

Carvalho, P.R. d'Arce, R.D., Machado Neto, R., et al. Aplicação da técnica da taxa de depuração renal de creatinina para avaliação do "status" do cálcio em eqüinos. PUBVET, Londrina, V. 2, N. 44, Art#428, Nov1, 2008.



PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.

Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=428>>.

Aplicação da técnica da taxa de depuração renal de creatinina para avaliação do "status" do cálcio em eqüinos¹

Paulo Reis de Carvalho², Raul Dantas d'Arce³, Raul Machado Neto³, Airton Manzano⁴

¹ Apoio financeiro da EMBRAPA – UEPAE, São Carlos-SP.

² Parte da Dissertação de mestrado do primeiro autor.

² Méd. Vet., Dr., Pesquisador, APTA Regional - Secretaria Agricultura e Abastecimento, Bauru-SP.

³ Professor da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, Piracicaba - SP.

⁴ Eng^o Agr^o., Dr., Pesquisador, EMBRAPA-UEPAE, São Carlos-SP.

Resumo - Este experimento foi realizado com objetivo de avaliar a eficiência da determinação da taxa do "clearance" de creatinina para o cálcio (% DRCr- Ca) como ferramenta de diagnóstico de osteopatias em eqüinos recebendo dietas com teores variáveis ou desequilibradas em Ca na ração. Foram utilizadas 20 potras árabes e mestiça árabe com idade média de 19,9 meses, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco potras por unidade experimental, submetidas a quatro tratamentos para coletas diárias

Carvalho, P.R. d'Arce, R.D., Machado Neto, R., et al. Aplicação da técnica da taxa de depuração renal de creatinina para avaliação do "status" do cálcio em eqüinos. PUBVET, Londrina, V. 2, N. 44, Art#428, Nov1, 2008.

de sangue e urina nos tempos de 0, 48, 72, 96 e 120 horas após período de adaptação de 15 dias. As rações dos tratamentos com diferentes níveis de Ca/dia na dieta foram compostas de: A- Ca normal e fósforo (P) normal - 24 g de Ca e 18 g de P/dia; B- Ca baixo e P alto - 4,42 g de Ca e 30,10 g de P/dia; C - Ca baixo e P baixo - 15,6 g de Ca e 9,6 g de P/dia; e D - Ca alto e P baixo - 29,04 g de Ca e 14,04 g de P/dia na dieta. Os animais receberam 6 kg de MS/dia em duas refeições. O % DRCr- Ca e respectivos níveis de significância para as médias nos tratamentos e nos tempos variaram de: A: 3,52% (0 h) a 10,15% (96 h), $P > 0,05$; B: 5,10% (0 h) a 0,79% (72 h), $P < 0,01$; C: 3,50% (0 h) a 1,43% (72 h), $P < 0,05$; e D: 6,89% (0 h) a 11,42% (120 h), $P > 0,05$. As dietas com Ca deficiente nos grupos B (48 h -1,22%, $P < 0,01$) e C (72 h - 1,43%, $P < 0,01$) mostraram decréscimos significativos do % DRCr- Ca entre tempos e tratamentos, respectivamente, e decréscimos da excreção de Ca urinário, permitindo concluir que é possível à detecção precoce da deficiência de Ca no animal com %DRCr-Ca menores que 3,50%.

Palavras-chave: taxa clearance, depuração renal, osteodistrofia, urina, potra árabe

Application of technique of the renal purification of creatinine ratio for evaluation of the calcium status in equine

Abstract - This experiment was carried out to evaluate the efficiency of creatinine clearance ratios for the calcium (% DRCr- Ca) as tool of diagnosis in the prevention of the osteopathology in equines receiving diets unbalanced in Ca. Twenty fillies averaging 19,9 months of age Arabian and crossbred Arabian fillies were used, in completely randomized design, with five fillies for experimental unit, submitted the four treatments for daily collections of blood and urine in the times of 0, 48, 72, 96 and 120 hours after period of adaptation of fifteen days. The diets of treatments with different levels of Ca / day in the diet was composed of: The normal Ca and normal P - 24 g of Ca and 18 g of P/day; B - Ca low and high P - 4,42 g of Ca and 30,10 g of P/day; C -

Carvalho, P.R. d'Arce, R.D., Machado Neto, R., et al. Aplicação da técnica da taxa de depuração renal de creatinina para avaliação do "status" do cálcio em eqüinos. PUBVET, Londrina, V. 2, N. 44, Art#428, Nov1, 2008.

low Ca and low P - 15,6 g of Ca and 9,6 g of P/day; and D - high Ca and low P - 29,04 g of Ca and 14,04 g of P/day in the diet. The animals received six kg of MS/day in two meals. The % DRCr- Ca and respective levels of significant to averages in the treatments and the times had varied: 3.52% (0 h) 10.15% (96 h), and $P > 0.05$; B: 5.10% (0 h) 0.79% (72 h), and $P < 0.01$; C: 3.50% (0 h) 1.43% (72 h), and $P < 0.05$; and D: 6.89% (0 h) 11.42% (120 h), and $P > 0.05$. The diets with deficient Ca in groups B (48 h - 1,22%, $P < 0.01$) and C (72 h - 1.43%, $P < 0.01$) showed significant decreases of % DRCr- Ca between times and treatments, respectively, and decreases of the excretion of urinary Ca, allowing it is possible to conclude the precocious detection of the Ca in animal deficiency with %DRCr-Ca lower than 3.50% .

Key Words: clearance ratio, renal depuration, osteodystrophy, urine, arabian filly

Introdução

O esqueleto em mamíferos apresenta duas e às vezes incompatíveis funções, a estrutural e a metabólica. Metabolicamente, o esqueleto funciona principalmente como reservatório de íons de vital importância, entre os quais o cálcio (Ca). No osso e cartilagem, hormônios atuam de maneira coordenada a manter o balanço entre estas duas funções (Raisz & Kream, 1981). Os tecidos do esqueleto detém entre 80 e 85% de toda matéria mineral do organismo animal, sendo mais de 99% do Ca corporal encontrado nos ossos e dentes. Segundo Wasserman (1984), o mineral ósseo de estrutura cristalina da série apatita é formado de hidroxiapatita de formula estrutural $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ e sais de Ca do tipo fosfato tricalcio e carbonato de cálcio. De acordo com Krook (1968), a renovação constante de tecido ósseo é a base para classificação da morfologia e patogenia de doença metabólica óssea caracterizada por osteopenia.

O rim é o principal regulador da homeostasia do Ca no fluído extracelular em eqüinos e segundo Nordin & Peacock (1969) para equivalente estágio de

Carvalho, P.R. d'Arce, R.D., Machado Neto, R., et al. Aplicação da técnica da taxa de depuração renal de creatinina para avaliação do "status" do cálcio em eqüinos. PUBVET, Londrina, V. 2, N. 44, Art#428, Nov1, 2008.

maturidade e ingestão de cálcio por bovinos e ovinos, cavalos absorvem mais Ca e excretam maior proporção de Ca absorvido na urina. A proporção de Ca absorvido e excretado pelos rins do eqüino aumenta numa relação direta a absorção. Os rins de cavalos em crescimento excretam média aproximada de 30% do Ca absorvido e do cavalo de 18 a 24 meses, entre 40 a 50% do Ca absorvido (Schryver et al, 1974). A grande quantia de carbonato de Ca encontrada na urina eqüina segundo Brobst et al. (1978) confirma a importância do rim como meio de excreção de Ca na manutenção da homeostasia do Ca plasmático.

