo a determinação das exigências minerais para crescimento. As dietas não tiveram efeito sobre o crescimento em altura, peso vivo e cinza nos ossos. O maior percentual de Ca corporal e taxa de Ca:P foram encontrados na dieta com 2,8% Ca e 0,6% P. O Ca e P na composição da matéria seca livre de gordura do corpo total decresceu com a idade. Por outro lado, as perdas endógenas fecal e urinária foram estimadas em 25 mg de Ca e 10 mg de P/kg p.v./dia, o que, segundo os autores, nos auxiliaria na compreensão e cálculo das exigências nutricionais de Ca e P dos eqüinos.

HINTZ et alii (1976), ao analisarem relação entre a nutrição e o desenvolvimento ósseo nos cavalos, descreveram que os nutrientes de importância particular no desenvolvimento esquelético incluem o Ca, P, vitaminas A e D, fonte de energia, proteína e os microminerais Cu, Zn e Mn. Os nutrientes Ca e P estão intimamente interrelacionados na mineralização do osteóide e um conteúdo insuficiente de Ca e excesso de P podem levar ao aparecimento do hiperparatireoidismo nutricional secundário em cavalos. A laminite em cavalos com a doença da "cara inchada" tem sido atribuída a reabsorção preferencial da lâmina circular externa da cortical óssea, com conseqüentes perdas dos suportes ósseos dos periosteos, tendões e ligamentos.

SWARTZMAN et alii (1978) realizaram dois experimentos com pôneis para determinar se havia influência do

ácido oxálico na dieta com redução da absorção do cálcio. No primeiro experimento a dieta continha 0,45% de Ca e no segundo experimento a dieta continha 0,60% de cálcio. Foi adicionado 1% de ácido oxálico em ambas as dietas. O ácido oxálico aumentou a excreção fecal de cálcio e decresceu a absorção de cálcio. A excreção fecal endógena de cálcio foi determinada no primeiro experimento, usando ^{47}Ca , e não foi afetada pela dieta de ácido oxálico, indicando que o aumento no cálcio fecal foi devido ao cálcio da dieta não absorvido. A dieta com 0,45% de cálcio e 1% de ácido oxálico mostrou balanço negativo para o cálcio. Os pôneis reduziram a excreção urinária de cálcio, como consequência da diminuição da disponibilidade de cálcio alimentar.

MCKENZIE et alii (1981) relataram que para resolver o problema de descalcificação em cavalos que estavam em pastagens com teores de oxalato prejudiciais determinando o aparecimento de hiperparatireoidismo nutricional secundário, foi proposto a adoção de uma suplementação adequada de Ca e P. As avaliações foram procedida em 4 fazendas da Queslandia, na Austrália, com 33 cavalos dos quais 13 tinham hiperparatireoidismo. A cada cavalo foi administrado 1,0 kg de mistura de calcário com fosfato bicálcico na proporção de 1:2 e 1,5 kg de melaço. A mistura foi dada por uma semana. O pasto continha níveis de oxalato acima do normal, ou seja, maior que 0,5% na matéria seca, e a relação cálcio/oxalato menor que 0,5%. Nenhum novo caso de hiperparatireoidismo ocorreu e

aqueles cavalos com hipertireoidismo tiveram tendência a normalizar.

KNIGHT et alii (1985) para averiguarem a alta incidência de doenças metabólicas do osso em Ohio e Kentucky, Estados Unidos, estudaram a correlação da dieta mineral e severidade das doenças ósseas manifestas na forma clínica de epifisites, osteocondrites dissecans, osteocondrose, osteoartrite juvenil, deformidade angular das pastas e contratura do tendão flexor, com alta incidência em potros. Analisaram a alimentação de 384 potros de 19 fazendas num período de cinco meses. A ração foi padronizada, e pontos foram deduzidos de um total de 100 para as deficiências de proteína, Ca, P, Cu, Mn, Zn, vitaminas A e D. O critério de dedução de Ca e P foram de 2 pontos deduzidos para cada 0,02% abaixo de 0,8% Ca e 0,6% P, na ração. Em 15 fazendas, os potros foram alimentados com rações contendo 50% de feno e 50% de grão. Em 4 fazendas remanescentes, as rações continham entre 0 e 47% de feno e 53 e 100% de grão. O Ca na ração final de 97% das fazendas variou de 0,50 a 1,37%. Os níveis de P variaram de 0,38% a 0,8%. Os níveis normais de Ca e P foram considerados 0,55 e 0,40%, respectivamente. Os potros das fazendas que receberam dieta balanceada com $1,16\% \pm 0,09$ de Ca e $0,72\% \pm 0,08$ de P, não apresentaram problemas ósseos. Os potros de fazendas que receberam dietas com variação de Ca de 0,22 a 0,8% e proporções desequilibradas de Ca:P de até 0,5:1, apresentaram muitos problemas ósseos. Existiu uma relação significativa dos problemas ósseos em potros entre fazendas e a proporção de Ca,

P e Cu ($P < 0,0001$) e Zn ($P < 0,0006$). Não existiu nenhuma relação significativa para a proporção dos níveis de proteína, energia, taxa de Ca:P, fibra, Fe, Mn, K, Mg, e os problemas ósseos de potros, das fazendas estudadas ($P > 0,05$).

LITTLEDIKE & GOFF (1987) relataram a complexidade das interações entre Ca, P, Mg, hormônio paratireoideano, calcitonina, vitamina D e seus metabólicos que determinam o status mineral nos animais domésticos. O sexo, idade, estado fisiológico (crescimento, lactação, gestação), alteram as necessidades metabólicas do Ca, P e Mg. Algumas patologias ósseas, como o raquitismo no jovem e osteomalácia no adulto, ocorrem na deficiência de Ca, P e vitamina D.

OTT & ASQUITH (1989) trabalharam com 46 potros puro sangue inglês e quarto de milha em dois projetos para determinar o efeito da suplementação mineral sobre o crescimento e desenvolvimento esquelético por um período de 140 dias. No primeiro experimento foram usados feno de Coast cross com 0,40% Ca e 0,27% P e três concentrados (A = 0,82% Ca e 0,54% P; B = 0,77% Ca e 0,54% P; C = 0,73% Ca e 0,55% P) com diferentes níveis no premix mineral de 0; 0,5 e 1,0% dos microminerais Fe, Mn, Zn e Cu. No segundo experimento foram usados feno de Coast cross com 0,24% Ca e 0,19% P e três concentrados (D = 0,46% Ca e 0,36% P; E = 0,44% Ca e 0,38% P; F = 0,70% Ca e 0,48% P). Os resultados destes dois experimentos sugerem que a suplementação dos microminerais de Fe, Mn, Zn e Cu têm efeito positivo na deposição de minerais no osso em potros, principalmente quando o conteúdo dos minerais traço da

dieta natural for abaixo das recomendações do NRC (1978). No experimento 2, todos os minerais foram dentro ou acima das recomendações do NRC (1978). Nenhuma resposta na mineralização óssea devido aos microminerais ou macrominerais mais Ca e P, foi observada. O aumento do cálcio da dieta de 0,46% para 0,70% e do P de 0,36% para 0,48% não aumentaram a mineralização óssea. Nenhuma anormalidade no desenvolvimento, iguais a epifisite ou deformidade angular dos membros, foi detectada em alguns destes animais em ambos os experimentos. Os autores concluem que quantias inadequadas de microminerais reduzem a deposição mineral em cavalos em crescimento. Os microminerais Cu e Zn podem ser os mais limitantes, entretanto, os minerais traços não afetam a necessidade de Ca e P do animal.

CUDDEFORD et alii (1990) conduziram um experimento em quadrado latino 4x4, utilizando cavalos puro sangue inglês, para testar a digestibilidade dos fenos de alfafa e timóteo como fonte de Ca. Foram usados fenos nas proporções de: 100% de feno timóteo (4,1g Ca e 2,3g P/kg M.S.); 33% de feno de alfafa e 67% de feno de timóteo (11,4g Ca e 2,1g P/kg M.S.); 67% de feno de alfafa e 33% de feno de timóteo (19g Ca e 2g P/kg M.S.) e, 100% de feno de alfafa (26g Ca e 1,8g P/kg M.S.). Avaliaram o perfil metabólico do Ca através da medida da taxa de depuração renal de creatinina para Ca, Mg e P (% DRCr). Os cavalos alimentados com feno de alfafa tinham significativamente uma maior taxa de depuração renal de creatinina para o Ca ($P < 0,01$) que os cavalos alimentados com feno de timóteo somente. Os valores da taxa de depuração renal

de creatinina para Ca variaram de 11% (100% timóteo), 25% (33% alfafa), 29% (67% alfafa), 33% (100% alfafa) de Ca. Na mesma proporção da dieta, a taxa de depuração renal de creatinina para o P variou de 0,61% (100% timóteo), 0,7% (33% alfafa), 0,75% (67% alfafa), 0,72% (100% alfafa) de P. O aumento do feno de alfafa na dieta aumentou o % DRCr-Ca, refletindo que houve aumento na digestibilidade do Ca. O aumento do Ca na dieta não interferiu com a absorção do P, como demonstram os valores da taxa de depuração de creatinina para o P. Na dieta 100% alfafa, a taxa de Ca:P foi de 14,6 : 1 e o valor do da % DRCr-P foi de 0,72%. A técnica da taxa de depuração renal de creatinina é um excelente recurso para avaliar o perfil metabólico do Ca e P, concluem os autores.

THATCHER (1991) revisando o problema das doenças ósseas e a grande perda econômica que o desenvolvimento de doenças ortopédicas determinam a indústria do cavalo, salienta que a deficiência de Ca combinada com o excesso ou deficiência de fósforo na dieta é o fator mais importante no desenvolvimento de doenças ortopédicas nos cavalos. Nos animais em crescimento a deficiência de Ca leva ao alargamento das juntas e deformidade dos osso longos. A deficiência de P leva ao raquitismo, e o excesso de P prejudica a absorção de Ca e induz a malformação do esqueleto. Para potros em crescimento de 12 a 18 meses recomenda a quantia de 0,31 a 0,40% de Ca e de 0,17 a 0,22% de P.

2.2 - Regulação hormonal do metabolismo de cálcio e fósforo

NORDIN & PEACOCK (1969) estudaram o papel dos rins na regulação do Ca plasmático. A ação do hormônio paratireóideano sobre os rins afeta a reabsorção tubular de Ca mantendo a homeostase do Ca no homem. Os órgãos envolvidos na homeostase do Ca são a paratireóide, o intestino e os rins. Ratos paratireoideotomizados apresentaram níveis de Ca de 7,0 mg/dl no soro e de 1,42 mg/litro/hora na urina, contra 10,5 mg/100ml no soro e 0,372 mg/litro/hora na urina de ratos normais.

MASSRY et alii (1973) estudaram os vários fatores envolvidos no controle renal da excreção de cálcio e fosfato, descrevendo 5 pontos importantes, a saber: (1) existe um estoque de Ca e P no osso e o intercâmbio entre o esqueleto e o fluido extracelular tem um papel fundamental na manutenção da concentração em níveis normais destes íons no sangue; (2) grandes quantidades destes íons são perdidos no filtrado glomerular e a não reabsorção tubular pode afetar os seus níveis sanguíneos; (3) existe recíproca interdependência entre as concentrações de Ca e P no sangue que influenciam a solubilidade de seus produtos; assim, um aumento na concentração de P causa uma queda no Ca, provavelmente devido a deposição de sais de Ca e P no osso. Por outro lado, uma redução na concentração de P no plasma pode estar associada a um aumento na concentração do Ca sanguíneo; (4) variações na absorção gastrointestinal, particularmente do Ca, podem

significar alterações no mecanismo homeostático que controla os níveis sanguíneos; (5) existem hormônios que controlam o movimento destes íons entre o fluido extracelular por um lado e o trato gastrointestinal, esqueleto e o rim, por outro lado. Os principais hormônios são: hormônio paratireóideano, calcitonina, hormônio do crescimento, hormônios da tireóide, glicocorticóides e vasopressina.

TRAVER et alii (1976) consideraram que o metabolismo de qualquer substância oriunda da ingestão, síntese ou excreção envolvendo a recuperação de eletrólitos e minerais exige uma ativa participação dos hormônios sobre a função renal. O hormônio paratireóideano reduz a reabsorção de P e aumenta a de Ca. Este fato permite avaliar o estado homeostático através da interpretação da excreção urinária dos elementos Ca e P.

HABENER (1981) descreveu que o hormônio paratireóideano aumenta a concentração de Ca no fluido extracelular através do seu efeito sobre o osso, rins e intestino. O Ca é o principal íon regulador da secreção de hormônio paratireóideano. O AMP cíclico, Mg, calcitonina, catecolaminas, metabólitos da vitamina D, cortisol e hormônio do crescimento também influenciam a secreção de paratormônio. Na insuficiência renal crônica a glândula paratireóide sofre uma estimulação contínua tornando-se hiperplásica.

RAISZ & KREAM (1981) descreveram que o desenvolvimento e crescimento esquelético estão sob um controle hormonal complexo. O esqueleto serve a duas funções opostas.

Uma estrutural, apresentando-se forte e flexível. Outra, metabolicamente o esqueleto serve como reservatório de íons Ca, F, Mg, Na e HCO_3 . A vitamina D estimula a mobilização mineral do osso aumentando o suprimento de Ca e P para o soro. A mineralização normal do esqueleto exige vitamina D. Quando os níveis de Ca e P no soro são normais, os níveis livres de 1,25-dihidroxitamina D no soro são baixos e permitem absorção normal de Ca e P no intestino. Quando os níveis no séricos de Ca e P são baixos, o aumento na síntese de 1,25 - dihidroxivitamina D tem efeito direto sobre o osso para aumentar a reabsorção e fornecer um adequado suprimento de Ca e P para os tecidos moles e para a mineralização da matriz óssea existente. O hormônio do crescimento, quando deficiente, resulta em decréscimo de proliferação de células da cartilagem epifeseal e síntese de matriz óssea, prejudicando a função osteoblástica e, subsequentemente, causando declínio linear do crescimento. Outros hormônios, como a insulina, tireoideano, glicocorticóides, sexual (estrogênio e progesterona) e somatomedinas têm uma influência indireta sobre o crescimento esquelético com efeito regulatório e permissivo sobre os vários tecidos. A ação hormonal pode ser modificada por resposta local ou intrínseca do esqueleto ou por mudanças na concentração de íons. Fosfato pode ter uma função hormônio liberador sobre o esqueleto, assim uma alta concentração de PO_4 sérica esta associada com aumentos do crescimento, e uma baixa concentração sérica prejudica o crescimento e mineralização.

GANS & MERCER (1984) descreveram que a excreção urinária de Ca e P é regulada pelo hormônio paratireóideano, e tirocalcitonina, produzida na glândula tireóide. O paratormônio causa decréscimo na reabsorção de fosfato e aumento na excreção de P na urina. Estas mudanças são devidas ao efeito direto sobre os túbulos renais. O efeito primário do paratormônio sobre o metabolismo do Ca resulta na mobilização de cálcio do osso e aumento na absorção de Ca a partir do trato intestinal. Como resultado da estimulação da paratireóide, aumenta a concentração plasmática de Ca e a sua perda no filtrado glomerular para níveis que excedam a capacidade de reabsorção tubular de Ca. Duas funções renais são mediadas pelo paratormônio, provavelmente pela indução da formação de AMP-cíclico: a regulação da excreção de fosfato e a hidroxilação do 25-hidroxicolecalciferol para 1,25 - dihidroxicolecalciferol, a forma ativa da vitamina D.