A absorção de Ca da dieta pode variar de 45 a 70% e a perda fecal endógena tem apresentado média de 20 mg/kg PV/dia (Schryver et al., 1970a; Elfers et al., 1986), a excreção endógena renal de 5 mg a 6 mg Ca/kg PV/dia em cavalos ingerindo Ca próximo dos requerimentos de manutenção (Schryver et al., 1970a, 1974; Blaney et al., 1981) e 18 mg a 20 mg Ca/kg PV/dia em cavalos com dieta a base de feno de alfafa (1,52% Ca) e cereais (Cymbaluk & Christensen, 1986).

Dificuldade encontrada na obtenção de coleção total de urina no tempo de 24 horas, especialmente em cavalo, segundo Handa (1967) e Lane (1983), pode ser resolvida adotando-se técnica simplificada na rotina clínica baseada em que a depuração de uma substância, X, que requer somente concentração de X e creatinina (Cr) em coleta simultânea de amostra de urina e soro sangüíneo para determinação do clearance de creatinina para o íon X (% Cr-X). Experimentalmente, Morris et al. (1984) observou que a excreção de Cr permanece praticamente constante num período de 24 horas em condições de homogeneidade de práticas de manejo incluindo principalmente alimentação e atividade física. Knudsen (1959) demonstrou em cavalos que o clearance de creatinina endógena tem valor relativo ao redor de 90% em relação ao clearance de inulina e é usado nas determinações de Cr para avaliação da filtração glomerular renal no cavalo (Gans & Mercer, 1984).

O objetivo desta pesquisa foi determinar o % DR_{Cr}- Ca em amostra de urina e soro sangüíneo colhidos simultaneamente de eqüinos sadios

submetidos às dietas com diferentes porcentuais de Ca nas rações experimentais com o propósito de avaliar o efeito dos tratamentos e do tempo sobre o status nutricional e metabólico do Ca. Averiguar a eficácia da técnica % DRCr- em detectar precocemente as variações do perfil bioquímico do íon Ca e avaliar a função renal dos eqüinos submetidos às dietas com diferentes teores de Ca.

Material e Métodos

A fase experimental do presente projeto de pesquisa foi desenvolvida na Unidade de Pesquisa de Âmbito Estadual da EMBRAPA de São Carlos-SP, clima tipo Cw, subtropical chuvoso, inverno seco e precipitação anual média de 1502 mm.

Foram utilizadas 20 potras, sendo 10 potras puras da raça Árabe e 10 mestiças Árabe, com idade média de 19,9 meses. O peso e altura médios das potras e o desvio padrão no início do experimento foram, respectivamente, de 277,2 kg \pm 37,76 e 1,37 m \pm 0,05. O peso e altura médios das potras e o desvio padrão no final do experimento foram, respectivamente, de 284,8 kg \pm 33,95 e 1,40 m \pm 0,04.

Os animais foram distribuídos em baias individuais de alvenaria com área de 11,97 m² (4,20 m x 2,85 m), piso de cimento, providas de cocho de cimento onde recebiam a ração de concentrado e volumoso nos tratamentos especificados. Durante as fases de adaptação e experimental não foram usados qualquer tipo de cama sobre o piso.

Os tratamentos, em número de quatro, foram aplicados a grupos de cinco potras, distribuídos a seguir: A- cálcio normal e fósforo normal - 24 g de Ca e 18 g de P por dia na dieta para atender as exigências dos animais desta faixa etária; B- cálcio baixo e fósforo alto - 4,42 g de Ca e 30,10 g de P por dia na dieta; C - cálcio baixo e fósforo baixo - 15,6 g de Ca e 9,6 g de P por dia na dieta; D - cálcio alto e fósforo baixo - 29,04 g de Ca e 14,04 g de P por dia na dieta. Os animais receberam 6 kg de MS/dia, sendo a primeira refeição as 10 h

Carvalho, P.R. d'Arce, R.D., Machado Neto, R., et al. Aplicação da técnica da taxa de depuração renal de creatinina para avaliação do "status" do cálcio em equinos. PUBVET, Londrina, V. 2, N. 44, Art#428, Nov1, 2008.

e a segunda as 16 h (Tabela 1). A composição química bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais foram determinadas segundo a metodologia descrita pelo AOAC (1970). A composição mineral em Ca e P das dietas experimentais foram determinadas espectrofotometria de absorção atômica da marca Varian®.

Análises bioquímicas

O sangue total para obtenção do soro foi colhido por punção da jugular em tubo de vidro tipo vacutainer sem anticoagulante. A urina foi colhida diretamente da bexiga com auxílio de sonda metálica de inox esterelizada e precedida de cuidadosa assepsia do local. Após 15 dias de adaptação, as amostras de urina e soro foram obtidas diariamente com colheita simultânea no horário entre 12 h e 14 h nos tempos 0 (inicial), 48, 72, 96 e 120 h do início da fase experimental. A urinálise foi realizada após centrifugação de alíquota de amostra de urina para estudo de sedimentoscopia de cristais, células de descamação e flora presentes no aparelho urinário.

O Ca e Creatinina (Cr) no soro e urina, para determinação do clearance percentual de Ca (% DRCr- Ca), foram dosados pelo método kit Labtest® - Sistemas Diagnósticos Ltda., por reação colorimétrica com leitura em espectrofotômetro de absorção molecular modelo micronal 382-B.

O ácido oxálico no feno de Coast cross foi determinado pela técnica de cromatografia em camada delgada utilizando como controle na corrida cromatográfica solução padrão de ácido oxálico de concentração conhecida para teste de identificação e quantificação da solução da amostra pesquisada.

Na análise estatística dos dados, cada tratamento foi aplicado a cada unidade inteiramente ao acaso, a cinco animais, de acordo com o modelo matemático: $Y_{ij} = m + t_i + e_{ij}$. Os resultados das determinações do %DRCr-Ca, Ca e Cr no soro e urina foram analisados nos tempos de 0, 48, 72, 96 e 120 h para cada unidade experimental. Para comparar as médias das variáveis estudadas entre tratamentos foi realizada a análise conjunta dos tempos dentro do tratamento. Os dados foram processados mediante o uso do

software "Statistical Analysis System" (SAS, 1994). O efeito do tempo foi estudado através da regressão polinomial, enquanto que as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância indicado.

Tabela 1 - Composição das rações experimentais

Ingredientes (%)	Tratamentos (%Ca)			
	A	B	C	D
	0,40	0,07	0,26	0,48
Feno de Coast cross	59,2150	16,1150	100,00	59,2620
Farelo de milho	26,7000	50,0000	-	26,7000
Farelo de trigo	4,0000	33,3400	-	4,0000
Farelo de soja	9,3000	-	-	9,3000
Carbonato de cálcio, (p.a)	0,5280	-	-	0,7380
Fosfato monosódico, (p.a)	0,2570	0,5450	-	-
Total	100,0000	100,0000	100,0000	100,0000
<u>Análise calculada (%)</u>				
Matéria seca	88,7600	88,0207	89,3700	88,7560
Proteína bruta	10,0158	10,1738	4,6300	10,0180
Fibra bruta	25,0423	10,1505	39,5200	25,0609
Extrato etéreo	2,8838	3,1448	2,5000	2,8850
Materia mineral	3,9734	2,6494	4,9900	3,9758
Extrato não nitrogenado	46,0540	61,3726	37,7300	46,0720
<u>Composição analisada (%)</u>				
Cálcio	0,4000	0,0736	0,2600	0,4840
Fósforo	0,3000	0,5016	0,1600	0,2338

Resultados e Discussão

Após centrifugação de alíquota as amostras de urina foram submetidas ao estudo de sedimentoscopia para análise da presença de presença de cristais e células de descamação do aparelho urinário, não sendo observada anormalidade e a flora presente nas amostras de urina foi considerada típica da espécie. A determinação diária do clearance de Cr não mostrou alteração do metabolismo ou disfunção renal dos animais por influência dos tratamentos durante a fase experimental. Os animais não mostraram sinais clínicos compatíveis com quadros de deficiência ou excesso de minerais na dieta. Os níveis de Ca nas formulações adotadas mostram diferença ($P < 0,0001$) entre os tratamentos estudados. O quadro geral de análise variância mostrou efeito ($P < 0,05$) significativo de tratamentos, não significativo ($P > 0,05$) para tempos e ausência de interação ($P > 0,05$) entre tempos e tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise de variância para efeito dos tratamentos, tempos e interação tempo x tratamento.

Fonte de variação	G.L	Soma dos quadrados	Quadrado médio	Valor de F	Probabilidade > F
Modelo	19	846,36	44,54	2,11	0,0114
Resíduo	80	1.691,91	21,15		
Total	99	2.538,27			

Fonte de variação	G.L	Erro tipo I	Quadrado médio	Valor de F	Pr > F
Tempo (T)	4	65,41	16,35	0,77	0,54
Tratamento (TRATA)	3	417,03	139,01	6,57	0,0005
T x TRATA	12	363,93	30,33	1,43	0,1681

Entre os tempos estudados, as médias do tratamento A para % DRCr- Ca variaram de: 0: 3,52%; 48: 5,94%; 72: 5,27%; 96: 10,15%; e 120 horas: 7,77%. As médias para % DRCr- Ca entre os tratamentos estudados no tempo 0 horas foram de: A: 3,52%; B: 5,10%; C: 3,50%; e D: 6,89%. A análise conjunta das médias dos tratamentos nos tempos os % DRCr- Ca de 6,53% (A) e 6,34% (D) diferiram ($P < 0,05$) das menores médias de 2,90% (C) e 1,99% (B, $P < 0,01$) (Tabelas 3 e 4; Figura 1). A variação de médias do % DRCr- Ca de 3,50% a 6,89% entre tratamentos (0 h) foram de 3,52% (0 h) a 10,14% (96 h) entre tempos do tratamento A são semelhante aos valores de médias para o % DRCr- Ca reportados por Caple et al. (1982a, b) ao consideraram que eqüinos adultos recebendo dieta contendo 3,9 g de Ca/kg de ração mostraram valor médio acima de 2,5% para o %DRCr- Ca.

As médias do % DRCr- Ca obtidas nesta pesquisa refletem a biodisponibilidade esperada para o Ca presente nos ingredientes da dieta no tempo inicial (4 g Ca/kg MS ração) quando comparada à variação de 45% a 70% de digestibilidade verdadeira do Ca presente nos ingredientes citados por Schryver et al. (1970a) ou acima de 65% de digestibilidade verdadeira dos vários ingredientes utilizados na dieta de eqüinos apresentados por Hintz & Schryver (1972, 1976). Portanto, nesta pesquisa as médias do % DRCr- Ca dos tratamentos (0 h) e dos tempos do tratamento A presume-se balanço positivo de Ca, predito pela excreção urinária média variando, respectivamente, de 25,94 mg (A) a 36,52 mg (D) e 32,69 mg (grupo A, análise conjunta, Tabela 4) de Ca na urina, contrapondo-se ($P < 0,05$) entre tempos ao grupo B com médias entre 2,57 mg (72 h) e 11,43 mg (96 h) e entre tratamentos pela análise conjunta dos dados ($P < 0,01$) com média de 12,75 mg/dL (grupo B - 0,74 g Ca/Kg MS ração) de Ca na urina (Tabelas 3 e 4). Estes resultados concordam com Schryver et al. (1970) ao reportarem valor de 5 a 6 mg/kg PV/dia de Ca na urina como perda obrigatória em cavalos com dieta de Ca calculada para manutenção (retenção zero).

Nas situações de balanço negativo de Ca é gerado déficit no pool das reservas determinado por maior remoção que deposição para manutenção do

Carvalho, P.R. d'Arce, R.D., Machado Neto, R., et al. Aplicação da técnica da taxa de depuração renal de creatinina para avaliação do "status" do cálcio em eqüinos. PUBVET, Londrina, V. 2, N. 44, Art#428, Nov1, 2008.

fluído extracelular corpóreo constante, que pode ser acentuado em categorias com necessidades, além de manutenção, de crescimento e trabalho. Segundo os autores acima, as médias de excreções endógenas fecal e urinária foram de 20 mg e 5 mg/kg PV/dia, respectivamente.

Assumindo, variação de absorção de 45% a 70% e média de 50% de digestibilidade verdadeira dos alimentos, segundo Schryver et al.(1974a), um pônei requer entre 35 mg e 60 mg Ca/kg PV/dia e média de aproximadamente 43 mg de Ca/kg PV/dia para balancear perda obrigatória (manutenção). Os autores acima concluíram que semelhante estimativa é obtida pela regressão da retenção (Y) sobre a ingestão (X), $Y = 0,393 X - 16,86$ e coeficiente de correlação de 0,943, a qual predita que a retenção é zero quando a ingestão é 16,86 g Ca/dia.

Entretanto, visto as possíveis variações no aproveitamento dos nutrientes digestíveis totais da dieta, resultados desfavoráveis de avaliações de quadros clínicos devem ser interpretados levando-se em consideração a possível existência de complexadores com o Ca, os fitatos e oxalatos, na formulação de rações baseando-se em digestibilidade verdadeira dos ingredientes. Na presente pesquisa foi calculada ingestão de níveis normais de 0,40% de cálcio para potras em crescimento de 18 a 24 meses de idade de acordo com a tabela de exigências preconizadas pelo NRC (1978), ou seja, ingestão diária de 24 g de cálcio. Com estes níveis de ingestão observou-se variação de médias entre tempos do grupo controle (A) de 3,52% (0 h) a 10,14% (96 h) e entre tratamentos (0 h) de 3,50% (C) a 6,89% (D) para o % DRCr- Ca, verificando-se concordância nos dados obtidos neste experimento com aqueles citados na literatura para valores de %DRCr-Ca maior que 2,50% quando animais receberam dieta com 0,40% de Ca encontrados em dois experimentos realizados por Caple et al. (1982a, b).