WASSERMAN (1984) ao descrever a calcitonina, considera-a um hormônio antihipercalcêmico, cuja ação inibe a reabsorção óssea pelo osteoclasto. A ação da calcitonina é mediada por produção de AMP cíclico. O papel fisiológico da calcitonina é relativo a sua habilidade para rapidamente reduzir os níveis sanguíneos de Ca durante períodos de hipercalcemia transitória, como ocorre no período pós-prandial. Auxilia a utilização eficiente do Ca absorvido.

2.3 - Determinação da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio ou fósforo (% DRCr - Ca e P)

NORDIN (1958) discutiu as ações do hormônio paratireoideano, observando que a ação fosfatúrica pode ser avaliada na clínica prática pela taxa de depuração renal de creatinina para o P(% DRCr-P) que pode ser medido a partir de uma única amostra simultânea de soro e urina, para detecção rápida do excesso de P na urina que leva o animal a hiperparatireoidismo nutricional secundário e pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ DRCr(P)} = \frac{\text{P urina}}{\text{P soro}} \times \frac{\text{Cr soro}}{\text{Cr urina}} \times 100,$$

e o resultado expressa a proporção de fosfato filtrado o qual não é reabsorvido pelos túbulos renais. A ação calcêmica do hormônio paratireoideano estimula os osteoclastos a destruir o osso aumentando os níveis séricos de Ca.

KNUDSEN (1959) realizou estudo com 12 éguas normais, pesando de 220 a 740 kg, com idade entre um e 20 anos para determinar a depuração renal de inulina, creatinina endógena e uréia. No cálculo da depuração renal foi usada a seguinte fórmula:

$$\frac{\text{Concentração da substância na urina} \times \text{volume de urina}}{\text{Concentração da substância no plasma}}$$

As médias da taxa de depuração renal de inulina, uréia, creatinina e creatinina H foram de 140 ± 2 ; 63 ± 5 ; 122 ± 8 ; 194 ± 9 mg/100 kg de p. v., respectivamente. A taxa de

depuração renal de creatinina endógena foi sempre medido simultaneamente com a taxa de depuração renal de inulina. Em 121 observações, o valor médio da depuração renal de creatinina foi de 146 ± 24 ml/min, e a depuração média de inulina foi de 166 ± 33 ml/minuto. A relação média entre a depuração renal de creatinina endógena e a depuração renal de inulina foi de $0,88 \pm 0,11$. O autor concluiu que o uso da depuração renal de creatinina é vantajoso na clínica, pois simplifica os métodos analíticos, não necessitando de infusão de substâncias estranhas. O emprego da depuração renal de creatinina em cavalos para indicar o índice de filtração glomerular em estudos clínicos se justifica pelas pequenas variações que podem ser eliminadas pelo aperfeiçoamento dos métodos de dosagem de creatinina.

JOYCE et alii (1971) diagnosticaram e trataram o hiperparatireoidismo nutricional secundário clínico em sete cavalos na região do Texas, durante um período de aproximadamente um ano. A doença foi caracterizada por assimetria bilateral, alargamento piramidal dos ossos da face imediatamente acima e anteriormente a crista facial, por quebra do ramo mandibular e pela laminite transitória de um ou mais membros. As desproporções em Ca e P na dieta foram determinadas e havia dieta acrescida de fosfato monossódico suplementar com uma taxa final de Ca:P de 1:10,5. Um dos cavalos apresentou melhora no quadro quando a dieta de feno de alfafa foi introduzida, elevando a proporção de Ca:P para 6:1. A laminite regrediu quatro a seis semanas após a correção da dieta. Antes

da introdução da dieta corrigida os animais apresentaram baixo Ca e alto P na urina. Os valores séricos de Ca variaram de 10,0 a 11,0 mg/dl. O P sérico de 3,4 a 6,8 mg/dl. Na urina o Ca variou de 4,2 a 10,8 mg/dl e o P de 116,0 a 224,0 mg/dl, enquanto os valores encontrados em cinco cavalos normais eram de 20mg/dl de Ca e de 4 a 18 mg/dl de P. Depois de 5 dias de introduzido a nova dieta, os valores foram os seguintes: Ca e P sérico igual a 10,6 e 3,1 mg/dl, respectivamente. Ca e P na urina igual a 20 e 22 mg/dl, respectivamente após 12 dias.

RAWLINGS et alii (1975) estudaram a depuração renal e a excreção de substâncias endógenas em 13 poneis com peso médio de 152 kg, com medidas durante 12 horas. Dados normais de concentração de "clearance" no soro e urina e excreção de creatinina, osmolaridade, água livre, sódio, potássio e cloro foram obtidos. Foram obtidas regressões lineares sobre o peso corporal para a depuração renal de creatinina ($Ccr/ml/hr = 127,2 \times \text{peso vivo (kg)} - 1,553$). Houve um aumento significativo da depuração renal de creatinina ($P < 0,05$) quando aumentou o peso corporal do animal. O valor médio da creatinina no soro e urina foram de 1,08 e 232,5 mg/100ml, respectivamente. Em cavalos, de acordo com KNUDSEN (1959), a depuração renal de creatinina subestima a medida de filtração glomerular da inulina em 12%, como medida de função renal. A importância da urinálise para verificar se proteína, glicose, cetona e sangue estão ausentes na urina é fundamental na complementação da avaliação da função renal.

TRAYER et alii (1976) afirmaram que a existência de inúmeros processos de doença que ocorrem, envolvem distúrbios eletrolíticos ou de metabolismo mineral do cavalo. A avaliação dos distúrbios via determinação no soro não reflete estas mudanças devido as respostas dos mecanismos homeostáticos. Níveis séricos normais podem estar refletindo respostas dos mecanismos homeostáticos e não ausência de estado doentio. A hiperparatireoidismo nutricional secundário é o resultado de uma dieta deficiente em Ca, e no entanto pode mostrar níveis normais de Ca e P séricos. Isto demonstra que os mecanismos homeostáticos mantem normal os níveis séricos e os resultado da deficiência de Ca no osso predispõe ao desenvolvimento de anormalidade do esqueleto, isto é, epifisites. Um diagnóstico baseado em sinais clínicos e anamnese esta sujeito ao empirismo. Por definição, a depuração renal de uma substância (X) refere-se ao volume de plasma filtrado pelo rim a cada minuto o qual pode suprir a quantia da substância (X) encontrada na urina. Matematicamente, expressa-se:

$$\text{Depuração renal de (X)} = \frac{\text{(X) urina}}{\text{(X) plasma}} \times \text{volume (ml/min)}$$

A desvantagem inerente ao estudo da depuração renal é o tempo e volume de amostra. A taxa de filtração glomerular pode ser determinada pela depuração de uma substância inerte a qual é totalmente filtrada e não reabsorvida e nem secretada pelos túbulos renais. De acordo com KNUDSEN (1959) a taxa de depuração renal de creatinina no cavalo é relativamente

constante em 90% se comparado a depuração renal de inulina. A estabilidade da taxa de depuração renal de creatinina no cavalo fornece um parâmetro constante com o qual a excreção de outras substâncias pode ser comparada. Isto é feito usando a taxa de depuração renal não conhecida, para a depuração renal de creatinina:

$$\text{Taxa de depuração renal de creatinina} = \frac{\text{depuração renal de (X)}}{\text{depuração renal de (creatinina)}} \times 100.$$

Aplicando a fórmula da taxa de depuração renal:

$$\begin{aligned} & \text{(X) urina} \times \text{vol. (ml/min)} \\ & \text{(X) soro} \\ \text{Taxa de depurac renal (X)} = & \frac{\text{(creatinina) urina} \times \text{vol. (ml/min)}}{\text{(creatinina) soro}} \end{aligned}$$

A equa final:

$$\text{Taxa de depurac renal (X)} = \frac{\text{(X) u}}{\text{(X) s}} \times \frac{\text{(creatinina) soro}}{\text{(creatinina) urina}} \times 100.$$

A vantagem desta frmula que tempo e cole volumtrica de urina so dispensados, sendo necessrio apenas a coleta de uma amostra de soro e urina, simultaneamente. Exemplificando a taxa de depurac renal de creatinina para o P medida em animais normais variou de 0 0,5%. O efeito do paratormnio aumenta a absor de Ca e aumenta a excre de P, resultando no aumento da taxa de depurac renal de creatinina para o P. O autor citado anteriormente, estudou trs casos clnicos, assim descritos: caso no 1 - envolveu um potro quarto de milha de 11

meses de idade que apresentava-se mancando e incoordenado. A dieta fornecida ao potro era alta em grão. Níveis séricos de Ca e P apresentavam valores normais (Ca = 10,2 mg% e P = 4,9 mg%). Amostra de urina e soro foram dosados e revelaram uma taxa de depuração renal de P = (% DRCr) igual a 4%, indicando hiperparatireoidismo nutricional secundário. Caso no 2 - relatam que um garanhão quarto de milha apresentava-se mancando e incoordenado. Estava muito gordo e superalimentado. Os níveis séricos de Ca e P foram de 10,1 e 5,07 mg%, respectivamente. A % DRCr-P foi igual a 0,059%. Eliminou-se a possibilidade de hiperparatireoidismo nutricional secundário e foram feitas correções nos níveis de proteína e energia que estavam em excesso. Caso no 3 - Envolveu um garanhão Árabe de quatro anos de idade que apresentou-se com laminite. Os níveis séricos de Ca e P foram de 11,9 e 3,6 mg%, respectivamente. A % DRCr-P foi de 0,02% indicando deficiência de P na dieta. O cavalo foi suplementado com fosfato dissódico e retornou progressivamente ao normal em 90 dias.

TRAYER et alii (1977) utilizaram cavalos adultos normais para determinar a taxa de depuração renal de creatinina, Na, K e P. A relação da taxa de depuração renal foi estabelecida por: (1) método da taxa de depuração standart; e (2) coleta simultânea de amostra de soro e urina. A comparação dos dois métodos por análise de regressão mostrou correlação significativa para o P ($r = 0,99$). Os valores médios de excreção urinária de creatinina e P foram de 23,92 e 0,36 mg/kg/dia, respectivamente. A taxa de depuração renal de

creatinina para o P variou de 0,07 a 0,74%. Os autores concluíram que no hipertireoidismo nutricional secundário (HPNS) a excreção de P é aumentada, consequentemente aumentando a % DRCr-P, constituindo-se em uma técnica para o diagnóstico de HPNS em cavalos.

BROBST et alii (1978) descreveram um caso clínico de perda massiva da função renal com desenvolvimento de hipercalcemia, hipofosfatemia e azotemia em uma égua de 11 anos de idade. O animal apresentou valores de creatinina de 10,9 mg/dl, Ca igual a 16,8 mg/dl e P igual a 1,1 mg/dl, indicando insuficiência renal que foi confirmada na necrópsia. Os rins ao exame histopatológico evidenciaram glomerulonefrite crônica e havia presença de cálculos renais.

COFFMAN (1980) revisando a forma de se determinar o metabolismo eletrolítico no cavalo, descreveu a maneira simplificada para determinação da taxa de depuração renal de creatinina para o Ca e P através de uma amostra simultânea de soro e urina. Cita valores para a depuração de P variando de 0 a 0,5% descritos por TRAVER (1976). A taxa de depuração renal de creatinina para o P (% DRCr-P) aumenta em quatro importantes situações clínicas: (1) no hiperparatireoidismo primário; (2) na deficiência renal; (3) na nefropatia associada com laminite multifocal recorrente e, (4) no hiperparatireoidismo nutricional secundário. A ocorrência de hipofosfatemia com hiperfosfaturia é vista nestas situações. A ação do paratormônio se faz sentir pelo aumento da excreção de

P, o que é facilmente detectado em dietas altas em grão e baixa em Ca.

CAPLE et alii (1982) determinaram experimentalmente a mudança dos valores da taxa de depuração renal de creatinina para o Ca e P (% DRCr - Ca e P) em quatro éguas alimentadas por um período de 120 dias com dietas contendo de 1,0 à 3,9g de Ca e de 1,5 a 6,1g de P/kg de M.S. na dieta. As concentrações de Ca e P no soro permaneceram relativamente constantes. Foram realizadas dosagens na urina e soro simultaneamente e determinado o valor da % DRCr - Ca e P, para verificar a resposta as dietas e comparada com o método da dosagem do soluto total. Quando as éguas receberam dietas com nível adequado em Ca e P, a % DRCr - Ca foi maior que 2,5% e a % DRCr - P foi menor que 4%. A resposta a baixa dieta de Ca (1,0 g/kg M.S.) e alta em P (4,0 g/kg M.S.) pode ser monitorada após três dias de introdução da dieta. Os autores concluem que o método da % DRCr - Ca ou P é uma maneira fácil, prática, e rápida na avaliação da nutrição do Ca e P em eqüinos, possibilitando com uma amostra simultânea de soro e urina determinar se a dieta é baixa, adequada ou alta em Ca, e alta em P.

CAPLE et alii (1982) examinaram a nutrição do Ca e P do puro sangue inglês de carreira. Amostras de soro e urina foram colhidas simultaneamente de 90 cavalos, em 1975, e de 139 cavalos, de 1980 à 1981, em pista de corrida. A taxa de depuração renal de creatinina para o Ca e P (% DRCr - Ca ou P) foi determinada e os resultados comparados aos obtidos em

trabalho anterior realizado pelos mesmos autores. Valores de % DRCr-Ca igual ou maior a 2,5% e %DRCr-P igual ou menor que 4,0% foram considerados refletirem uma dieta equilibrada em Ca e P. Os resultados desta pesquisa mostram que 60% dos cavalos analisados tinham adequada ingestão de Ca e 44% excessiva ingestão de P. Vinte e cinco por cento dos cavalos excretaram mais P na urina que Ca, indicando a predisposição ao hiperparatireoidismo nutricional secundário. Pode-se concluir que uma alta proporção dos cavalos puro sangue inglês (40%) recebiam inadequado Ca na ração e alto P devido ao excesso de grão na dieta durante os treinos. A % DRCr-Ca e P nas amostras coletadas entre 1980/81 variaram de 0,2 à 10% e 0,06 à 42%, respectivamente.

TENNANT et alii (1982) estudaram cinco casos clínicos de glomerulonefrite crônica e um caso de nefrite/pielonefrite intersticial crônica em cavalos e não encontraram nenhuma evidência de hiperparatireoidismo primário. Os animais apresentaram hipercalcemia (cálcio sérico médio igual a $17,2 \pm 0,7\text{mg/dl}$) e hiposfatemia (fósforo sérico médio igual a $1,6 \pm 0,4\text{mg/dl}$), creatinina plasmática igual a $9,0 \pm 2,3\text{mg/dl}$ e uremia (uréia igual a $171 \pm 32\text{mg/dl}$). É provável que a avançada deficiência renal crônica tenha levado a hipercalcemia e a diminuição da capacidade dos rins em reabsorver fosfatos tenha levado a uma hipofosfatemia.

ZATZMAN et alii (1982) avaliaram a função renal de 9 pôneis fêmeas de um a sete anos de idade, pesando de 150 a 200kg e de quatro éguas de quatro a oito anos, pesando de 350 a

489 kg, para avaliar se havia alguma diferença entre estes animais nos valores da depuração renal de creatinina, inulina e para-aminohipúrico. A infusão de inulina no valor de seis vezes o seu nível normal na circulação não produziu alteração na depuração renal de inulina e nem houve diferença entre pôneis e cavalos ($P > 0,2$). Não houve nenhuma diferença significativa entre a depuração renal de inulina e depuração renal de creatinina ($P > 0,05$) endógenas em dosagens simultâneas, embora a média de $210,6 \pm 6,46$ ml/min/100kg p.v da depuração renal de creatinina tendeu para ser ligeiramente maior que a depuração renal de inulina que apresentou média de $190,6 \pm 5,89$ ml/min/kg p.v. em ambos grupos de animais.