Schryver et al. (1970a) relataram a existência de perda obrigatória de 2,5 g de Ca/100kg peso vivo por dia, sendo necessária a ingestão de 5,0 g de Ca/100 kg de PV/dia considerando absorção média de 50%. A retenção e excreção são diretamente proporcionais à ingestão apresentando coeficiente de

Carvalho, P.R. d'Arce, R.D., Machado Neto, R., et al. Aplicação da técnica da taxa de depuração renal de creatinina para avaliação do "status" do cálcio em eqüinos. PUBVET, Londrina, V. 2, N. 44, Art#428, Nov1, 2008.

correlação de 0,94 em função da ingestão para retenção e de 0,90 em relação à ingestão para a excreção urinária. De acordo com Schryver et al. (1974a), os rins dos eqüinos de 18 a 24 meses de idade excretam de 40% a 50% do Ca absorvido em dietas com teores de 1,50% de Ca, confirmada pela grande quantidade de cristais de carbonato de Ca encontrada na urina realçando a importância dos rins na homeostasia do cálcio nesta espécie. Os autores acima afirmaram ainda que, para estágio equivalente de maturidade e ingestão de cálcio por ovinos e bovinos, eqüinos e pôneis absorvem mais Ca e excretam na urina maior proporção do Ca absorvido. Com 39,9% de absorção, o duodeno é o principal sítio de absorção de Ca nos eqüinos. Segundo Schryver et al. (1970b) e Van Doorn et al. (2004a) na dieta equilibrada em Ca e P não há interferência do P na absorção do Ca.

No presente estudo, o ácido oxálico total determinado no feno de Coast cross foi inferior a 0,50% na MS da forragem. Teores de ácido oxálico acima de 0,50% na dieta podem interferir na absorção ao formarem sais insolúveis por complexação com o Ca ou ao serem absorvidos complexarem com o Ca sangüíneo (Swartzman et al., 1978). Em face da presença de fatores antinutricionais adversos e possíveis interações desfavoráveis ou antagonismos de macro e microminerais tem levado autores (Caple et al., 1982a, b; Mason et al. , 1988) a utilizarem além da análise bromatológica dos alimentos, avaliação da função renal através da determinação do clearance de creatinina para o íon Ca como prova bioquímica diagnóstica complementar capazes de avaliar o status do metabolismo do Ca. A técnica utilizada por vários autores foi baseada em trabalhos realizados por Knudsen (1959) que através da determinação do % DRCr- paralelamente ao DRCr- do íon eletrolítico em questão (% DRCr- X) foi considerada de valor diagnóstico. No caso específico do íon Ca, a padronização da dieta, ou seja, quantificação dos teores de Ca na dieta final, conjuntamente aos resultados do % DRCr- Ca nesta pesquisa permitiu interpretação dos resultados e análise comparativa aos valores de literatura.

As médias do tratamento B para % DRCr-Ca nos tempos (h) variaram de: 0: 5,10%; 48: 1,22%; 72: 0,79%; 96: 0,98%; e 120 horas: 1,62%. A maior média, 5,10% (0) mostrou diferença ($P < 0,05$) em relação às médias decrescentes nos tempos analisados (Tabela 3; Figura 1). Entre tratamentos, a menor média de 0,79% (B) obtida no tempo de 72 horas diferiu ($P < 0,05$) significativamente das médias de 5,27% (A) e 5,96% (D). A análise conjunta da variação das médias dos tempos entre tratamentos mostrou decréscimo significativo, sendo que a menor média de 1,94% diferiu ($P < 0,01$) em relação as maiores médias de 6,53% (A), 6,34% (D) para o % DRCr- Ca (Tabela 4). No presente estudo, no tratamento B o decréscimo ($P < 0,05$) do % DRCr-Ca para 0,79% (72 h) quando comparado aos demais tratamentos evidenciou-se que o baixo teor de Ca (B) na ração foi agravado pelo alto P na dieta. Entre tempos do grupo B, o decréscimo das médias foi significativo ($P < 0,05$) a partir de 48 h. Entretanto, Caple et al. (1982a, b) tem considerado o tempo de 72 h o que melhor reflete tais desequilíbrios, ou seja, na situação descrita acima, excesso de P e baixo Ca na ração e foi mencionado pelos autores acima como o referencial para monitorar dieta rica em grão e pobre em Ca influenciando médias do % DRCr- Ca menores que 2,5%.

Nesta pesquisa, com 0,74 g Ca/kg MS na ração, entre tempos, a excreção urinária média de cálcio no tratamento B decresceu significativamente ($P < 0,05$) de 31,23 mg(0 h) para 2,57 mg/dL (72 h) de Ca na urina, valores estes de médias semelhantes aos reportados por Schryver et al. (1970a) utilizando 1,5 g Ca/kg da dieta na alimentação de pôneis, sendo descrito pelos autores, balanço negativo de Ca com excreção endógena urinária de 5 a 6 mg/kg PV/dia em pôneis (Tabela 3; Figura 1). Schryver & Hintz (1972) e Schryver et al. (1971) mencionaram que não houve influência de teores aumentados de Ca na dieta sobre a absorção do P, uma vez que os principais sítios de absorção de P são a segunda metade do intestino delgado, colo dorsal e pequeno colo, mas situação contrária sim, o que torna o cavalo ainda mais vulnerável ao excesso de P na dieta. Nesta pesquisa, no tratamento B, baixo Ca e alto P, com fontes ricas em P (50% milho, 33,34% de farelo de trigo e

fonte suplementar P) apresentou excreção diminuída de Ca na urina concordando Van Doorn et al. (2004a,b).

Tabela 3 - Valores médios do % DRCr- Ca entre os tempos e tratamentos estudados em cinco potros da raça árabe e mestiça árabe

Tratamentos	Tempos (horas)				
	0	48	72	96	120
	Médias* % DRCr- Ca				
	5% de significância				
A	3,52 _a ^{A**}	5,95 _a ^A	5,27 _a ^A	10,14 _a ^A	7,77 _a ^A
B	5,10 _a ^A	1,22 _b ^A	0,79 _b ^B	0,98 _b ^A	1,62 _b ^A
C	3,50 _a ^A	5,04 _a ^A	1,43 _b ^B	2,23 _a ^A	2,30 _a ^A
D	6,89 _a ^A	3,80 _a ^A	5,96 _a ^A	3,71 _a ^A	11,42 _a ^A
	1% de significância				
A	3,52 _a ^A	5,95 _a ^A	5,27 _a ^{AB}	10,14 _a ^A	7,77 _a ^A
B	5,10 _a ^A	1,22 _b ^A	0,79 _b ^B	0,98 _b ^A	1,62 _b ^A
C	3,50 _a ^A	5,04 _a ^A	1,43 _a ^{AB}	2,23 _a ^A	2,31 _a ^A
D	6,89 _a ^A	3,80 _a ^A	5,96 _a ^A	3,71 _a ^A	11,42 _a ^A
	Ca na urina (mg/dL), P<0,05				
A	25,94 _b ^A	25,08 _b ^A	37,57 _a ^{bA}	47,20 _a ^A	27,64 _{ab} ^A
B	31,23 _a ^A	8,46 _b ^A	2,57 _b ^B	11,43 _b ^B	10,03 _b ^A
C	26,56 _a ^A	22,28 _a ^A	24,56 _a ^{AB}	19,34 _a ^B	36,86 _a ^A
D	36,52 _a ^A	26,39 _a ^A	37,03 _a ^A	26,80 _a ^{AB}	32,53 _a ^A