LANE & MERRITT (1983) determinaram experimentalmente em quatro cavalos e 1 pônei normais, de 6 a 13 anos de idade. Os autores definiram excreção fracionada de P (FE_P) como sendo o valor da taxa de depuração renal de creatinina para o P, calculada em 9 períodos de coleção nas seguintes horas: 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22 e 24 horas. A dieta foi constituída de feno, e livre acesso a água e sal. A taxa de Ca:P foi igual a 2,5:1. Analisaram, também, se uma única amostra de soro e urina para determinação da taxa de depuração renal de creatinina para o P (% DR_{Cr-P}) de acordo com a técnica descrita por TRAVER (1976), simplifadamente poderia substituir o período de coleção de urina por 24 horas. A média de FE_P para cavalo variaram de 0,115% à 0,302%, sendo o valor médio de 0,180%. A variação no animal com relação ao FE_P e o % DR_{Cr-P} não foi significativa, podendo o mesmo valor ser

encontrado com $\pm 0,087\%$ em um único valor amostral, 95% das vezes.

MORRIS et alii (1984) realizaram um experimento com 10 cavalos adultos normais com mais de 4 anos de idade para avaliar se a depuração renal de 24 horas e a taxa depuração renal de creatinina (% DRCr-X) para os eletrólitos Ca, Na, Cl, K, eram intimamente correlacionados. Os valores encontrados mostraram que % DRCr-Ca variou de menos 0,158 à 6,723% e pode substituir com segurança a taxa de depuração renal de eletrólitos de 24 horas ($P < 0,005$). Os valores do clearance renal de creatinina variaram de $200,08 \pm 108,34$ à $202,39 \pm 50,36$ mg/dl e a creatinina no soro variou de $1,18 \pm 0,2$ à $1,22 \pm 0,22$ mg/dl.

ELFERS et alii (1986) avaliaram o metabolismo do Ca, P e paratormônio em pôneis com doença renal aguda. Estudaram a doença renal aguda induzida quimicamente sobre um período de 5 dias em 4 pôneis machos castrados normais com idade entre 2 e 8 anos. Amostra de urina foi coletada por 24 horas. Medidas de Ca, P, creatinina no soro e urina foram determinados, incluindo a rotina de urinálise. Houve significativo aumento da taxa de depuração renal para o Ca e P nos pôneis com doença renal generalizada. Hipercalcemia foi observada com valores de 14,5 a 14,9 mg/dl de Ca. Na urinálise foram encontrados traços de proteínas, glucose, diminuição do pH e aumento do Ca e P na urina.

KOHN et alii (1986) estudaram comparativamente o uso da técnica de coleção de urina por 24 horas para

determinação da excreção fracionada de eletrólitos (FE-x) e da técnica da taxa de depuração renal de creatinina (% DRCr-X) para os eletrólitos Na, K, Cl e P de acordo com o método descrito por TRAVER (1976). Utilizaram seis éguas de 4 a 12 anos com peso de 410 a 500 kg. Os animais receberam feno moido e um suplemento com 14% de proteína, com livre acesso a água e sal. Na urinálise os animais não apresentaram nenhuma alteração renal. O FE_p médio de 24 horas foi de 0,08% $\pm$ 0,04 para o P. Os valores encontrados por TRAVER (1976/7) foram de 0,22 $\pm$ 0,15 e de 0,04 a 1,6%, respectivamente para a % DRCr-P.

CHIAPPE et alii (1988) na tentativa de introduzir novos métodos auxiliares no diagnóstico das osteopatias utilizaram a medida de hidroxiprolina sérica (uma proteína do colágeno que aumenta no soro quando há destruição óssea) e correlacionaram com os valores de calcemia, fosfatemia, e a relação Ca:P na dieta. Utilizaram 43 potros divididos em dois grupos: A (19 de um ano de idade) e B (24 potros de dois anos). Os animais foram considerados normais quando pelo método da taxa de depuração de creatinina apresentaram valores inferiores a 4,5% para o P e superiores a 1,6% para o Ca, baseando-se em trabalhos realizados por CAPLE (1982). Concluíram os autores que existia uma correlação negativa para o grupo A de menos 0,45 e para o grupo B de menos 0,46 entre a hidroxiprolina livre no soro e a relação cálcio/fósforo, de valor diagnóstico na prevenção das enfermidades osteodistróficas em animais em crescimento de um a dois anos de idade.

MASON et alii (1988) em Hong-Kong, na China, para resolver o problema de diagnóstico, tratamento e prevenção do hiperparatireoidismo nutricional secundário em puro sangue inglês de carreira, examinou 40 cavalos em trabalho de treino pela determinação da taxa de depuração renal de creatinina (%DRCr-). As dosagens de amostras de soro e urina foram colhidas simultaneamente para medidas de Ca e P e calculadas segundo a fórmula descrita por TRAVER (1976). O %DRCr-P variou de 0,06 a 42% em 35 cavalos. A 27 cavalos foram administradas dietas corrigidas (eliminação do excesso de P) em Ca e P. A maioria retornou a valores da %DRCr-P inferiores a 1%, diminuindo a incidência de fraturas ósseas e outros problemas relacionados ao esqueleto do cavalo.

HARRIS & COLLES (1988) avaliaram o uso da técnica da técnica de depuração renal de creatinina para o Ca e P (%DRCr-Ca e P) no estudo da rabdomiólise, síndrome que afeta a musculatura normal do cavalo. Em quatro cavalos foram descritos o aparecimento desta patologia. Através da coleta simultânea de soro e urina foram dosados os eletrólitos Na, K, Cl, PO₄ e creatinina e calculado o % DRCr. Em dois animais com dietas desequilibradas o % DRCr-P foi de 8,5% e após a correção da dieta esse valor retornou a 0,48%. Os autores consideraram o valor de 0,2% como normal para % DRCr-P. O monitoramento, segundo o autor foi extremamente importante para resolver estes casos baseados na % DRCr-.

EDWARDS et alii (1989) analisaram em 65 cavalos normais adultos os índices da função renal para creatinina, K,

Cl e P usando a técnica da taxa de depuração renal de creatinina para a substância a ser analisada (% DRCr-X). Os valores encontrados para o % DRCr-P variaram de 0,023 à 2,77% $\pm$ 0,40, medidos em 54 cavalos. Os autores fazem referência aos valores descritos na literatura, verificando uma aproximação com os valores aqui citados e consideraram esta técnica muito objetiva e prática na determinação de índices de função renal.

3 - MATERIAL E METODOS

3 - MATERIAL E METODOS

3.1 - Local

A parte de campo do presente projeto de pesquisa foi desenvolvida na Unidade de Pesquisa de Ambito Estadual da EMBRAPA de São Carlos, sediada na região central do Estado de São Paulo, distante 224 km da Capital, com altitude aproximada de 850 metros. O município de São Carlos esta situado a 22° 01' de latitude sul e 47° 53' de longitude Oeste Greenwich. O tipo de clima é CW, de acôrdo com a classificação de KOEPPEN (1948) definindo características de clima subtropical chuvoso, com inverno seco e médias de temperatura do mês mais frio (junho) de 16,5°C e a do mês mais quente (janeiro) de 21,5°C. Apresenta uma precipitação média anual de 1.502 mm, sendo o mês mais seco o de julho, com 32 mm em média, e o de dezembro, com 262 mm, o mais chuvoso. O período seco geralmente vai de abril a setembro e a temporada de chuvas vai de outubro a março. O solo é do tipo Latossolo Vermelho Escuro, fase arenosa.

3.2 - Animais

Foram utilizadas 20 potras, sendo 10 potras puras da raça Árabe e dez mestiças Árabe, com idade compreendida entre 10 a 25 meses mais ou menos e idade média de 19,9 meses.

O peso médio das potras e o desvio padrão no início do experimento foi $277,2 \text{ kg} \pm 37,76$, sendo o menor peso de 204 kg e o maior peso de 325 kg. A altura média e o desvio padrão no início do experimento foi de $1,37 \text{ m} \pm 0,05$, sendo a menor altura de 1,26 m e a maior altura de 1,48 m.

O peso médio das potras e o desvio padrão no final do experimento foram de $284,8 \text{ kg} \pm 33,95$, sendo o menor peso de 212 kg e o maior peso de 330 kg. A altura média e o desvio padrão final do experimento foram de $1,40 \text{ m} \pm 0,04$, sendo a menor altura de 1,33 m e a maior altura de 1,48 m. (Apêndice 1).

3.3 - Instalações

Os animais foram distribuídos em baias individuais de alvenaria com área de $11,97 \text{ m}^2$ ($4,20 \times 2,85 \text{ m}$), piso de cimento, providas de cocho de cimento onde recebiam a ração de concentrado e volumoso de cada tratamento específico. Durante as fases de adaptação e experimental não foi usado qualquer tipo de cama sobre o piso de cimento.

B - cálcio baixo e fósforo alto - 4,44 g de Ca e 49,92 g de P por dia na dieta. Tabela 3.

Tabela 3 - Composição química bromatológica, dos ingredientes da ração do tratamento B - cálcio baixo e fósforo alto

[illegible]

C - cálcio baixo e fósforo baixo - 15,6 g de Ca e 9,6 g de P por dia na deita. Tabela 4.

Tabela 4 - Composição química bromatológica dos ingredientes da ração do tratamento C - cálcio baixo e fósforo baixo

[illegible]

D - cálcio alto e fósforo baixo - 29,04 g de Ca e 14,04 g de P por dia na dieta. Tabela 5.

Tabela 5 - Composição química bromatológica dos ingredientes da ração do tratamento D - cálcio alto e fósforo baixo

Alimentos	kg	MS	PB	FE	EE	MM	ENN	Ca	P
Feno de coast cross	60,00	53,6220	2,7780	23,5200	1,5000	2,9940	22,6380	0,1560	0,0960
Farelo de milho	26,70	23,4105	2,2855	1,3864	0,8196	0,3337	18,5805	0,0026	0,0614
Farelo de trigo	4,00	3,5080	0,6176	0,1400	0,1448	0,1464	2,4592	0,0032	0,0264
Farelo de soja	9,3	8,1440	4,3710	0,1041	0,4389	0,5384	2,6725	0,0288	0,0511
Carbonato de cálcio p.a.	0,7340	0,7266	-	-	-	-	-	0,2936	-
Total								0,4842	0,2349

As rações eram constituídas de feno de Coast cross, milho triturado, farelo de trigo e soja. As fontes suplementares de cálcio e fósforo foram: carbonato de cálcio p.a., fosfato monossódico p.a. e farinha de osso.

Os animais receberam duas refeições ao dia, calculadas na base de 2% do peso vivo em matéria seca, sendo a primeira às 09:00 horas e a segunda às 16:00 horas. Antecedendo a cada refeição os cochos eram vistoriados e recolhidas e pesadas as possíveis sobras da refeição anterior. Para a alimentação dos animais foram observadas as normas descritas no NRC - Nutrient Requirements of Horses (1978).

Os alimentos foram moidos e triturados, para compor uma ração final de acordo com cada tratamento descrito (Tabelas 2, 3, 4 e 5), na fábrica de rações de UEPAE - São Carlos, com auxílio de um misturador modelo vertical para 500 kg. O concentrado final foi misturado ao feno, diretamente dentro do cocho após pesagens individuais, compondo a ração destinada a cada tratamento. Ao concentrado foi adicionado um "premix" mineral e vitamínico. Para ajuste do cálcio e fósforo, os suplementos foram pesados individualmente e colocados dentro do cocho e misturados à ração antes de cada refeição. O feno de Coast cross, o milho, e os farelos de soja e trigo foram adquiridos no comércio local do município de São Carlos.

3.5 - Período pré-experimental

As potras provenientes das pastagens de Coast cross da Fazenda de Criação de Equinos da UEPAE - EMBRAPA de São Carlos foram alojadas em baias individuais por um período de 14 dias e durante este período receberam uma ração normal para adaptação ao novo tipo de alimentação.

No início desta fase foram colhidas amostras de sangue e urina com o objetivo de verificar os valores dos níveis séricos e da urina em cálcio, fósforo e creatinina, e urinálise das potras criadas em regime exclusivo de pasto. Os animais também foram pesados e medidos na altura da cernelha.

3.6 - Período experimental

Durante cinco dias consecutivos na fase experimental foram colhidas amostras de sangue e urina, simultaneamente nos tempos de 0; 48; 72; 96 e 120 horas, de cada potra e em cada tratamento.

Os resultados obtidos de cálcio, fósforo e creatinina no soro sanguíneo e urina foram interrelacionados na fórmula descrita por TRAVERS (1976) para determinação da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio ou fósforo:

$$\% \text{DRCr (X)} = \frac{(X)u \times (Cr)s}{(X)s \times (Cr)u} \times 100$$

onde:

% DRCr(X) = taxa da depuração renal de creatinina para substância a ser determinada (cálcio ou fósforo)

(X)u = quantidade em mg/100 ml da substância X na urina (cálcio ou fósforo)

(X)s = quantidade em mg/100 ml da substância X no soro (cálcio ou fósforo)

(Cr)s = quantidade de creatinina em mg/100ml no soro.

(Cr)u = quantidade de creatinina em mg/100 ml na urina.

3.7 - Amostragem dos alimentos

Na fase experimental foram coletadas amostras com cerca de 500 gramas da ração completa diretamente do cocho de cada animal obtendo-se cinco amostras que ao final eram homogeneizadas e, de cada tratamento foi obtida uma única

amostra com peso médio de 500 gramas para análise do cálcio e fósforo.

3.8 - Análises laboratoriais

3.8.1 - Análise química dos alimentos e rações

As análises químicas e bromatológicas dos ingredientes da ração foram realizadas no laboratório da Divisão de Nutrição Animal do Instituto de Zootecnia da Secretaria de Agricultura de Nova Odessa, São Paulo segundo as normas da A.O.A.C. (1965).

As análises de cálcio e fósforo nas reações completas, farinha de osso e da água potável, foram realizadas na Seção de Doenças Carenciais e Metabólicas do Instituto Biológico, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (Tabela 6), através de espectrofotometria de absorção atômica.

Tabela 6 - Composição química bromatológica dos ingredientes utilizados no preparo das rações

Alimentos	Média dos nutrientes em 100% M.S.							P
	MS	PB	FB	EE	MM	ENN	CA	
Feno de coast cross	89,3700	4,6300	39,5200	2,5000	4,9900	37,7300	0,2600	0,1600
Farelo de milho	87,6800	8,5600	5,2300	3,0700	1,2500	69,5900	0,0100	0,2300
Farelo de trigo	87,7000	15,4400	3,5000	3,6200	3,6600	61,4800	0,0800	0,6600
Farelo de soja	87,5700	47,0000	1,1200	4,7200	5,7900	28,7400	0,3100	0,5500
Farinha de osso	-	-	-	-	-	-	28,0900	22,3900
Carbonato de cálcio p.a.	99,0000	-	-	-	-	-	40,0000	-
Fosfato monossódico p.a.	99,0000	-	-	-	-	-	-	25,8300

3.8.2 - Análises bioquímicas

O cálcio, fósforo e creatinina no soro e urina foram dosados pelo método kite labtest - Sistemas Diagnósticos Ltda., por reação colorimétrica com leitura em espectrofotômetro modelo 382-B. O princípio do método se baseia em: o cálcio reage com a purpura de ftaleína em meio alcalino, formando uma cor violeta, lida em 570 nm. O ion fosfato reage com o molibdenio em meio ácido, tornando-se amarelo, que é lido em 650 nm. A creatinina reage com solução de picrato em meio alcalino, formando um complexo de cor vermelha que é medido em 510 nm.

3.9 - Análise dos dados

A análise estatística dos dados foi realizada de acordo com o modelo de parcelas subdivididas. Cada tratamento foi aplicado a cada unidade inteiramente ao acaso, a cinco animais, as parcelas.

As amostras de soro e urina foram consideradas como sub-parcelas no tempo. O efeito do tempo foi estudado através da regressão polinomial, enquanto que as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de TUKEY.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Tratamento A - cálcio normal e fósforo normal

4.1.1 - Taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio (%DRCr-Ca)

As médias da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio (%DRCr-Ca) no tempo 0 dentro dos tratamentos foram A: 3,52%; B: 5,10%; C: 3,50% e, D: 6,89%. Não houve diferença significavativa ($P>0,05$) entre as médias dos tratamentos (Tabelas 7, 8, 9 e 12). As médias da % DRCr-Ca dentro dos tempos do tratamento A foram: 0 horas: $3,52\% \pm 0,83$; 48 horas: $5,95\% \pm 1,01$; 72 horas: $5,27\% \pm 0,70$; 96 horas: $10,14\% \pm 5,28$ e 120 horas: $7,77\% \pm 2,17\%$. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre as médias dentro dos tempos. (Tabela 7 e figura 1).

Tabela 7 - Tratamento A - Valores médios e desvio padrão da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio e fósforo (% DRCr-Ca e P) medidos nos diferentes tempos em 5 potras Arabe e mestiça Arabe

C	TEMPO (horas)				
	0	48	72	96	120
%DRCr-Ca					
5,95	3,52a	5,95a	5,27a	10,14a	7,77a
$\pm$ 0,78	$\pm$ 0,83	$\pm$ 1,01	$\pm$ 0,70	$\pm$ 5,28	$\pm$ 2,17
%DRCr-P					
1,22	0,83b	1,01b	1,09b	2,52b	2,37b
$\pm$ 0,23	$\pm$ 0,15	$\pm$ 0,31	$\pm$ 0,34	$\pm$ 0,69	$\pm$ 1,00

C = nas condições de campo

Médias seguidas por letras iguais, na mesma linha, não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) entre os tempos

FIGURA 1 - Valores médios da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio e fósforo (%DRCr-Ca e P) medidas nos tempos de 0, 48, 72, 96 e 120 horas no tratamento A, em cinco potras Arabe e mestiça Arabe.

Em estudos conduzidos por CAPLE et alii (1982) e CUDDEFORD et alii (1990) com cavalos adultos ingerindo 0,30% de cálcio na dieta, os animais apresentaram valores %DRCr-Ca maiores que 2,5%. No presente experimento foi calculada uma ingestão normal de 0,40% de cálcio para potras em crescimento de 18 à 24 meses de idade de acordo com o NCR (1978), ou seja, uma ingestão diária de 24g de cálcio. De acordo com SCHRYVER et alii (1970) que trabalharam com poneis, existe uma perda obrigatória de 2,5g de Ca/dia/100 kg peso vivo, sendo necessária a ingestão de 5,0g de Ca/dia/100 kg de peso vivo considerando 50% de absorção de cálcio. A excreção e retenção são diretamente proporcionais a ingestão apresentando um coeficiente de correlação de 0,94 em função da ingestão para retenção e de 0,90 em relação a ingestão para a excreção urinária. Os rins dos cavalos de 18 a 24 meses de idade excretam de 40 a 50% do cálcio absorvido e segundo SCHRYVER et alii (1974) a grande quantidade de cristais de carbonato de cálcio geralmente encontrada na urina de eqüinos, vem confirmar a importância dos rins como meio de excreção de Ca. Para um estágio equivalente de maturidade e ingestão de Ca por ovinos e bovinos, cavalos e poneis absorvem mais Ca e excretam maior proporção do Ca absorvido na urina. O principal sítio de absorção de Ca é o duodeno com 39,9% de absorção, e mencionam SCHRYVER et alii (1970) que numa dieta equilibrada em Ca e P não há interferência do P na absorção do Ca, indicando que para níveis normais de ingestão de Ca deve haver uma excreção urinária constante, a não ser que haja interferentes com o Ca a

exemplo do oxalato citado por SWARTZMAN et alii (1978), como sendo prejudicial acima de 0,50% na dieta. No presente experimento o oxalato total medido no feno de Coast cross foi inferior a 0,50% na forragem.

A viabilidade do cálcio e fósforo na fonte foi levada em consideração e de acordo com HINTZ e SCHRYVER (1972) o cálcio apresentou níveis de digestibilidade real de aproximadamente 70%. O P apresentou digestibilidade real variando de 39,3 a 45,5%. Neste experimento a fonte de Ca usada foi o CaCO_3 pró-análise com 99% de pureza. Em níveis normais de $\text{Ca} - \text{P}$ na dieta existe segundo LITLEDIKE et alii (1987) uma interação positiva na absorção, sendo que nestas condições os níveis de P não afetam a absorção do Ca.

MORRIS et alii (1984) estudaram em eqüinos normais a depuração renal de Ca e encontraram valores variando de 1,42 a 3,41%. Esta variação também foi observada por COFFMAN (1980) que descreveu a característica da urina dos eqüinos por apresentarem grandes quantidades de cristais de CaCO_3 sendo necessária um esvaziamento completo do conteúdo da bexiga urinária, completa homogeneização, e dissolução ácida dos cristais precedendo as dosagens de Ca na urina. A verificação de HINTZ et alii (1976) de que os rins tem um papel fundamental na manutenção da homeostase do Ca e P, evidencia a importância do diagnóstico do metabolismo do Ca e P através das dosagens destes elementos na urina.

4.1.2 = Taxa de depuração renal de creatinina para o fósforo (%DRCr-P)

As médias da % DRCr-P no tempo 0 dentro dos tratamentos foram: A: 0,83%; B: 1,40%; C: 1,41% e D: 1,25% não havendo diferença significativa ($P>0,05$) entre as médias (Tabelas 7, 8, 9 e 12 e figura 1).

As médias da taxa de depuração renal de creatinina para o fósforo (% DRCr-P) dentro dos tempos no tratamento A foram: 0 horas: 0,83% $\pm$ 0,15; 48 horas: 1,01% $\pm$ 0,31; 72 horas: 1,09% $\pm$ 0,34; 96 horas: 2,52% $\pm$ 0,69; 120 horas: 2,37% $\pm$ 1,00, não apresentando diferença significativa ($P>0,05$) entre as médias nos tempos. (Tabela 7 e figura 1).

O tratamento A tinha 0,30% de P, valor considerado normal pelo NRC (1978). CAPLE et alii (1982) trabalharam com oito éguas adultas de 3 a 6 anos de idade pesando 350 a 400 kg, com 0,20% de P na dieta, concluíram que os animais com níveis normais de P na dieta devem apresentar uma %DRCr-P menor que 4%, o que significa uma excreção urinária de fósforo aproximadamente menor que 4,65 mg/dl. Entretanto, JOYCE et alii (1971) trabalhando com 9 cavalos normais verificaram que este valor é de 4 a 18 mg.P/dl. em dietas equilibradas em Ca e P. No presente experimento no tratamento A foram obtidos valores variando de 1,38 mg.P/dl. $\pm$ 0,13 à 7,55 mg.P/dl. $\pm$ 2,68. Esta variação a nosso ver se deve a digestibilidade real do P nas fontes utilizadas na dieta. Assim, HINTZ et alii (1973) encontraram uma digestibilidade

real para o farelo de trigo de $29,5\% \pm 3,0$. Em outras fontes de suplemento de P a digestibilidade real determinada por HINTZ et alii (1972) foram fosfato dicálcico 43,6%; farinha de osso 46,3%; e dieta basal constituída de feno de timóteo, polpa de beterraba, amido e milho com 39,3% de digestibilidade real.

Além da análise bromatológica dos alimentos é necessário que provas diagnósticas complementares sejam realizadas para avaliar o metabolismo do P, face a complexidade das interações minerais principalmente em relação aos macroelementos Ca e P. TRAVER et alii (1976) determinaram em cavalos adultos clinicamente normais valores da %DRCr-P variando de 0 à 0,5%. A técnica utilizada pelos autores foi baseada em trabalhos realizados por KNUDSEN (1959) através da determinação do índice de depuração renal de creatinina e foi considerada pelos mesmos de valor diagnóstico. A única dificuldade na interpretação da discrepância de valores encontrados na literatura é devido a não padronização das dietas empregadas nestas avaliações, ou seja, uma quantificação dos níveis de P na dieta final. No presente trabalho, o tratamento A continha 18g de P na dieta diária e as potras apresentaram uma %DRCr-P variando de 0,83 à 2,52%. Outros autores determinaram %DCr-P não mencionando os níveis de P na dieta final. Assim, LANE et alii (1983) trabalharam com 4 cavalos e 1 pônei encontrando valor médio de $0,180\% \pm 0,0015$ P; KONH et alii (1986) encontraram valores variando de 0,04 à 0,16% P em seis éguas adultas normais; HARRIS e COLLES (1988) obtiveram valores variando de 0 à 0,2%P e EDWARDS et alii

(1989) analisaram 65 cavalos adultos e obtiveram valores variando de 0,023 a 2,77% P. Os valores observados no presente experimento estão dentro do esperado considerando dados da literatura.

4.2 - Tratamento B = cálcio baixo e fósforo alto

4.2.1 - Taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio (%DRCr-Ca)

As médias da taxa de depuração renal de creatinina para cálcio (%DRCr-Ca) dentro dos tempos no tratamento B foram: 0 horas: 5,10% $\pm$ 0,56; 48 horas: 1,22% $\pm$ 0,29; 72 horas: 0,79% $\pm$ 0,35; 96 horas: 1,23% $\pm$ 0,35; 120 horas: 1,62% $\pm$ 0,17. Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para as médias dos tempos (Tabela 8, figura 2).

A média geral dos cinco tempos no tratamento B foi de 1,99% e diferiu significativamente ($P < 0,01$) das médias dos tratamentos A (6,53%) e D (6,34%). (Tabela 10, figura 6).

TEETER et alii (1967) e BOURKE (1968) examinaram o aparecimento de patologias ósseas em eqüinos, advindas da dieta desequilibrada com baixo Ca e alto fósforo e obtiveram melhora significativa dos animais com a correção dos níveis destes elementos na ração.

Tabela 8 - Tratamento B - Valores médios e desvio padrão da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio e fósforo (%DRCr-Ca e P) medidos nos diferentes tempos em 5 potras Arabe e mestiça Arabe

C	TEMPO (horas)				
	0	48	72	96	120
%DRCr-Ca					
5,61 ± 1,25	5,10a ± 0,56	1,22b ± 0,29	0,79b ± 0,35	1,23b ± 0,35	1,62b ± 0,17
%DRCr-P					
0,82 ± 0,08	1,40c ± 0,16	5,92d ± 0,62	12,46d ± 4,50	6,02d ± 0,84	22,71d ± 7,33

C = nas condições de campo

Médias seguidas por letras distintas, na mesma linha, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade

FIGURA 2 - Valores médios da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio e fósforo (%DRCr-Ca e P) medidos nos tempos de 0, 48, 72, 96 e 120 horas no tratamento B, em cinco potras Arabe e mestiça Arabe.

SCHRYVER et alii (1971-a) verificaram que altos níveis de P na dieta (1,2% de P) prejudicavam a absorção do Ca, determinando um aumento na taxa de deposição e remoção do Ca ósseo e aumento da excreção de P na urina influenciado pelo hormônio da paratireóide que age sobre os rins aumentando a excreção de fosfato e diminuindo a excreção de Ca.

NORDIN e PEACOCK (1969) e GANS e MERCER (1984) mencionaram o importante papel que os rins exercem sobre a homeostase do Ca reabsorvendo do filtrado na deficiência ou excretando quando no excesso do elemento. Da mesma maneira MASSRY et alii (1973) e HABENER (1981) citaram o papel da glândula paratireóide sobre a regulação da absorção intestinal do Ca, reabsorção tubular renal do Ca filtrado, aumento da excreção renal de fosfatos quando em excesso de P na dieta, ações estas de extrema importância na homeostase do Ca e P. Deste mecanismo de regulação depende o desenvolvimento e manutenção do esqueleto normal dos animais, referindo-se assim RAIZ (1981) da importância do hormônio do crescimento sobre o desenvolvimento esquelético. Neste experimento, no tratamento B, o %DRCr-Ca de 0,79% no tempo de 72 horas reflete uma baixa absorção e excreção de Ca da dieta por influência primária do alto P e baixo Ca na ração do tratamento B. Vários autores citam o tempo de 72 horas como sendo o tempo que melhor reflete este desequilíbrio na dieta e, de acordo com CAPLE et alii (1982), é o tempo de escolha para monitorar uma dieta alta em grão e com baixo Ca, observando-se valores de %DRCr-Ca menores que 2,5%. A excreção urinária média de Ca no tempo 0 horas

deste tratamento foi de 31,23 mg/dl e abaixou para 2,57 mg/dl no tempo de 72 horas (Tabela 8 e figura 2).

4.2.2 - Taxa de depuração renal de creatinina para o P (%DRCr-P)

As médias da taxa de depuração renal de creatinina para o fósforo (%DRCr-P) dentro dos tempos no tratamento B foram: 0 horas: 1,40% $\pm$ 0,16; 48 horas: 5,92% $\pm$ 0,62; 72 horas: 12,46% $\pm$ 4,50; 96 horas: 6,02% $\pm$ 0,84 e, 120 horas: 22,71% $\pm$ 7,33. Houve diferença significativa ($P < 0,05$) no tempo de 48 horas e ($P < 0,01$) nos demais tempos em relação aos tratamentos A, C e D (Tabela 8 e figura 2).

A média geral na análise conjunta nos 5 tempos dentro do tratamento B foi 9,84% e diferiu significativamente ($P < 0,01$) em relação as médias dos tratamentos A (1,57%), C (1,08%) e D (1,45%) (Tabela 11 e figura 7).

SCHRYVER et alii (1971-b) estudaram o metabolismo de P em pôneis de dois anos de idade variando os níveis de P na dieta desde 0,2%; 0,54%; 0,79% e 1,19% com níveis de Ca de 0,35 e 0,54% e verificaram que a retenção, e a excreção fecal e urinária de P são diretamente proporcionais a quantia ingerida, ou seja, existe uma linearidade entre a absorção, a retenção e a excreção sendo esta crescente no sentido da maior ingestão e absorção. No presente experimento, no tratamento B houve maior excreção de P urinário quando a

ingestão foi aumentada de 18g de P por dia no tratamento A para 49,92g de P por dia no tratamento B (Tabela 3).

SCHRYVER et alii (1972) descreveram que os principais sítios de absorção de P são a segunda metade do intestino delgado, colo dorsal e pequeno colo, não existindo influência de altos níveis de Ca na dieta sobre a absorção de P mas uma situação contrária sim, o que torna o cavalo ainda mais vulnerável ao excesso de P na dieta. No tratamento B deste experimento foi utilizado 50% de milho e 33,34% de farelo de trigo, calculando-se uma digestibilidade média de 33% para o P fitico presente nestes cereais de acordo com o NCR (1978) e HINTZ et alii (1973).