*Médias de cinco repetições por tempo (0, 48, 72, 96 e 120 h)

**Médias com letras distintas minúsculas na linha ou maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância indicado

Experimentalmente, Argenzio et al. (1974) reportaram que na regulação da homeostase do Ca e P, excesso de P e baixo Ca na dieta, levaram a hipersecreção da glândula paratireóide com aumento da reabsorção óssea podendo induzir generalizada descalcificação osteodistrófica e aparecimento do hiperparatiróidismo nutricional secundário (HPTNS), quando perdurarem alto teor de P na dieta associado ao baixo teor de Ca. No presente experimento, para o % DRCr- Ca pode ser observado decréscimo significativo ($P < 0,01$) entre todos os tempos do tratamento B quando comparados à média de 5,10% (0 h). Entre tratamentos, no tempo de 72 h, a menor média de 0,79% diferiu ($P < 0,05$) das médias de 5,27% (A) e 5,96% (D) para o % DRCr-Ca com concomitante redução na excreção urinária de Ca dos respectivos tratamentos (Tabela 3; Figura 1).

Teeter et al. (1967) e Bourke (1968) examinaram o aparecimento de patologias ósseas em eqüinos, advindas da dieta desequilibrada com baixo Ca e alto P e obtiveram melhora do estado geral com regressão significativa sinais clínicos dos animais com correção dos níveis destes elementos na ração. Schryver et al. (1971) verificaram que altos teores de P na dieta (1,20% de P) prejudicavam a absorção do Ca, determinando aumento na taxa de deposição e remoção do Ca ósseo e aumento da excreção de P na urina influenciado pelo paratormônio que age sobre os rins aumentando a excreção de PO_4^- e diminuindo a excreção de Ca. Nordin & Peacock (1969) e Gans & Mercer (1984) reportaram 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 forma, Habener (1981) e Massry et al. (1973) ressaltaram a importância da manutenção do fluído extracelular constante através da regulação da absorção intestinal do Ca, reabsorção tubular renal do Ca filtrado, aumento da excreção renal de PO_4^- quando em excesso de P na dieta, ações estas de extrema importância na homeostase do Ca e P. Raisz & Kream (1981) afirmaram que a manutenção na normalidade e ou desenvolvimento do esqueleto é depende do mecanismo de regulação da homeostasia dos

Carvalho, P.R. d'Arce, R.D., Machado Neto, R., et al. Aplicação da técnica da taxa de depuração renal de creatinina para avaliação do "status" do cálcio em equinos. PUBVET, Londrina, V. 2, N. 44, Art#428, Nov1, 2008.

elementos minerais em questão, concordando com Nordin (1958), Traver et al. (1976, 1977), Coffman (1980), Caple et al. (1982a) e Cuddeford et al. (1990) que as osteopatias caracterizadas por desequilíbrio de Ca e P na dieta, seja pela combinação de baixo Ca e alto P, excesso de Ca e P, Ca normal com excesso de P na dieta, podem ser diagnosticadas e prevenidas a tempo com a coleta simultaneamente de amostra de soro e urina para dosagem de Ca e Cr determinando-se o % DRCr- Ca.

Sobre as anomalias ósseas clínicas e subclínicas resultantes de desequilíbrio de Ca na dieta, vários autores dedicaram importantes estudos sobre Ca e P na dieta. Krook (1968) classificou o HPTNS como sendo de natureza compensatória e induzido por hipocalcemia o que também foi reportado por Tennant et al. (1982) ao estudarem em seis cavalos portadores insuficiência renal crônica apresentando glomerulonefrite crônica e nefrite intersticial crônica associadas com hipercalcemia e hipofosfatemia resultantes da incapacidade renal para manutenção da homeostase do Ca e P.

As médias do tratamento C (2,6 g/kg MS) para % DRCr- Ca nos tempos (h) variaram de: 0: 3,50%; 48: 5,04%; 72: 1,43%; 96: 2,23%; e 120: 2,30%. O decréscimo da média de 1,43% (grupo C, 72 h) mostrou diferença ($P < 0,05$) em relação as médias de 5,27% (A, 4 g de Ca/ kg MS) e 5,96% (D, 4,84 g Ca/kg MS) (Tabela 3; Figura 1). Os resultados da presente pesquisa concordam com o reportado por Caple et al. (1982a, b) ao relatarem valores menores que 2,5% quando a dieta era deficiente em Ca (1,8 g Ca) ou deficiente em Ca (2,4 g Ca) combinado com alto P (6,1 g P/kg MS) na dieta, o que também foi verificado no presente experimento na dieta do tratamento B, com baixo Ca (0,74) e P alto (5,02 g P/kg MS da ração). Nesta pesquisa, entre tratamentos, a menor média de 2,90% (grupo C) para o % DRCr- Ca obtida na análise conjunta dos dados diferiu ($P < 0,05$) em relação as maiores médias obtidas nos tratamentos A (6,53%) e D (6,34%) (Tabela 4).

Tabela 4 - Análise conjunta dos valores médios do % DRCr- Ca e Ca e Cr no soro e urina de cinco potras medidos nos tempos (0, 48, 72, 96 e 120 h) e tratamentos estudados

Determinações	Tratamentos			
	A	B	C	D
	Médias*			
% DRCr-Ca	6,53 _a ^{A**}	1,94 _b ^B	2,90 _b ^{AB}	6,34 _a ^A
Ca no soro	11,75 _a ^A	11,49 _a ^A	11,13 _a ^A	11,76 _a ^A
Ca na urina	32,69 _a ^A	12,75 _b ^B	25,93 _a ^{AB}	31,86 _a ^A
Cr no soro	1,87 _b ^A	1,99 _{ab} ^A	2,09 _a ^A	1,50 _c ^B
Cr na urina	123,26 _b ^{AB}	141,62 _a ^{AB}	207,53 _a ^A	97,00 _b ^B

*Médias de vinte cinco repetições nos tempos (0, 48, 72, 96 e 120 h)

**Médias com letras distintas minúsculas (P<0,05) ou maiúsculas (P<0,01) na linha diferem entre si pelo teste de Tukey

Observações semelhantes foram obtidas por Schryver et al. (1970a) quando utilizaram 1,5 g Ca/kg MS na dieta de pôneis e constataram balanço negativo de Ca com decréscimo na excreção renal do íon. As médias para % DRCr- Ca no tratamento D nos tempos (horas) variaram de 3,71% (96 h - menor média) a 11,42% (120 h), entretanto, as diferenças (P>0,05) entre tempos não foram significativas (Tabela 3; Figura 1). Entre tratamentos, no tempo de 72 horas a maior média de 5,96% (grupo D) diferiu (P<0,05) das menores médias de 0,79% (grupo B) e 1,43% (grupo C) para o % DRCr- Ca. Os resultados da presente pesquisa são corcordantes com os achados de Knight et al. (1985) ao estudaram a incidência das enfermidades ósseas em cavalos e sua correlação com a dieta mineral, enumerando as manifestações clínicas de acordo com a osteopatia apresentada. A osteodistrofia generalizada vista nos processos de descalcificação, segundos os autores acima foram causadas por dietas desequilibradas em Ca e P.