Na regulação da homeostase do Ca e P, um excesso de P e baixo Ca na dieta leva a hipersecreção da glândula paratireóide, verificado experimentalmente por ARGENZIO et alii (1974), com aumento da reabsorção óssea podendo levar a uma generalizada descalcificação osteodistrófica e aparecimento do hiperparatiroidismo nutricional secundário, quando perduram os níveis altos de P na dieta, associado ao baixo Ca. No presente experimento verificou-se que no tratamento B no tempo de 48 horas os valores %DRCr foram de 1,22% Ca e 5,92% P em 95% das vezes quando a dieta possuía um excesso de P, com resposta para um aumento na excreção urinária de P e decréscimo na excreção urinária de Ca.

As osteopatias caracterizadas por desequilíbrio de Ca e P na dieta, seja por baixo Ca e alto P, excesso de Ca combinado com excesso de P, ou Ca normal combinado com alto P

na dieta podem ser diagnosticadas e prevenidas a tempo com a coleta de apenas uma amostra de soro e urina simultaneamente seguidas da dosagem de Ca, P e creatinina para determinação do %DRCr-Ca e P, o que também foi verificado por NORDIN (1958); TRAVER et alii (1976); COFFMAN (1980); CAPLE et alii (1982), e CUDDEFORD et alii (1990).

MASON et alii (1988) encontraram em 40 cavalos puro sangue inglês em treino, com idade entre três e dez anos, valores da %DRCr-P variando de 0,06 a 42%. A dieta foi analisada constatando-se excesso de grão. Com a correção da dieta e acréscimo de CaCO_3 , os valores da %DRCr-P e Ca retornaram ao normal, sendo menor que 1% para o P. Os autores não informaram as quantias de P ingeridas por animal quando da correção da dieta.

Outros autores dedicaram importantes estudos a uma série de anomalias ósseas clínicas ou subclínicas resultantes do desequilíbrio de Ca e P na dieta assim descritas por KROOK (1959) que classificou o hiperparatireoidismo nutricional secundário como sendo de natureza compensatória induzido pela hipocalcemia. O autor subdividiu o hiperparatireoidismo em renal causado por hiperfosfatemia resultante da nefropatia crônica, e nutricional resultante de baixo cálcio e alto fósforo na dieta; TENNANT et alii (1982) estudaram em seis cavalos portadores de glomerulomefrite crônica e nefrite intersticial crônica devido a deficiência renal crônica associada com a hipercalcemia e hipofosfatemia resultante de uma incapacidade renal para manutenção da

homeostase do Ca e P; KNIGHT et alii (1985) estudaram a incidência das enfermidades ósseas em cavalos e sua correlação com a dieta mineral, enumerando as manifestações clínicas sob a forma de osteocondroses, epifisites, osteoartrites, deformidades angulares dos membros, contratura dos tendões e laminites. A osteodistrofia generalizada vista nestes processos de descalcificação são devidas diretamente a uma dieta desequilibrada em Ca e P. Os autores acima determinaram experimentalmente com 19 potros de um ano de idade, em crescimento, a correlação entre a ração e o aparecimento da patologias ósseas. A correlação encontrada foi negativa ($r = -0,71$) entre o nível dos constituintes da ração total e o aparecimento de problemas ósseos ($P < 0,0001$), ou seja, quanto menor o erro na ração para os níveis usados entre 0,50% à 1,37% de Ca e 0,38% à 0,80% de P), menor o número de problemas ósseos. Esta correlação estendeu-se para os níveis de Cu e Zn na ração; THATCHER (1991) relacionou o desenvolvimento de doenças ortopédicas no cavalo e o nível de nutrientes na dieta estabelecendo-se uma relação direta entre o aparecimento de doenças ósseas e os níveis de Ca e P na dieta; SCHRYVER et alii (1974) utilizaram dietas altas em P (1,4% P) e observaram que estas dietas promovem uma maior taxa de troca de Ca entre o osso e o meio extracelular e também maior excreção urinária de P.

4.3 - Tratamento C - cálcio baixo e fósforo baixo

4.3.1 - Taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio (%DRCr-Ca)

Os valores da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio (%DRCr-Ca) nos tempos dentro do tratamento C foram: 0 horas: 3,50% $\pm$ 0,53; 48 horas: 5,04% $\pm$ 2,63; 72 horas: 1,43 $\pm$ 0,36; 96 horas: 2,23% $\pm$ 0,16 e 120 horas: 2,30% $\pm$ 0,15. Houve diferença significativa ($P < 0,05$) a partir do tempo de 72 horas em relação ao tratamento A (5,27%) e D (5,86%) (Tabelas 7, 9 e 12 e figura 3)

Tabela 9 - Tratamento C - Valores médios e desvio padrão da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio e fósforo (%DRCr-Ca e P) medidos nos diferentes tempos em 5 potras Arabe e mestiça Arabe

C	TEMPO (horas)				
	0	48	72	96	120
%DRCr-Ca					
5,28	3,50a	5,04a	1,43b	2,23a	2,30a
$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
0,33	0,53	2,63	0,36	0,16	0,15
%DRCr-P					
1,03	1,41b	1,39b	0,89b	1,12b	0,62b
$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
0,13	0,11	0,67	0,46	0,28	0,07

C = nas condições de campo

Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) entre si

FIGURA 3 - Valores médios da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio e fósforo (%DRCr-Ca e P) medidos nos tempos de 0, 48, 72, 96 e 120 horas no tratamento C, em cinco potras Árabe e mestiça Árabe.

Para o tratamento C, a média geral do %DRCr-Ca nos 5 tempos na análise conjunta dos 4 tratamentos foi de 2,90%, apresentando diferença significativa ($P < 0,01$) em relação aos tratamentos A (6,53%), e D (6,34%). Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) em relação ao tratamento B (1,99%). (Tabela 10 e figura 4).

Neste tratamento a dieta continha 2,6g Ca/kg de M.S. e apresentou o menor valor da %DRCr-Ca a partir do tempo de 72 horas sendo igual a 1,43%, permanecendo abaixo dos valores do tratamento cálcio normal (3,52%) e fósforo normal com 4,0g de Ca/kg de M.S.. CAPLE et alii (1982) encontraram valores menores que 2,5% quando a dieta era deficiente em Ca (1,8 g de Ca/kg M.S.) ou quando a dieta era baixa em Ca (2,4g/kg M.S.) e alto em P (6,1g/kg/M.S.), o que também foi

verificado no presente experimento na dieta do tratamento B (Ca baixo: 0,74 gCa/kg M.S. e P alto: 8,32% g/kg M.S.). No tratamento C o valor de 2,90% na análise conjunta dos dados apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) em relação aos tratamentos A (6,53%) e D (6,34%). (Figura 4).

SCHRYVER et alli (1970) trabalharam com 1,5 g Ca/kg M.S. na dieta de poneis e constataram um balanço negativo de Ca com um decréscimo da excreção renal. Há um acentuado aumento da ação do paratormonio sobre os rins para aumentar a reabsorção do Ca filtrado, sobre os intestinos aumentando a absorção de Ca e sobre os ossos promovendo a reabsorção de Ca. Desta maneira os níveis séricos retornam ao normal, mantendo-se a homeostase do Ca sanguíneo, mecanismos estes exaustivamente revistos por TRAVER et alii (1976), COFFMAN (1980), HABENER (1981) e GANS e MERCER (1984) que consideraram-no um caminho aberto para a hipertrofia e exaustão da glândula paratireóide se a dieta continuar deficiente em Ca por algum tempo.

O oxalato total medido no feno de Coast cross utilizado neste experimento mostrou valores inferiores 0,50%, portanto foi desconsiderado em relação a complexação com o Ca da dieta ou sanguíneo, o que está de acordo com as citações feitas por ANDREWS (1971) em que o oxalato é determinante de nefropatias por absorção e complexação com o Ca a nível sanguíneo quando os valores são maiores que 0,50%, podendo haver deposição de cristais a nível de túbulos renais. SWARTZMAN et alii (1978) e MCKENZIE et alii (1981) estudaram os problemas advindos dos níveis altos de oxalato na dieta,

próximo ou maior que 1%, que determinam a inibição da absorção do Ca por complexação, podendo levar o animal a um quadro de hiperparatireoidismo nutricional secundário ou de danos renais pela deposição de cristais de oxalato nos túbulos renais.

4.3.2 - Taxa de depuração renal de creatinina para o fósforo (%DRCr-P)

Os valores da taxa de depuração renal de creatinina para o fósforo (%DRCr-P) dentro dos tempos do tratamento C foram: 0 horas: 1,41% $\pm$ 0,11; 48 horas: 1,39% $\pm$ 0,67; 72 horas: 0,80% $\pm$ 0,46; 96 horas: 1,12% $\pm$ 0,28 e 120 horas: 0,62% $\pm$ 0,07. As médias diferiram significativamente ($P < 0,05$) no tempo de 48 horas e 72 horas e também houve diferenças significativas ($P < 0,01$) nos tempos de 96 e 120 horas em relação ao tratamento B (Tabelas 8 e 9 e figuras 2 e 3).

Tabela 10 - Análise conjunta dos valores médios da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio (%DRCr-Ca) medidos nos tempos de 0, 48, 72, 96 e 120 horas no tratamento A, B, C e D

Tratamento	Número de repetições	Média	Nível de significância	
			5%	1%
A	25	6,53	a	A
D	25	6,34	a	A
C	25	2,90	b	AB
B	25	1,99	b	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado

FIGURA 4 - Valores médios da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio (%DRCr-Ca) nos tratamentos A, B, C e D médios em 5 potras Árabe e mestiça Árabe nos diferentes tempos. As médias do tratamento C diferiram significativamente ($P < 0,05$) em relação aos tratamentos A e D. As médias do tratamento B diferiram significativamente ($P < 0,01$) das médias do tratamento A e D.

A média geral de P nos 5 tempos no tratamento C na análise conjunta foi de 1,08% e diferiu significativamente ($P < 0,01$) em relação a média geral de 9,84% obtida no tratamento B (Tabela 11 e figura 6).

Tabela 11 - Análise conjunta dos valores médios da taxa de depuração renal de creatinina para o P (%DRCr-P) medidos nos tempos de 0, 48, 72, 96 e 120 horas no tratamento A, B, C e D

Tratamento	Número de repetições	Média	Nível de significância	
			5%	1%
B	25	9,84	a	A
A	25	1,57	b	B
D	25	1,45	b	B
C	25	1,08	b	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado

FIGURA 5 - Valores médios da taxa de depuração renal de creatinina para o fósforo (%DRCr-P) nos tratamentos A, B, C e D medidos em 5 potras Árabe e mestiça Árabe nos diferentes tempos. As médias do tratamento B diferiram significativamente ($P < 0,05$) em relação aos tratamentos A, C e D.

CUDDEFORD et alii (1990) trabalharam com cavalos adultos normais alimentados com 1,8 g P/kg de M.S. no feno de alfafa e 2,3g P/kg M.S. no feno de timóteo, e obtiveram um %DRCr-P de 0,72% e 0,61%, respectivamente. No presente trabalho no tratamento C com um nível de 1,6 g P/kg M.S., ou seja, abaixo das 3,0 g/kg M.S., o valor obtido foi de 0,62% no tempo de 120 horas.

HINTZ et alii (1976) consideraram que níveis de Ca e P inferiores aos recomendados na dieta para potro em crescimento podem levar a um quadro irreversível de malformação óssea com prejuízo ao desenvolvimento esquelético normal. No presente trabalho no tratamento C a dieta continha 0,16% P, níveis estes abaixo dos recomendados pelo NRC (1978) de 0,30% P na dieta. O tratamento C refletiu o metabolismo do P em animais criados nas condições de campo, ou seja, quando em dieta exclusiva de gramínea. Estes animais quando chegam ao estágio de adultos podem apresentar as funções orgânicas comprometidas e apresentar um esqueleto ósseo anormal.

4.4 - Tratamento D-cálcio alto e fósforo baixo

4.4.1 - Taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio (%DRCr-Ca)

Os valores da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio (%DRCr-Ca) nos tempos dentro do tratamento D foram: 0 horas: 6,89% $\pm$ 1,88; 48 horas: 3,80% $\pm$ 0,40; 72 horas: 5,86% $\pm$ 1,58; 96 horas: 3,71% $\pm$ 0,38; 120 horas: 11,42% $\pm$ 5,93. Houve diferença significativa ($P < 0,01$) no tempo de 72 horas em relação ao tratamento B e houve diferença significativa ($P < 0,05$) no tempo de 72 horas em relação ao tratamento C (Tabelas 8, 9 e 12 e figura 6).

Tabela 12 - Tratamento D - Valores médios e desvio padrão da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio e fósforo (%DRCr-Ca e P) medidos nos diferentes tempos em 5 potras Arabe e mestiça Arabe

C	TEMPO (horas)				
	0	48	72	96	120
%DRCr-Ca					
7,21	6,89a	3,80a	5,86a	3,71a	11,42a
$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
0,74	1,88	0,40	1,58	0,38	5,93
%DRCr-P					
1,26	1,25b	1,00b	1,22b	1,08b	0,79b
$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
0,20	0,30	0,13	0,17	0,18	0,19

C = nas condições de campo

Médias seguidas por letras iguais, na mesma linha, não apresentam diferenças significativas ($P > 0,05$) entre si

FIGURA 6 - Valores médios da taxa de depuração renal de creatinina para o cálcio e fósforo (%DRCr-Ca e P) medidos nos tempos de 0, 48, 72, 96 e 120 horas no tratamento D, em cinco potras Arabe e mestiça Arabe.

A média geral %DRCr-Ca nos cinco tempos (0, 48, 72, 96 e 120 horas) dentro dos tratamentos na análise conjunta foram: A: 6,53%; E: 6,34%; C: 2,90%; D: 1,99%. O tratamento D apresentou diferença significativa ($P < 0,01$) em relação ao tratamento B. Os tratamentos A e D apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) em relação aos tratamentos C e B (Tabela 10, Figura 4).

SCHRYVER et alii (1970) trabalharam com poneis em crescimento e usaram níveis de cálcio de 1,5% (alto), 0,8% (intermediário) e 0,15% (baixo) na dieta. Observaram que a excreção urinária de cálcio foi aumentada proporcionalmente a quantia de cálcio ingerida e absorvida. No tratamento D, no presente trabalho, foi usado o nível de 0,48% Ca na dieta e a excreção de Ca não mostrou diferença significativa ($P > 0,05$) em relação ao tratamento Ca normal com 0,40% de cálcio na dieta, e da mesma maneira foi superior ($P < 0,05$) aos tratamentos B (baixo Ca) e C (baixo Ca).

SCHRYVER et alii (1971-a) estudaram em poneis a combinação de dietas com cálcio normal (0,40%) e fósforo baixo (0,20%); cálcio normal (0,35%) e fósforo alto (1,19%) e seu efeito na excreção urinária. Foi observado um aumento de P na excreção urinária, e a excreção endógena de Ca também aumentou na dieta alta em P. Para níveis de 0,40% Ca e 0,35%P, a absorção, retenção e excreção urinária mostraram linearidade crescente, o que também foi verificado para o nível de 0,40% Ca e 0,20% P na dieta em relação a absorção e excreção urinária. Níveis de 1,50% Ca e 0,35% P na dieta estudada

experimentalmente em poneis por SCHRYVER et alii (1971-b) mostraram que a excreção urinária de Ca foi proporcionalmente maior, se comparada com a dieta baixa em Ca (0,35% Ca) e alto P (1,19% P).

CUDDEFORD et alii (1970) trabalharam com níveis de Ca de 11,4 g; 19,0 g e 26,3 g/kg M.S. no feno e obtiveram %DRCr-Ca de 25%; 29% e 33%, respectivamente. No presente trabalho, no tratamento D (com 4,84 g Ca/kg M.S.) no tempo de 120 horas o % DRCr-Ca foi igual a 11,42%. (Tabelas 5 e 12 e figura 6).