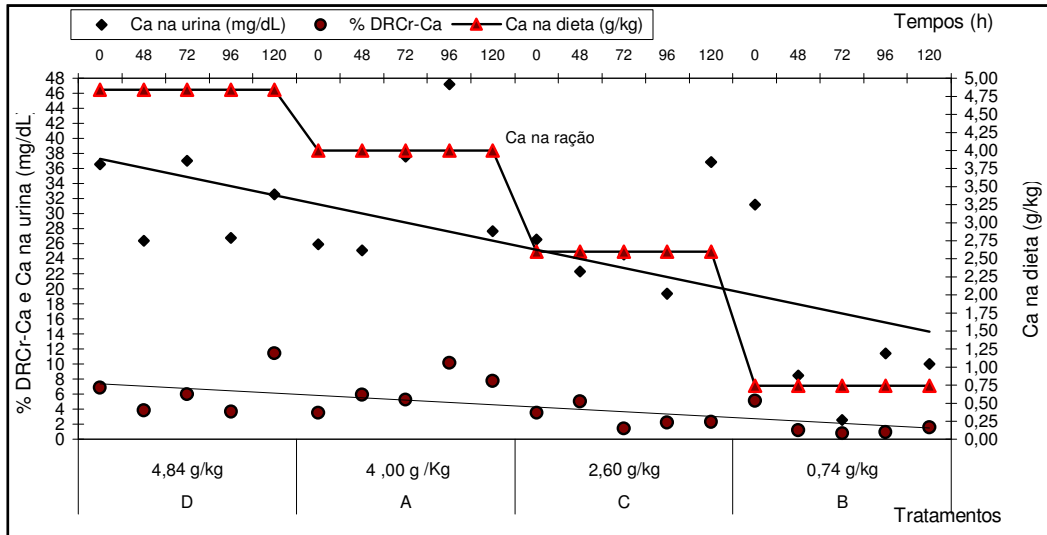


Figura 1 – Valores médios de Ca na urina e do % DRCr- Ca de acordo com os tratamentos nos tempos de 0, 48, 72, 96 e 120 horas

Ainda, os autores acima determinaram em 19 potros de um ano de idade, correlação positiva ($r = 0,71$) entre os teores dos constituintes da ração total e o aparecimento de patologias ósseas ($P < 0,0001$), ou seja, quanto menor o erro na ração para níveis usados entre 0,50% a 1,37% de Ca, menor o número de problemas ósseos. Da mesma forma, Thatcher (1991) relacionou o desenvolvimento de doenças ortopédicas no cavalo e os teores de nutrientes na dieta quando foi possível estabelecer relação direta entre o aparecimento de osteopatias e os níveis deficientes de Ca na ração e Hintz et al. (1979) correlacionaram positivamente o efeito de dietas desequilibradas ou deficientes em Ca de éguas gestantes e o nascimento de potros com anomalias ósseas.

Na análise conjunta dos dados, as rações contendo 0,48% de Ca (grupo D - cálcio alto) e 0,40% de Ca (grupo A - cálcio normal) diferiram ($P < 0,05$) da ração contendo 0,26% de Ca (grupo C - Ca deficiente) e da ração ($P < 0,01$) contendo 0,074% de Ca (grupo B - Ca baixo) na dieta das potras em crescimento, influenciaram as médias do % DRCr- Ca, respectivamente, de 6,34% (D), 6,53% (A), 2,90% (C) e 1,94% (B) (Tabela 4; Figura 1). Resultados semelhantes a presente pesquisa, entretanto, médias maiores do %DRCr- Ca foram apresentados por Cuddeford et al. (1970) ao reportarem que com teores de 11,4 g Ca/kg, 19,0 g Ca/kg e 26,3 g Ca/kg M.S do feno, obtiveram % DRCr- Ca de 25%, 29% e 33%, respectivamente. Nesta pesquisa, o tratamento D com 4,84 g Ca/kg de MS atingiu 11,42% (120 h - maior média) (Tabela 3; Figura 1).

A média geral dos tratamentos foi de 30,06 mg/dL (0 h) de Ca na urina. Entre tratamentos, as diferenças ($P > 0,05$) entre médias (0 h) não foram significativas (Tabela 3; Figura 2). As médias de Ca (mg/dL) na urina entre tempos do tratamento B variaram de 2,57 mg (72 h) a 11,43 mg Ca/dL (96 h) na urina, representando decréscimo significativo ($P < 0,01$) de 91,60% e 63,40%, respectivamente, em relação à média de 31,23 mg Ca/dL (B - 0 h) na urina.

Entre tratamentos (96 h) diferença ($P < 0,05$) significativa foi mantida entre as médias de 11,43 mg (grupo B), e a maior média de 47,20 mg/dL (grupo A) de Ca na urina. A análise conjunta dos dados para os tempos entre tratamentos mostrou diferença ($P < 0,05$) para a média de 12,75 mg (B) em relação as maiores médias de 32,69 mg (A), 31,86 (D) e 25,93 mg/dL (C) de Ca na urina, sendo que diferença ($P < 0,01$) significativa foi mantida para os tratamentos A e D em relação ao grupo (Tabela 4). Parâmetros semelhantes de excreção de Ca na urina foram testemunhados por Schryver et al. (1970a) ao reportarem que em pôneis em crescimento os teores crescentes de Ca de 0,15% (baixo), 0,80% (intermediário) e 1,50% (alto) na dieta determinaram médias de excreção urinária proporcionalmente crescente a quantia de Ca ingerida, respectivamente, de 5,5 mg, 63 mg e 99 mg/kg PV/dia de excreção.

Na presente pesquisa, na análise conjunta dos tempos de cada tratamento, as médias de 32,69 mg (grupo A, 0,40% Ca) e 31,86 mg/dL (grupo D - 0,48% Ca) na urina diferiu ($P < 0,01$) da média de 12,75 mg/dL (grupo B - 0,074% Ca) de Ca na urina. Entre tratamentos, as proporções de Ca na ração e na urina mostraram regressão linear significativa ($Y = 0,8216X + 10,7890$; $R^2 = 0,9179$), significando que maiores excreções de Ca (grupos A e D) e menores excreções (grupo B e C) de Ca na urina foram dependes dos níveis de ingestões de Ca na dieta dos animais (Figura 2). Estas observações estão de acordo com Schryver et al. (1970a) ao relatarem que pôneis alimentados com três diferentes teores de 0,15% Ca (baixo), 0,80% Ca (intermediário) e 1,50% (alto) de Ca na dieta apresentaram, respectivamente, médias de 0,55 g Ca, 2,1 g Ca e 3,3 g Ca/100 kg PV/dia de excreção urinária.