4.4.2 - Taxa de depuração renal de creatinina para o fósforo (%DRCr-P)

Os valores da taxa de depuração de creatinina para o fósforo (%DRCr-P) nos tempos dentro do tratamento D foram: 0 horas: $1,25\% \pm 0,30$; 48 horas: $1,00 \pm 0,13$; 72 horas: $1,22\% \pm 0,17$; 96 horas: $1,08\% \pm 0,18$ e 120 horas: $0,79\% \pm 0,19$. Houve diferença significativa ($P < 0,05$) das médias do tratamento D em relação as médias do tratamento B, no tempo de 48 horas e houve diferenças significativas ($P < 0,01$) nos tempos 72, 96 e 120 horas em relação as médias dos mesmos tratamentos (Tabelas 8, 12 e figura 6).

A média geral nos cinco tempos dentro dos tratamentos na análise conjunta foram: B: 9,84%; A: 1,57%; D: 1,45% e C: 1,08%. O tratamento D apresentou diferença

significativa ($P < 0,01$) em relação ao tratamento B. (Tabela 11 e figura 5).

TRAVER et alii (1976) estudaram a deficiência de P em cavalos através da determinação da %DRCr-P e encontraram valores próximos a zero, o que dificultou a interpretação dos resultados. COFFMAN (1980) descreveu valores em cavalos variando de 0 a 0,5% como sendo normais. Entretanto, os autores não mencionam as quantidades de P usadas nas dietas destes animais. Nos tratamentos D e C do presente trabalho foi encontrado um valor %DRCr-P de 0,79% (com 2,3 g P/kg M.S.) e 0,62% (com 1,6 g P/kg M.S.), respectivamente observadas nas tabelas 12 e 9. Estes valores são maiores que os citados pelos autores acima, mas refletem, com clareza os sinais de deficiência de P se comparados ao tratamento A (padrão), ou seja, cálcio normal e fósforo normal que mostrou valor médio nos cinco tempos igual a 1,22% P (Figuras 1, 3 e 6).

4.5 - Valores médios de cálcio, fósforo e creatinina no soro

4.5.1 - Valores médios de Ca no soro

A média geral de Ca no soro nos 4 tratamentos (A, B, C e D) no tempo inicial (0 horas) foi 11,42 mg/dl. Não houve diferença significativa ($P > 0,01$) entre as médias dos tratamentos (Tabela 13).

Tabela 13 - Valores médios e desvio padrão da média de cálcio no soro em mg/dl nos tratamentos A, B, C e D medidos nos diferentes tempos em 5 potras Arabe e mestiça Arabe

Tratamento	TEMPO (horas)					
	C	0	48	72	96	120
A	11,41	11,45a	11,81b	11,21c	12,40e	11,84g
	$\pm$ 0,17	$\pm$ 0,12	$\pm$ 0,08	$\pm$ 0,28	$\pm$ 0,23	$\pm$ 0,50
B	10,96	11,58a	11,31b	10,63c	11,24ef	12,65gh
	$\pm$ 0,40	$\pm$ 0,15	$\pm$ 0,12	$\pm$ 0,09	$\pm$ 0,47	$\pm$ 0,23
C	10,77	11,55a	11,46b	12,05cd	10,08f	10,49h
	$\pm$ 0,30	$\pm$ 0,45	$\pm$ 0,47	$\pm$ 0,68	$\pm$ 0,27	$\pm$ 0,40
D	10,69	11,11a	11,61b	13,14d	11,26f	11,64gh
	$\pm$ 0,13	$\pm$ 0,08	$\pm$ 0,25	$\pm$ 0,34	$\pm$ 0,14	$\pm$ 0,34

C = nas condições de campo

Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem entre si a nível de 5%.

Os valores médios de Ca no soro em mg/dl nos 4 tratamentos no tempo de 72 horas foram: A: 11,21; B: 10,63; C: 12,05 e D: 13,14. A média do tratamento D diferiu significativamente ($P < 0,05$) em relação as médias dos tratamentos A e B.

Os valores médios de Ca no soro em mg/dl nos 4 tratamentos no tempo de 96 horas foram: A: 12,40; B: 11,24; C: 10,08 e D: 11,26. A média do tratamento A diferiu significativamente ($P < 0,05$) das médias dos tratamentos C e D.

Os valores médios de cálcio no soro em mg/dl nos 4 tratamentos no tempo de 120 horas foram: A: 11,84; B: 12,65;

C: 10,49 e D: 11,64. A média do tratamento C diferiu significativamente ($P < 0,05$) em relação a média do tratamento A (Figura 7).

FIGURA 7 - Valores médios de cálcio e fósforo em mg/dl no soro nos tratamentos A, B, C e D medidos em 5 potras Árabe e mestiça Árabe nos diferentes tempos.

O tratamento B promoveu uma significativa mudança nos níveis sérico de cálcio. Os níveis normais médios de cálcio sérico no tratamento B, no tempo 0 foi de 11,58 mg/dl alterando-se para 10,63 mg/dl no tempo de 72 horas apresentando

diferença significativa ($P < 0,05$) em relação ao tratamento D com média de 13,14 mg/dl. Entretanto, as médias no tratamento B nos tempos de 96 e 120 horas foram 11,24 e 12,65 mg/dl, não apresentando diferença significativa ($P > 0,05$) em relação ao tratamento D, reafirmando o que disseram MASSRY et alii (1973); TRAVER et alii (1976); HABEAVER et alii (1971) e GANS & MERCER et alii (1984) sobre a imediata ação hormonal da glândula paratireóide sobre os rins e intestino na regulação da homeostase do cálcio, ao contrário do que afirmavam TEETER et alii (1967) que trabalharam com cavalos de 4 a 5 anos de idade e concluíram que para valores séricos inferiores a 11 mg/dl a dieta deveria ser verificada. SCHRYVER et alii (1970) encontraram valores de 11,70; 11,60 e 11,30 mg Ca/dl no soro de poneis durante a baixa (0,15% Ca) média (0,80% Ca) e alta (1,50% Ca) alimentação de cálcio com fósforo normal na dieta. Em outro experimento SCHRYVER et alii (1971-a) encontraram valores decrescendo de 11,5 para 10,0 mg/dl de Ca sérico, quando a dieta usada continha 0,20% P/kg M.S. e foi mudada para alta concentração de P com 1,19% P/kg M.S.. No presente experimento, no tratamento B e C os valores de cálcio sérico em mg/dl nos tempos 72, 96 e 120 horas foram: B: 10,63; 11,24 e 12,65 e C: 12,05; 10,08; 10,49, respectivamente. Evidenciou-se uma tendência a normalização do Ca sérico no tratamento B com uma consequente menor excreção urinária de cálcio e maior excreção urinária de P, portanto o menor valor de 10,63 foi transitório. No tratamento C houve uma tendência a diminuição

dos níveis séricos (tabela 13) e uma diminuição na excreção renal de cálcio.

No hiperparatireoidismo nutricional secundário (HPNS) KROOK (1959) descreveu valores variando de 8,1 a 12,7 mg/dl de Ca sérico obtido de uma amostragem de 36 cavalos doentes. Em 96 cavalos normais, o autor encontrou valores variando de 10,2 à 14,3 mg/dl de Ca sérico (Tabela 1). Nos casos em que há uma evidência clínica da doença (HPNS), os valores séricos de Ca podem auxiliar na compreensão da patologia, mas nem sempre são decisivos devido a ampla faixa de variação, pois observamos a média geral dos 4 tratamentos no tempo 0 no presente experimento igual a 11,42 mg/dl de Ca sérico que foi considerada padrão e a média obtida de 12,7 mg/dl Ca sérico também, próxima da normalidade, tendenciam a invalidar a conclusão feita pelo autor.

TENNANT et alii (1982) fizeram referência a valores normais de cálcio sérico variando de 11,2 a 13,6 mg/dl, e na hipocalcemia associada a deficiência renal crônica em cavalos encontraram um valor médio de 17,2 mg/dl, o que também foi verificado por BROBST et alii (1978) um valor variando de 15,4 à 20,4 mg/dl de Ca sérico quando o animal era portador de deficiência renal crônica.

4.5.2 - Valores médios de P no soro

A média geral de P no soro nos 4 tratamentos (A, B, C e D) no tempo inicial (0 horas) foi 4,12 mg/dl. Não houve

diferença significativa ($P > 0,05$) entre as médias dos tratamentos neste tempo (Tabela 14).

Tabela 14 - Valores médios e desvio padrão de fósforo no soro em mg/dl nos tratamentos A, B, C e D medidos nos diferentes tempos em 5 potras Árabe e mestiça Árabe

Tratamento	TEMPO (horas)					
	C	0	48	72	96	120
A	4,40	3,93a	4,11bc	4,18e	4,32g	4,57j
	$\pm$ 0,53	$\pm$ 0,38	$\pm$ 0,21	$\pm$ 0,13	$\pm$ 0,12	$\pm$ 0,25
B	4,73	3,66a	4,63b	5,21f	5,69h	4,63j
	$\pm$ 0,21	$\pm$ 0,44	$\pm$ 0,32	$\pm$ 0,19	$\pm$ 0,18	$\pm$ 0,35
C	3,40	3,98a	3,13c	3,81e	3,28i	3,77j
	$\pm$ 0,08	$\pm$ 0,76	$\pm$ 0,14	$\pm$ 0,29	$\pm$ 0,16	$\pm$ 0,13
D	3,89	4,92a	4,34b	4,01e	4,25g	4,32j
	$\pm$ 0,06	$\pm$ 0,15	$\pm$ 0,29	$\pm$ 0,90	$\pm$ 0,23	$\pm$ 0,25

C = nas condições de campo

Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem entre si a nível de 5%

Os valores médios de P no soro em mg/dl nos 4 tratamentos no tempo de 48 horas foram: A: 4,11; B: 4,63; C: 3,13 e D: 4,34. A média do tratamento C diferiu significativamente ($P < 0,05$) das médias dos tratamentos A, B e D.

Os valores médios de P no soro em mg/dl nos tratamentos no tempo de 72 horas foram: A: 4,18; B: 5,21; C: 3,81 e D: 4,01. A média do tratamento B diferiu significativamente ($P < 0,05$) das médias dos tratamentos A, C e D.

Os valores médios de P no soro em mg/dl nos 4 tratamentos no tempo de 96 horas foram: A: 4,32; B: 5,69; C: 3,28 e D: 4,25. A média do tratamento B diferiu significativamente ($P < 0,05$) da média do tratamento A, C e D. A média do tratamento A diferiu significativamente ($P < 0,05$) da média do tratamento B e C.

Os valores médios de P no soro em mg/dl nos 4 tratamentos no tempo de 120 horas foram: A: 4,57; B: 4,63; C: 3,77 e D: 4,32. Não houveram diferenças significativas ($P > 0,05$) entre as médias dos tratamentos para o P. (Figura 7).

O tratamento B (fósforo alto) apresentou níveis variando de 4,66 a 5,69 mg/dl P sérico a partir do tempo de 48 horas e permaneceu alto até 120 horas do experimento, mas com ligeira queda para 4,63 mg/dl. A dieta neste tratamento continha 0,74g Ca/kg M.S. e 8,32 g P/kg M.S.. Em contrapartida, o tratamento C (fósforo baixo) com níveis variando de 3,13 a 3,77 mg/dl P sérico foi o que apresentou os menores níveis séricos de P a partir do tempo de 48 horas e permanecendo baixo até 120 horas do experimento. A dieta neste tratamento continha 2,6 g Ca/kg M.S. e 1,6 g P/kg M.S., sendo os níveis mais baixos de P na dieta de todos os tratamentos. TENNANT et alii (1982) citaram para cavalos normais, valores variando de 3,1 a 5,6 mg/dl P sérico. Abaixo de 3,1 mg/dl P sérico consideraram insuficiência renal crônica, incapacitando os rins para conservar os níveis P sérico, apresentando características de uma hipofosfatemia.

De acordo com NORDIN & PEACOCK (1969); MASSRY et alii (1973) e TRAVER et alii (1976), quando há excesso de P na dieta e baixo cálcio, com conseqüente aumento dos níveis séricos de P, os mecanismos homeostáticos, regulados principalmente pela paratireóide, agem no sentido da maior absorção e menor excreção de Ca, menor absorção e maior excreção de P, com tendência a normalizar os níveis sanguíneos. No presente experimento no tratamento B foi observada uma alta de fósforo sérico a partir de 48 horas e uma ligeira queda no tempo de 120 horas, refletindo a possível interferência dos mecanismos de regulação hormonal sobre a absorção e excreção de P, o que pode ser verificado pelo aumento da excreção de P e diminuição da excreção de Ca. SCHRYVER et alii (1971-a) utilizando níveis variáveis de P na dieta de 0,2% e 1,2% com cálcio normal (0,40%) em dietas de ponies, verificaram que os níveis séricos de P também aumentaram de 3,7 para 5,5 mg/dl em resposta ao alto P na dieta. Provavelmente, se os autores prosseguissem por mais tempos as dosagens de P no soro encontrariam uma flutuação de valores, a exemplo do que foi verificado no presente trabalho no tempo de 120 horas do tratamento B e apresentado na tabela 14.

TRAVER et alii (1976) encontraram valores séricos de P igual a 3,6 mg/dl e %DRCr-P igual a 0,02% em um cavalo portador de deficiência. Em outro cavalo, com excesso de P na dieta e apresentando hiperparatireoidismo nutricional secundário o valor sérico de P foi 4,9 mg P dl e o %DRCr-P igual a 4,0%. Estes dados confirmaram o que foi verificado no

tratamento C e D neste experimento, ou seja, no tratamento C com baixo P, os níveis séricos (3,13 mg P/dl) se apresentam dentro da normalidade e no tratamento D para níveis de alto P na dieta no tempo de 120 horas os níveis séricos apesar de mais altos (4,63 mg P/dl) mas apresentaram-se dentro dos valores considerados normais e a medida de %DRCr-P igual a 22,71% evidenciou a alta excreção P na urina por reflexo da alta ingestão de P na dieta.

4.3 - Valores médios de creatinina no soro

As médias gerais de creatinina no soro em mg/dl nos 4 tratamentos nos tempos foram: 0 horas: 1,66; 48 horas: 1,87; 72 horas: 1,91; 96 horas: 1,91 e 120 horas: 1,92 (Tabela 15 e figura 8).

Tabela 15 - Valores médios e desvio padrão de creatinina no soro em mg/dl nos tratamentos A, B, C e D medidos nos diferentes tempos em 5 potras Árabe e mestiça Árabe

Tratamento	TEMPO (horas)					
	C	0	48	72	96	120
A	1,71	1,67a	1,81c	2,01f	1,82h	2,02k
	$\pm$ 0,14	$\pm$ 0,09	$\pm$ 0,09	$\pm$ 0,01	$\pm$ 0,03	$\pm$ 0,07
B	1,91	1,55a	1,79c	2,09f	2,08i	2,04k
	$\pm$ 0,10	$\pm$ 0,04	$\pm$ 0,04	$\pm$ 0,01	$\pm$ 0,09	$\pm$ 0,05
C	1,76	1,92b	2,52d	2,09f	2,17i	1,72m
	$\pm$ 0,05	$\pm$ 0,04	$\pm$ 0,10	$\pm$ 0,15	$\pm$ 0,04	$\pm$ 0,04
D	1,81	1,51a	1,38e	1,45g	1,57j	1,55m
	$\pm$ 0,04	$\pm$ 0,05	$\pm$ 0,05	$\pm$ 0,11	$\pm$ 0,02	$\pm$ 0,04

C = nas condições de campo

Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem entre si a nível de 5%.