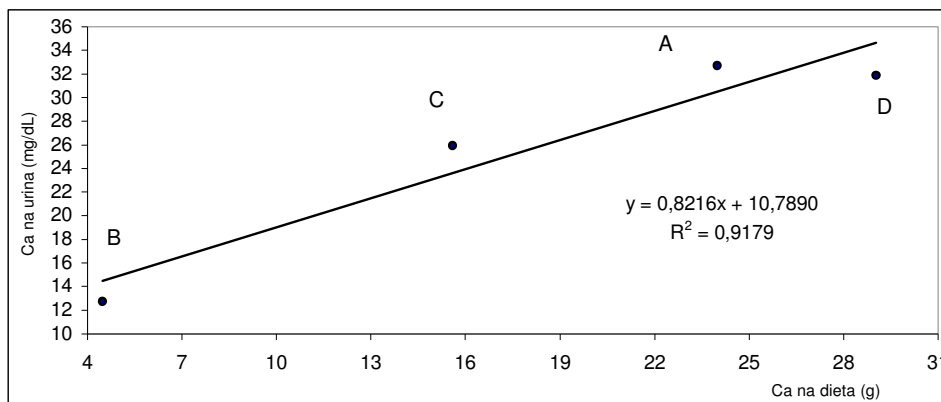


Figura 2 - Valores médios de Ca na urina (mg/dL) em função dos teores de cálcio na ração (g) expresso pela regressão linear $Y = 0,8216X + 10,7890$, segundo os tratamentos estudados

Os autores acima encontraram coeficiente de correlação de 0,91 entre o Ca absorvido e excretado na urina e afirmaram ainda que os pôneis com Ca alto na dieta excretaram 25% do Ca em 24 h e 35% em 10 dias e os mesmos animais excretaram 2,5% de Ca em 24 h e 3,8% do Ca em 10 dias. Tais dados obtidos neste estudo demonstraram a importância da determinação do %

Carvalho, P.R. d'Arce, R.D., Machado Neto, R., et al. Aplicação da técnica da taxa de depuração renal de creatinina para avaliação do "status" do cálcio em eqüinos. PUBVET, Londrina, V. 2, N. 44, Art#428, Nov1, 2008.

DRCr- Ca realizado na presente pesquisa, face ao rápido ajuste pelo mecanismo de feed back sobre a regulação do Ca plasmático as expensas do pool de reservas e o efeito negativo ao esqueleto dos níveis excessivos de P na dieta (Whitlock et al. 1970).

Confirmando as observações dos autores acima, nesta pesquisa dieta desequilibrada contendo baixo Ca alto P (B) mostraram resultados semelhantes aos obtidos por Schryver et al. (1970a) ao reportarem valor de 5 a 6 mg/kg PV/dia de Ca na urina de cavalos. Nestas situações a homeostasia mantém níveis constantes no fluído extracelular e balanço negativo de Ca é observado face ao deficit gerado no pool de reservas em categorias de animais com necessidades adicionais, além da manutenção, para crescimento e trabalho.

Conclusões

Os dados obtidos no presente experimento permitem concluir que: O % DRCr- Ca é índice que detectou com eficiência no tempo quando a dieta de eqüinos foi extremamente deficiente em Ca e teve excesso de P, sendo que a partir de 48 h ou 72 h é possível averiguar no tempo o status mineral e metabólico do Ca em eqüinos. Eqüinos alimentados com alto Ca na ração no tratamento D excretaram mais Ca na urina no tempo quando comparados a animais com dieta pobre em Ca no tratamentos C e ou dieta com excesso de P no tratamento B. Animais que apresentaram o % DRCr-Ca acima de 3,50% provinham de dieta com níveis normais de Ca e foram considerados o valor mínimo para o % DRCr-Ca. Dieta com baixo Ca e alto P revelaram redução significativa no %DRCR-Ca de 5,10% para 1,22% em 48 h após administração da dieta com Ca e P normal mostrando a eficiência da técnica na detecção precoce nas dietas com níveis desequilibrados de Ca na ração diária dos animais. Os valores médios de cálcio analisados no soro dos eqüinos não expressaram o desequilíbrio de cálcio na dieta, exceto transitoriamente, em determinado tempo por influência do tratamento, denotando a eficácia dos mecanismos homeostáticos na regulação da manutenção da composição do fluído

Carvalho, P.R. d'Arce, R.D., Machado Neto, R., et al. Aplicação da técnica da taxa de depuração renal de creatinina para avaliação do "status" do cálcio em equinos. PUBVET, Londrina, V. 2, N. 44, Art#428, Nov1, 2008.

extracelular. Antes e durante a fase experimental, os animais avaliados para a função renal através da urinálise e clearance de creatinina não mostraram disfunção renal por influência dos tratamentos no período estudado.

Referências Bibliográficas

- ARGENZIO, R.A.; LOWE, J.E.; HINTZ, H.F. Calcium and phosphorus homeostasia in horses. **Journal of Nutrition**, v.104, n.1, p. 18-27, 1974.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. 11.ed. Washington, D.C. 1970. 1015p.
- BLANEY, B.J.; GARTNER, R.J.W.; MCKENZIE, R.A. The effects of oxalate in some tropical grasses on the availability to horses of calcium, phosphorus and magnesium. **Journal of Agricultural Science**, v.97, n.3, p.507-514, 1981.
- BOURKE, J.M. Feeding of thoroughbred horses. **Australian Veterinary Journal**, v.44, n.5, p. 241-245, 1968.
- BROBST, D.F.; LEE, H.A.; SPENCER, G.R. Hipercalcemia and hipofosfatemia in a Mare with renal insufficiency. **Journal of the American Veterinary Association**, v. 173, n.10, p. 1370-1372, 1978.
- CAPLE, I.W.; BOURNE, J.M.; ELLIS, P.G. An examination of the calcium and phosphorus nutrition of thoroughbred race horses. **Australian Veterinary Journal**, v. 58, n.4, p.132-135, 1982b.
- 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**, v.58, n.4, p. 125-31, 1982a.
- COFFMAN, J. Percent creatinine clearance ratios. **Veterinary Medicine Small and Animal Clinician**, v.75, n.4, p.671-676, 1980.
- CUDDEFORD, D.; WOODHEAD, A.; MUIRHEAD, R. Potencial of alfalfa as a source of calcium for calcium deficient horses. **Veterinary Record**, v.126, n.17, p.425-429, 1990.
- CYMBALUK, N.F.; CHRISTENSEN, D.A. Nutrient utilization of pelleted and unpelleted forages by ponies. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.66, n.2, p.237-244, 1986.
- ELFERS, R.S.; BAYLY, W.M.; BROBST, D.F. et al. Alterations in calcium, phosphorus and C-terminal parathyroid hormone levels in equine acute renal disease. **Cornell Veterinarian**, v.76, p.317-329, 1986.
- GANS, J.H.; MERCER, P.F. In: SWENSON, M.J. (Ed.). *Duke's Physiology of domestic animals. The kidneys*. Cornell University Press Ltd., London, Tenth edition, 1984. p. 507-536.
- HABENER, J.F. Regulation of parathyroid hormone secretion and biosynthesis. **Annual Review of Physiology**, v.43, p.211-223, 1981.
- HANDA, S.P.; MORRIN, P.A. Diagnostic indices in acute renal failure. **Canadian Medical Association Journal**, v.96, n.2, p.78-82, 1967.
- HINTZ, H.F.; SCHRYVER, H.F. Availability to ponies of calcium and phosphorus from various supplements. **Journal of Animal Science**, v.34, n.6, p. 979-980, 1972.
- HINTZ, H.F.; SCHRYVER, H.F. Nutrition and bone development in horses. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.168, n.1, p. 39-44, 1976.
- HINTZ H.F; HINTZ R.L; VAN VLECK, L.D. Growth rate of thoroughbreds, effect of age of dam, year and month of birth, and sex of foal, **Journal of Animal Science**, v. 48, n.3, p. 480-487, 1979.
- KNIGHT, D.A.; GABEL, A.A.; REED, S.M. et al. Correlation of dietary mineral to incidence and severity of metabolic bone disease in Ohio and Kentucky. In: Annual Convention of the American Association Equine Practit, 31., KANSAS, 1985. **Proceedings...** Lexington, Ohio State University, 1985, p. 445-461.

Carvalho, P.R. d'Arce, R.D., Machado Neto, R., et al. Aplicação da técnica da taxa de depuração renal de creatinina para avaliação do "status" do cálcio em eqüinos. *PUBVET*, Londrina, V. 2, N. 44, Art#428, Nov1, 2008.

- KNUDSEN, E. Renal clearance studies on the horse. I: inulin, endogenous creatinine and urea. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.1, p.52-66, 1959.
- KROOK, L. Dietary calcium-phosphorus and lameness in the horse. **Cornell Veterinarian**, v.58, p.58-73, 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**, v.44, n.3, p. 500-502, 1983.
- MASON, D.K.; WATKINS, K.L.; MCNIE, J.T. Diagnosis, treatment and prevention of nutritional secondary hyperparathyroidism in throughbred race horses in Hong kong. **Equine Practice**, v.10, n.3, p.10-17, 1988.
- MASSRY, S.G.I.; FRIENER, R.R.M.; COBURN, J.W. Excretion of phosphate and calcium. **Archives of Internal Medicine**, v.131, n.6, p.828-859, 1973.
- 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**, v.45, n.11, p.2431-2435, 1984.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Domestic Animals, 6. Nutrient requirements of horses**. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1978. 33p.
- NORDIN, B.E.; PEACOCK, M. Role of kidney in regulation of plasma calcium. **Lancet**, v.13, n.2, p.1280-1283, 1969.
- NORDIN, B.E. Primary and secondary hyperparathyroidism. **Advances Internal Medicine**, v.9, p.81-105, 1958.
- RAISZ, L.G.; KREAM, B.E. Hormonal control of skeletal, growth. **Annual Review of Physiology**, v.43, p.225-238, 1981.
- SAS Institute. SAS[®]/STAT. **User's Guide**: statistical version. SAS Institute, 1994.
- SCHRYVER, H.F.; CRAIG, P.H.; HINTZ, H.F. Calcium metabolism in ponies fed varying levels of calcium. **Journal of Nutrition**, v.100, n.8, p.955-964, 1970a.
- SCHRYVER, H.F.; CRAIG, P.H.; HINTZ, H.F. et al. The site of calcium absorption in the horse. **Journal of Nutrition**, v.100, n.10, p.1127-1132, 1970b.
- SCHRYVER, H.F.; HINTZ, H.F.; CRAIG, P.H. Calcium metabolism in ponies fed high phosphorus diet. **Journal of Nutrition**, v.101, n.2, p.259-264, 1971.
- SCHRYVER, H. F.; HINTZ, H.F. Calcium and phosphorus requirements of the horse: A review. **Feedstuffs**, v.44, p.35-36, 38, 1972.
- SCHRYVER, H.F.; HINTZ, H.F.; LOWE, J.E. Calcium and phosphorus in the nutrition of the horse. **Cornell Veterinarian**, v.64, n.4, p.493-515, 1974 a.
- SCHRYVER, H.F.; HINTZ, H.F.; LOWE, J.E. et al. Mineral composition of young horses. **Journal of Nutrition**, v.104, n.1, p.124-132, 1974b.
- 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**, v.39, n.10, p.1621-1623, 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 Journal**, v.151, n.12, p.1625-1628, 1967.
- TENNANT, B.; BETTLEHEIM, P.; KANEKO, J.J. Paradoxical hypercalcemia and hypophosphatemia associated with chronic renal failure in horses. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.180, n.6, p.630-634, 1982.
- THATCHER, C.D. Nutritional aspects of development orthopedic disease in growing horses. **Veterinary Medicine**, v.7, p.743-747, 1991.
- TRAVER, D.S.; COFFMAN, J.R.; MOORE, J.N. et al. Urine clearance ratios as diagnostic acid in equine metabolic disease. **Proceedings of the American Association of Equine Practitioners...** St. Louis, v.22, p.177-183, 1976.
- TRAVER, D.S.; SALEN, C.; COFFMAN, J.R. et al. Renal metabolism of endogenous substances in the horse: volumetric vs clearance ratio methods. **Journal of Equine Medicine and Surgery**, v.1, n.11, p. 378-382, 1977.

Carvalho, P.R. d'Arce, R.D., Machado Neto, R., et al. Aplicação da técnica da taxa de depuração renal de creatinina para avaliação do "status" do cálcio em eqüinos. PUBVET, Londrina, V. 2, N. 44, Art#428, Nov1, 2008.

VAN DOORN, D.A.; EVERTS, H.; WOUTERSE, H.; BEYNEN, A.C. The apparent digestibility of phytate phosphorus and the influence of supplemental phytase in horses. **Journal of Animal Science**, v.82, n.6, p.1756-1763, 2004a.

VAN DOORN, D.A.; VAN DER SPER, M.E.; EVERTS, H.; WOUTERSE, H.; BEYNEN, A.C. The influence of calcium intake on phosphorus digestibility in mature ponies. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.88, n.11-12, p.412-418, 2004b.

WASSERMAN, R.H. In: SWENSON, M.J. (Ed.). Duke's physiology of domestic animals. **Bones**. 10. ed. Ithaca, Cornell University Press, 1984. p. 467-485.

WHITLOCK, R.H.; SCHRYVER, H.F.; KROOK, L. et al. The effects of high dietary calcium for horses. In: American Association of Equine, 16 th. **Anais...**, 1970. p.127



Figura 3 - Potras mestiço árabe e árabe utilizadas no experimento