FIGURA 8 - Valores médios de creatinina no soro em mg/dl nos tratamentos A, B, C e D medidos em 5 potras Arabe e mestiça Arabe nos diferentes tempos.

Vários autores estudaram a creatinina no soro de poneis e cavalos. TENNANT et alii (1982) descreveram que os valores séricos de creatinina em cavalos considerados normais variaram de 1,2 a 1,9 mg/dl e apresentaram-se alterados em 6 animais com deficiência renal crônica com uma elevação de 5,0 a 14,5 mg/dl; ZATZMAN et alii (1982) estudaram a creatinina sérica em cavalos e encontraram valores variando de 1,2 a 1,9 mg/dl. KOHN et alii (1986) encontraram valores de creatinina

sérica variando de 1,2 a 1,6 mg/dl em 6 éguas adultas normais; KNUDSEN (1959) em 5 observações em éguas normais, encontraram valores variando de 1,32 à 1,44 mg/dl.

Casos anormais de valores de creatinina sérica foram descritos por TRAVER et alii (1976) que observaram o valor sérico igual a 4,49 mg/dl em uma égua com nefrose hemoglobinúrica, e BROBST et alii (1978) descreveram um caso de uma égua com insuficiência renal crônica apresentando valor sérico de creatinina de 10,9 mg/dl associada a hipercalcemia e hipofosfatemia. No presente experimento nos 4 tratamentos não foi observado alteração de valores de creatinina que pudessem indicar alguma anormalidade na função renal. O maior valor 2,52 mg/dl no tempo de 48 horas no tratamento C necessita ser interpretado como uma possível influência da mudança da dieta de normal para deficiente em todos os seus constituintes.

4.6 - Valores médios de cálcio, fósforo e creatinina na urina

4.6.1 - Valores médios de cálcio na urina

A média geral de Ca na urina nos 4 tratamentos (A, B, C e D) no tempo inicial do experimento (tempo 0) foi 30,06 mg Ca/dl, não havendo diferença significativa ($P > 0,05$) entre as médias dos tratamentos (Tabelas 16).

As médias de Ca na urina em mg/dl nos 4 tratamentos no tempo de 72 horas foram: A: 37,57; B: 2,57; C: 24,56 e D: 36,22. A média do tratamento B diferiu

significativamente ($P < 0,05$) em relação as médias dos tratamentos A e D, pois, estes dois últimos tratamentos continham mais cálcio na dieta. O coeficiente de variação dos tratamentos no tempo de 72 horas foi 62,54%

As médias de Ca na urina em mg/dl nos 4 tratamentos no tempo de 96 horas foram: A: 47,20; B: 13,42; C: 19,34 e D: 26,80. A média do tratamento A diferiu significativamente ($P < 0,05$) em relação as médias dos tratamentos B e C.

As médias de Ca na urina em mg/dl nos 4 tratamentos no tempo de 120 horas foram: A: 27,64; B: 10,03; C: 36,86 e D: 32,53. As médias dos 4 tratamentos não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) no tempo de 120 horas (Figura 9).

Tabela 16 - Valores médios e desvio padrão de cálcio na urina em em mg/dl nos tratamentos A, B, C e D medidos nos diferentes tempos em 5 potras Arabe e mestiça Arabe

Tratamento	TEMPO (horas)					
	C	0	48	72	96	120
A	33,06	25,94a	25,08b	37,57c	47,20e	27,64g
	$\pm$ 4,00	$\pm$ 3,00	$\pm$ 1,08	$\pm$ 1,61	$\pm$ 7,01	$\pm$ 7,93
B	30,95	31,23a	8,46b	2,57d	13,43f	10,03g
	$\pm$ 4,40	$\pm$ 0,80	$\pm$ 0,43	$\pm$ 0,38	$\pm$ 3,45	$\pm$ 4,45
C	31,41	26,56a	22,28b	24,56cd	19,34f	36,86g
	$\pm$ 2,16	$\pm$ 7,73	$\pm$ 7,33	$\pm$ 11,71	$\pm$ 6,59	$\pm$ 9,35
D	26,06	36,52a	26,39b	36,22c	26,80ef	32,53g
	$\pm$ 3,96	$\pm$ 8,84	$\pm$ 8,97	$\pm$ 7,70	$\pm$ 8,73	$\pm$ 5,87

C = nas condições de campo

Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem entre si a nível de 5%.

FIGURA 9 - Valores médios de cálcio e fósforo na urina em mg/dl nos tratamentos A, B, C e D medidos em 5 potras Arabe e mestiça Arabe nos diferentes tempos.

NORDIN & PEACOCK (1969) observaram que ratos paratireoidectomizados tinham níveis de cálcio na urina de 1,41 mg/litro/hora, enquanto que os ratos normais apresentavam níveis de 0,37 mg/litro/hora, definindo assim o papel da paratireóide na regulação da homeostase do cálcio. No presente experimento, a deficiência de Ca (2,6 g Ca/kg M.S.) na dieta no tratamento C promoveu uma diminuição na excreção urinária de Ca. A média de excreção 26,56 mg/dl no tempo inicial (0 hora)

no tratamento C diferiu significativamente ($P < 0,05$) no tempo de 72 horas (24,56 mg Ca/dl) e 96 horas (19,34 mg Ca/dl) em relação aos tratamentos B e A, respectivamente. Estas observações podem ser em parte explicadas pelos achados a que se referem os autores acima, ou seja, a ação da paratireóide no sentido de diminuir a excreção de cálcio, aumentar a reabsorção de Ca do filtrado e aumentar a eficiência de absorção de Ca dos alimentos, e por último a reabsorção óssea para manutenção dos níveis séricos normais.

O tratamento B, com baixo cálcio na dieta (0,04% Ca) e alto P na dieta (0,83% P) mostrou redução na excreção de Ca urinário a partir do tempo de 48 horas (8,46 mg Ca/dl) e permaneceu baixa nos tempos de 72 horas (2,57 mg Ca/dl); 96 horas (13,43 mg Ca/dl) e 120 horas (10,03 mg Ca/dl) apresentado na figura 9.

SCHRYVER et alii (1971-a) trabalharam com poneis utilizando níveis de 0,35% Ca e 1,2% P (alto P). Os níveis de alto P na dieta diminuíram a absorção de Ca intestinal e a excreção na urina, que apresentou um valor menor que 0,36 g P/100 kg/dia do que quando se usou a dieta basal equilibrada em Ca (0,40% Ca) e P (0,20%) com valor de excreção urinária de 2,67 g Ca/100kg/dia.

O tratamento D, com cálcio alto na dieta (0,48% Ca) e fósforo baixo (0,23% P) apresentou médias que não diferiram ($P > 0,05$) em relação ao tratamento A (cálcio e fósforo normal) em nenhum dos tempos. Esta informação confirma as observações de SCHRYVER et alii (1970) que trabalharam com

pones com níveis de alto Ca (1,5% Ca) e com fósforo normal (0,35% P) na dieta, obtiveram a excreção de Ca urinário aumentada em relação a dieta baixo Ca (0,15% Ca) e P normal (0,35% P). Os autores observaram que o cálcio alto na alimentação não interferiu com a absorção intestinal do P.

4.6.2 - Valores médios de P na urina

A média geral de P na urina nos 4 tratamentos (A, B, C e D) no tempo inicial (0 hora) foi de 3,42 mg P/dl. Não havendo diferença significativa ($P > 0,05$) entre as médias dos tratamentos (Tabela 17).

Tabela 17 - Valores médios e desvio padrão de fósforo na urina em mg/dl nos tratamentos A, B, C e D medidos nos diferentes tempos em 5 potras Arabe e mestiça Arabe

Tratamento	TEMPO (horas)					
	C	0	48	72	96	120
A	2,83	2,27a	1,38b	4,13d	7,55f	5,56h
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
	0,88	0,43	0,13	2,41	2,68	4,54
B	2,26	4,15a	19,91c	25,22e	31,20g	24,03i
	+	+	+	+	+	+
	0,60	0,57	3,34	4,15	2,20	1,69
C	1,93	3,76a	2,03b	2,52d	2,67f	3,06h
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
	0,27	1,40	0,65	1,01	0,84	0,70
D	3,95	3,49a	4,14b	2,68d	2,65f	1,20h
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
	0,48	1,70	1,84	0,85	0,85	0,27

C = nas condições de campo

Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem entre si a nível de 1%.

O tratamento B apresentou diferença significativa ($P < 0,01$) para as médias de P na urina em relação aos tratamentos A, C e D em todos os tempos a partir de 48 horas do experimento (Figura 9).

SCHRYVER et alii (1971) trabalharam com poneis de 2 anos de idade pesando em média 150 kg p.v., alimentados com uma dieta contendo 0,79 e 1,19% P e 0,35% a 0,54% Ca. A excreção renal de P foi diretamente proporcional a ingestão, ou seja, a maior ingestão levou a maior excreção urinária. Nas dietas contendo 0,79% P e 1,19% P, os animais excretaram 2,85 g

P/dia e 6,30 g de p/dia, respectivamente. Em outro experimento, os mesmos autores acima verificaram que a retenção de P nos poneis foi semelhante quando eles foram alimentados com cálcio baixo (0,15% Ca) e cálcio alto (1,5% Ca) na dieta. A excreção renal é o mais importante mecanismo na manutenção da homeostase do P em poneis. A excreção fecal endógena de P não variou com a ingestão.

JOYCE et alii (1971) encontraram valores de P na urina de 7 cavalos hospitalizados com deformidades ósseas, (HPNS) variando de 116,0 a 224 mg/dl. A taxa de Ca : P na dieta foi de 1 : 10,5.

ARGENZIO et alii (1974) estudaram em 12 cavalos a homeostase do cálcio e fósforo e observaram que quando os animais eram paratireoidectomizados havia um aumento significativo ($P < 0,01$) dos níveis de P sanguíneo de 3,66 (grupo de animais controle) para 4,62 mg/dl (grupo de animais paratireoidectomizados) de P no soro. Esta observação mostrou a importância da paratireoide na manutenção da homeostase do cálcio e fósforo. No presente trabalho no tratamento B foi observado um aumento crescente de P na urina igual a 4,15 mg/de P no tempo de 0 horas para 31,20 mg/de P no tempo de 96 horas denotando a influência do paratormônio na excreção de P. O oposto pode ser observado no tratamento D que mostrou valor igual 3,49 mg/de P no tempo de 0 horas e este valor descreceu para 1,20 mg/de P no tempo de 120 horas, por influência do baixo P na alimentação. Estes resultados evidenciam um ativo

controle dos mecanismos homeostáticos sobre a depuração renal de P.

4.6.3 - Valores médios de creatinina na urina

As médias gerais de creatinina na urina em mg/dl nos 4 tratamentos e nos tempos foram: 0 horas: 109,27; 48 horas: 140,50; 72 horas: 147,95; 96 horas: 175,87 e 120 horas: 138,14, não havendo diferenças significativas ($P>0,05$) entre as mesmas. (Tabela 18).

Tabela 18 - Valores médios e desvio padrão de creatinina na urina em mg/dl nos tratamentos A, B, C e D medidos nos diferentes tempos em 5 potras Arabe e mestiça Arabe

Tratamento	TEMPO (horas)					
	C	0	48	72	96	120
A	101,48	123,64a	69,46b	147,38c	178,79d	96,99e
	$\pm$ 37,26	$\pm$ 21,57	$\pm$ 7,85	$\pm$ 35,65	$\pm$ 75,43	$\pm$ 45,38
B	115,91	85,19a	149,96b	141,80c	221,56d	109,66e
	$\pm$ 33,01	$\pm$ 6,68	$\pm$ 44,52	$\pm$ 44,00	$\pm$ 54,14	$\pm$ 44,64
C	97,20	141,22a	246,22b	208,61c	183,99d	257,18e
	$\pm$ 3,90	$\pm$ 40,73	$\pm$ 110,58	$\pm$ 29,28	$\pm$ 54,42	$\pm$ 66,98
D	115,91	85,19a	149,96b	141,80c	221,56d	109,66e
	$\pm$ 5,85	$\pm$ 31,39	$\pm$ 39,64	$\pm$ 33,07	$\pm$ 47,18	$\pm$ 32,33

C = nas condições de campo

Médias seguidas por letras iguais, na mesma coluna, não apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$) entre si

A menor média de creatinina na urina (69,46 mg/dl) foi encontrada no tempo de 48 horas no tratamento A, e a maior média (257,18 mg/dl) foi encontrada no tempo de 120 horas no tratamento C. Foram observados altos coeficientes de variação nos tempos de 48 e 120 horas nos tratamentos A igual 100,16% e C igual a 79,23%.

TRAVER et alii (1976) citaram níveis anormais de creatinina sérica e urinária de 4,49 e 26,3 mg/dl, respectivamente, em um cavalo de 8 anos de idade com nefrose hemoglobinúrica.

RAWLINGS et alii (1975) encontraram valores médios de $232,5 \pm 82,3$ mg/dl de creatinina na urina em 13 pôneis normais com 150kg peso vivo.

MORRIS et alii (1984) encontraram em 10 cavalos normais a média de $205,07 \pm 65,0$ mg/dl de creatinina na urina.

KOHN et alii (1986) em 6 éguas normais encontraram valor médio de 208,08 mg/dl de creatinina na urina.

No presente experimento nos 4 tratamentos e nos diferentes tempos verificou-se uma ampla variação dos valores médios de creatinina na urina, e não existe citação de valor médio padrão, pois a excreção de creatinina é variável durante um período de 24 horas, sendo portanto necessária a determinação da taxa de depuração renal para creatinina.

5- RESUMO E CONCLUSÕES

5 - RESUMO E CONCLUSOES

1 - O tratamento A com cálcio normal (24g de Ca e 18g de P por animal e por dia) mostrou valores da taxa de depuração renal de creatinina para o Ca (% DRCr-Ca) variando de 3,52% à 10,14% entre os tempos de 0 à 120 horas. Para o % DRCr-P as médias variaram de 0,83% à 2,52% entre os tempos de 0 à 120 horas. Estes valores forneceram os parâmetros de normalidade para padronização da técnica.

2 - O tratamento B com cálcio baixo e fósforo alto (4,44g de Ca e 49,92 g de P por animal e por dia) mostra valores para o %DRCr-Ca decrescendo de 5,10% à 1,62% e para o %DRCr-P crescente de 1,40% à 22,71% nos tempos de 0 à 120 horas, respectivamente. O alto nível de P na ração inibe a absorção de Ca e produz um aumento da excreção renal de P na urina podendo ser detectado a partir de tempo de 48 horas.

3 - O tratamento C com cálcio baixo e fósforo baixo mostrou valores para o %DRCr-Ca decrescendo de 5,04% à 2,30% e para o %DRCr-P decrescendo de 1,39% à 0,62% nos tempos de 48 à 120 horas, respectivamente. A redução do Ca na dieta de

24 g para 15,6 g/animal/dia pode ser detectada pela queda na % DRCr-Ca após 72 horas para 1,43%. A queda na depuração renal de P com a mudança na dieta de 18 g para 9,6 g/animal/dia pode ser detectada após 120 horas observando-se um valor de 0,62%, refletindo a deficiência de P na dieta.

4 - O tratamento D com cálcio alto e fósforo baixo mostrou valores para o % DRCr-Ca variando de 3,80% à 11,42% no tempo de 48 a 120 horas. O % DRCr-P variou de 1,00% à 0,79% nos tempos de 48 a 120 horas, respectivamente. O aumento do Ca de 24g para 29,04g/animal/dia, elevou a % DRCr-Ca em relação as dietas do tratamento B (1,62%) e C (2,30%) que tiveram a % DRCr-Ca diminuídas no tempo de 120 horas. A diminuição do P de 18 g para 14,04 g/animal/dia ocasionou um decréscimo na % DRCr-P em relação aos tratamentos A (2,37%) e B (22,71%) que tiveram os níveis de P na dieta normal e aumentados, respectivamente.

5 - O presente estudo mostrou que existe uma relação direta entre a ingestão e excreção urinária para níveis aumentados ou diminuídos de P na dieta.

6 - Evidenciou-se que a excreção urinária de cálcio é diretamente proporcional a ingestão na dieta. Entretanto, observou-se no tempo de 120 horas no tratamento C (cálcio baixo) um significativo aumento da excreção urinária média de cálcio para 36,86 mg/dl, provavelmente devido a ação do paratormônio que aumentou a reabsorção de cálcio ósseo, sendo portanto, necessário nestas circunstâncias, medir a depuração renal para dirimir a dúvida.

7 - As amplas faixas de variações apresentadas pelos valores de Ca no soro permitiram concluir que esses valores não servem como parâmetro para avaliar o perfil metabólico do Ca no equino devido a interferência na regulação hormonal sobre os rins, intestino e osso mesmo em dietas extremamente baixas em cálcio (tratamento C) e baixo cálcio e alto fósforo (tratamento B).

8 - A grande flutuação de valores médios de P no soro observadas nas diferentes dietas, confirmaram a interferência da homeostase mediada pelo paratormônio e evidenciaram que o monitoramento do P sérico não é um parâmetro seguro para avaliar o perfil metabólico deste elemento em eqüinos.

9 - O método de % DRCr-Ca e P tem uma grande viabilidade operacional, devido a sua praticidade, baixo custo, rapidez e fácil acesso aos usuários, permitindo a tempo hábil uma avaliação e correção das dietas desequilibradas prevenindo-se o aparecimento das patologias ósseas e renais.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANDREWS, E.J. Oxalate nephropathy in a horse. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, Schaumburg, 159: 49-52, 1971.
- ARGENZIO, R.A.; LOWE, J.E.; HINTZ, H.F. Calcium and phosphorus homeostasia in horses. *Journal of Nutrition*, Bethesda, 104: 18-27, 1974.
- BOURKE, J.M. Feeding of thoroughbred horses. *Australian Veterinary Journal*, Parkville, 44: 241-5, 1968.
- BROBST, D.F.; LEE, H.A.; SPENCER, G.R. Hipercalcemia and hipophosphatemia in a Mare with renal insufficiency. *Journal of the American Veterinary Association*, Ithaca, 173: 1370-2, 1978.
- CAPLE, I.W.; DOAKE, P.A.; ELLIS, P.G. Assessment of the calcium and phosphorus nutrition in horses by analysis of urine. *Australian Veterinary Journal*, Parkville, 58: 125-31, 1982.

- CAPLE, I.W.; BOURNE, J.M.; ELLIS, P.G. An examination of the calcium and phosphorus nutrition of throughbred race horses. *Australian Veterinary Journal*, Parkville, 58: 132-5, 1982.
- CHIAPPE, M.A.; GONZALEZ, G.D.; CAPAUL, E.G. La hidroxiprolina en perfiles bioquimicos de potrillos S.P.C. II. Nuevas correlaciones. *Veterinaria Argentina*, Buenos Aires, 5, 851-6, 1988.
- COFFMAN, J. Percent creatinine clearance ratios. *Veterinary Medicine Small and Animal Clinician*, Bonner Springs, 75: 671-6, 1980.
- CUDDEFORD, D.; WOODHEAD, A.; MUIRHEAD, R. Potencial of alfafa as source of calcium for calcium deficient horses. *Veterinary Record*, London, 126: 425-9, 1990.
- DENNY, J.E.F.M. Equine blood serum calcium and phosphorus concentrations in progressive nutritional hiperparathyroidism. *Journal of the South African Veterinary Association*, Pretoria, 56: 123-5, 1985.
- EDWARS, D.J.; BROWNLOW, M.A.; HUTCHINS, D.R. Indices of renal function: reference values in normal horses. *Australian Veterinary Journal*, Parkville, 66: 60-3, 1989..
- ELFERS, R.S.; BAYLY, W.M.; BROBST, D.F.; REED, S.M.; LIGGITT, H.D.; HAWKER, C.D.; BAYLINK, D.J. Alterations in calcium, phosphorus and C-terminal parathyroid hormone levels in equine acute renal disease. *Cornell Veterinarian*, Ithaca, 76: 317-29, 1986.

- ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ" Normas para elaboração de dissertações e teses. Piracicaba, Comissão de Pós-Graduação, 1987. 64p.
- GANS, J.H. & MERCER, P.F. The kidneys. In: SWENSON, M.J. ed. Dukes' physiology of domestic animals. 10. ed., Ithaca, Cornell University Press, 1984. p.507-36.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental.** 12 ed. Piracicaba, Nobel, 1987. 467p.
- HABENER, J.F. Regulation of parathyroid hormone secretion and biocynthesis. *Annual Review of Physiology*, Palo Alto, 43: 211-23, 1981.
- HARRIS, P.& COLLES, C. The use of creatinine clearance ratios in the prevention of equine rhabdomyolysis: A report of four cases. *Equine Veterinary Journal*, London, 20: 459-63, 1988
- HINTZ, H.F. & SCHRYVER, H.F. Availability to ponies of calcium and phosphorus from various supplements. *Journal of Animal Science*, Menasha, 34: 979-80, 1972.
- HINTZ, H.F. & SCHRYVER, H.F. Nutrition and bone development in horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, Schaumburg, 168: 39-44, 1976.
- HINTZ, H.F.; WILLIMAS, A.J.; ROGOFF, J.; SCHRYVER, H.F. Availability of phosphorus in wheat bran when fed to ponies. *Journal of Animal Science*, Menasha, 36: 522-5, 1973.
- JOYCE, J.R.; PIERCE, K.R.; ROMANE, W.M.; BAKER, J.M. Clinical study of nutritional secondary hiperparathyroidism in horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, Schaumburg, 158: 2033-42, 1971.

- KNIGHT, D.A.; GABEL, A.A.; REED, S.M.; EMBERTSON, R.M.; TYZNIK, W.J.; BRAMLAGE, D.V.M. Correlation of dietary mineral to incidence and severity of metabolic bone disease in Ohio and Kentuck. In: ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION EQUINE PRACTIT, 31., Kansas, 1985. Proceedings. Lexington, Ohio State University, 1985, p. 445-61.
- KNUDSEN, E. Renal clearance studies on the horse. I: inulin, endogenous creatinine and urea. *Acta Veterinaria Scandinavica*, Copenhagen, 1: 52-66, 1959.
- KOEPPEN, W. *Climatologic*. Buenos Aires, Panamericana, 1948. 478p.
- KOHN, C.W. & STRASSER, S.L. 24-hour renal clearance and excretion of endogenous substances in the mare. *American Journal of Veterinary Research*, Chicago, 47: 1332-7, 1986.
- KROOK, L. Dietary calcium-phosphorus and lameness in the horse. *Cornell Veterinarian*, Ithaca, 58: 59-73, 1968. Supplement.
- LANE, V.M. & MERRITT, A.M. Reliability of single-sample phosphorus fractional excretion determination as a measure of daily phosphorus renal clearance in equids. *American Journal of Veterinary Research*, Chicago, 44: 500-2, 1983.
- LITTLEDIKE, E.T. & GOFF, J. Interactions of calcium, phosphorus, magnesium, and vitamin D that influence their status in domestic meat animals. *Journal Animal of Science*, Menasha, 65: 1727-43, 1987.
- MASON, D.K.; WATKINS, K.L.; MCNIE, J.T. Diagnosis, treatment and prevention of nutritional secondary hiperparathyroidism

in thoroughbred race horses in Hong Kong. *Equine Practice*, Santa Barbara, 10: 10-7, 1988.

MASSRY, S.G.I.; FRIENER, R.M.; COBURN, J.W. Excretion of phosphate and calcium. *Archives of Internal Medicine*, Chicago, 131: 828-59, 1973.

MCKENZIE, R.A.; GARTNER, R.J.W.; BLANEY, B.J.; GIANVILLE, R.J. Control of nutritional secondary hiperparathyroidism in grazing horses with calcium plus phosphorus supplementation. *Australian Veterinary Journal*, Parkville, 57: 554-7, 1981.

MCKENZIE, R.A.; BLANEY, B.J.; GANER, R.J.W. The effect of dietary oxalate on calcium, phophorus and magnesium balance in horses. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, 97: 69-74, 1981.

MORRIS, D.D.; DIVERS, T.J.; WHITLOCK, R.H. Renal clearance and fractional excretion of electrolytes over a 24-hours period in horses. *American Journal of Veterinary Research*, Chicago, 45: 2431-5, 1984.

NATIONAL RESAEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of horses**. Washington, National Academy of Sciences, 1978. 33p. (Nutrient Requeriments of Domestic Animals, 6).

NORDIN, B.E.C. Primary and secondary hiperparathyroidism. *Advances in Internal Medicine*, Chicago, 9: 81-105, 1958.

NORDIN, B.E.C. & PEACOCK, M. Role of kidney in regulation of plasma calcium. *Lancet*, Boston, 13: 1280-3, 1969.

OTT, E.A. & ASQUITH, R.L. The influence of mineral supplementation on growth and skeletal development of

- yearling horses. *Journal of Animal Science*, Menasha, 67: 2831-40, 1989.
- RAISZ, L.G. & KREAM, B.E. Hormonal control of skeletal growth. *Annual Review of Physiology*, Palo Alto, 43: 225-38, 1981.
- RAWLINGS, C.A. & BISGARD, G.E. Renal clearance and excretion of endogenous substances in the small pony. *American Journal of Veterinary*, Chicago, 36: 45-8, 1975.
- SCHALM, O.W.; JAIN, N.C.; CARROL, E.J. **Veterinary hematology**. 3. ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 1975. 807p.
- SCHRYVER, H.F. & HINTZ, H.F. Calcium and phosphorus requirements of the horse.: A review. *Feedstuffs*, Minneapolis, 44: 35-6, 38, July 1972.
- SCHRYVER, H.F.; CRAIG, P.H.; HINTZ, H.F. Calcium metabolism in ponies fed varying levels of calcium. *Journal of Nutrition*, Bethesda, 100: 955-64, 1970.
- SCHRYVER, H.F.; HINTZ, H.F.; CRAIG, P.H. Calcium metabolism in ponies fed high phosphorus diet. *Journal of Nutrition*, Bethesda, 101: 259-64, 1971a.
- SCHRYVER, H.F.; HINTZ, H.f.; CRAIG, P.H. Phosphorus metabolism in ponies fed varying levels of phosphorus. *Journal of Nutrition*, Bethesda, 101: 1257-64, 1971b.
- SCHRYVER, H.F.; CRAIG, P.H.; HINTZ, H.F.; HOGUE, D.E.; LOWE, J.E. The site of calcium absorption in the horse. *Journal of Nutrition*, Bethesda, 100: 1127-32, 1970.
- SCHRYVER, H.F.; HINTZ, H.F.; CRAIG, P.H.; HOGUE, D.E.; LOWE, J.E. Site of phosphorus absorption from the intestine of the horse. *Journal of Nutrition*, Bethesda, 102: 143-8, 1972.

- SCHRYVER, H.f.; HINTZ, H.F.; LOWE, J.E.; HINTZ, R.L.; HARPER, R.B.; REID, J.T. Mineral composition of young horses. *Journal of Nutrition*, Bethesda, 104: 126-32, 1974.
- SWARTZMAN, J.A.; HINTZ, H.F.; SCHRYVER, H.F. Inhibition of calcium absorption in ponies fed diets containing oxalic acid. *American Journal of Veterinary Research*, Chicago, 39: 1621-3, 1978.
- TEETER, S.M.; STILLIONS, M.C.; NELSON, W.E. Maintenance levels of calcium and phosphorus in horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, Schaumburg, 151: 1625-8, 1967.
- TENNANT, B.; BETTLEHEIM, P.; KANEKO, J.J. Paradoxic hypercalcemia and hypophosphatemia associated with chronic renal failure in horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, Schaumburg, 108: 630-4, 1982.
- THATCHER, C.D. Nutritional aspects of development orthopedic disease in growing horses. *Veterinary Medicine*, Edwardsville, p.743-7, July, 1991.
- TISSERAND, J.L. Particulars of the horse's digestion. In: CONGRESO MUNDIAL DE ALIMENTACION ANIMAL, 4., Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion, p.369-78, 1988.
- TRAVERS, D.S.; COFFMAN, J.R.; MOORE, J.N.; SALEM, C.A.; GARNER, H.E.; JOHNSON, J.H.; TRISTSCHLER, L.G. Urine clearance ratios as a diagnostic aid in equine metabolic disease. *Proceedings of the American Association of Equine Practitioners*, St. Louis, 22: 177-83, 1976.

- TRAVERS, D.S.; SALEM, C.; COFFMAN, J.R.; GARNER, H.E.; MOORE, J.N.; JOHNSON, F.H.; TRISTSCHLER, L.G.; AMEND, J.F. Renal metabolism of endogenous substances in the horse; volumetric vs clearance ratio methods. *Journal of Equine Medicine and Surgery*, Princeton, 1(11): 378-82, 1977.
- WASSERMAN, R.H. Bones. In: SWENSON, M.J., ed. **Dukes'** physiology of domestic animals. 10. ed. Ithaca, Cornell University Press, 1984. p. 467-85.
- ZATSMAN, M.L.; CLARKE, L.; RAY, W.F.; GARNER, H.E.; TRAVER, D.V.M. Renal function of the pony and the horse. *American Journal of Veterinary*, Chicago, 43: 608-12, 1982.

APENDICE

APENDICE 1 - Peso e altura inicial e final das 20 potras Arabe e mestiça Arabe, utilizadas no experimento

Trata- mento	Nº de animais	Idade (meses)	Peso(a) (kg)	Peso(b) (kg)	Grau sangue	Altura(a) (m)	Altura(b) (m)
A	408	25	325	330	M(255/256)	1,41	1,43
	415	22	305	305	M(31/32)	1,45	1,46
	560	24	257	264	PC	1,35	1,36
	592	10	214	219	PC	1,32	1,34
	570	22	302	302	PC	1,44	1,44
B	404	25	309	309	M(3/4)	1,48	1,48
	409	24	296	286	M(127/128)	1,42	1,44
	429	12	204	212	M(255/256)	1,26	1,38
	565	23	264	264	PC	1,39	1,39
	580	13	229	232	PC	1,34	1,36
C	412	24	317	326	M(511/512)	1,44	1,44
	419	22	292	287	M(127/128)	1,35	1,45
	586	12	243	250	PC	1,29	1,33
	572	22	304	313	PC	1,42	1,42
	569	23	224	288	PC	1,37	1,41
D	426	20	248	285	M(127/128)	1,36	1,39
	402	19	308	310	M(63/64)	1,36	1,37
	410	20	324	325	M(3/4)	1,42	1,43
	562	19	304	306	PC	1,41	1,41
	563	17	275	280	PC	1,40	1,41
X		19,9	277,2	284,8		1,37	1,40
sd		4,58	37,76	33,95		0,05	0,04

a - peso inicial; b - peso final; c - altura inicial e d - altura final