PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.

Aspectos relacionados a cálcio e fósforo em equídeos e ruminantes

Laucir Glauco de Gênova¹, Valdinei Tadeu Paulino²

¹Médico veterinário, Coordenadoria de Assistência Técnica e Integral, Assis/SP, e-mail: radag@femanet.com.br

²Pesquisador científico do CPDNAP do Instituto de Zootecnia, APTA/SAA, e-mail: paulino@iz.sp.gov.br

Resumo

Minerais como o cálcio e o fósforo são essenciais para eqüídeos e ruminantes; a limitação dos níveis desses minerais, pode interferir na habilidade e sobrevivência e reprodução dos animais. Este trabalho relata alguns aspectos relacionados à biodisponibilidade do cálcio e do fósforo nas principais forrageiras tropicais e suplementos alimentares disponíveis para a nutrição animal e suas implicações clínicas. As necessidades de cálcio e fósforo para os animais em produção ultrapassam as exigências nutricionais das plantas forrageiras, o trabalho relata as principais fontes e doses adequadas desses minerais.

Palavras-chave: biodisponibilidade, cálcio, fósforo, forrageiras, oxalato

Aspects related to mineral nutrition calcium and phosphorus in horses and ruminants

Abstract

Minerals such as calcium and phosphorus are essential for equids and ruminants; limiting the levels of these minerals can interfere with the ability and survival and reproduction of animals. This paper reviews some aspects related to the bioavailability of calcium and phosphorus in the main tropical forage and food supplements available for animal nutrition and their clinical implications. The needs for calcium and phosphorus for the animals in production exceed the nutritional requirements of forage plants, the paper describes the main sources and appropriate doses of these minerals.

Keywords: bioavailability, calcium, phosphorus, forage, oxalate

1. INTRODUÇÃO

O cálcio e o fósforo são considerados macrominerais essenciais para eqüídeos e ruminantes, pois sua remoção ou mesmo a diminuição de seus níveis podem interferir com a habilidade da sobrevivência e reprodução. Estes elementos minerais essenciais são classificados como macroelementos fazendo parte também deste grupo o magnésio, potássio, sódio, cloro e enxofre. Como microelementos essenciais temos o cromo, cobalto, cobre, iodo, manganês, ferro, molibdênio, níquel, selênio e zinco. O objetivo desta revisão é discorrer sobre a biodisponibilidade do cálcio e fósforo nas principais forrageiras e suplementos alimentares disponíveis para a alimentação animal e sua implicação clínica.

A principal fonte para aquisição desses elementos minerais são os alimentos, em especial as forrageiras, que por sua vez os absorvem do solo, de acordo com sua presença e disponibilidade. Para alguns minerais, as exigências das plantas ultrapassam as dos animais, como é o caso do potássio. No entanto

para cálcio, fósforo, magnésio, sódio e a maioria dos microelementos os valores necessários para os animais de produção ultrapassam as necessidades das plantas.

A apresentação química que estes minerais estão nas forrageiras e a forma que eles se associam aos componentes estruturais das plantas influenciam a sua participação nos processos metabólicos dos animais. Em bovinos por exemplo, estes são capazes de quebrar o fitato dos grãos e o oxalato das folhas, através da ação das bactérias do rúmen, disponibilizando, respectivamente, o fósforo e o cálcio. Diferentes níveis de adubação também podem alterar a proporção de nutrientes e partes da planta, além de possibilitar a formação de reservas para a forrageira.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Biodisponibilidade de cálcio e fósforo na dieta

Exigências nutricionais para eqüídeos e ruminantes, Tabelas 1, 2, 3 e 4, geralmente são relacionadas a quantidade destes elementos depositadas nos tecidos (músculo, vísceras, ossos, feto e anexos fetais) ou nas secreções (leite e suor), em diferentes estágios fisiológicos, somados as perdas endógenas obrigatórias do organismo (urina e fezes). A todas estas necessidades fisiológicas dos tecidos chamamos de exigências líquidas, que dividida pelo coeficiente de absorção apropriado origina as exigências nutricionais do elemento na dieta (LITTLE, 1984). Em equídeos estas exigências são muito maiores que em ruminantes, o cálcio é o mineral mais abundante do seu corpo, pois representa 46% do total de minerais (99% deste total, no esqueleto). A função básica do cálcio é proporcionar estrutura de suporte e proteção a integridade do sistema ósseo (UNDERWOOD e SUTTLE, 1999), portanto, deve estar em quantidade adequada na dieta. Em potros o desequilíbrio nutricional mais freqüente é o da

relação cálcio: fósforo da dieta (Capen, 1980), já que a mineralização das estruturas ósseas do esqueleto cartilaginoso começa no potro durante os últimos três meses de gestação, dobrando de tamanho antes do nascimento (KOHNKE, 2004). Logo após o nascimento o esqueleto do potro contém apenas 17% do conteúdo mineral do osso maduro, aumentando para 68,5% aos seis meses de idade e 76% com um ano de idade, em raças atléticas (LAWRENCE, 2003b; KOHNKE, 2004). De acordo com Schryver et al. (1974 a,b), a manutenção do animal com dieta desbalanceada leva ao desenvolvimento progressivo de distúrbios metabólicos ósseos. Diversas pesquisas (SCRHYVER et al., 1970; HINTZ et al., 1972; ARGENZIO et al., 1973; MCKENSIE et al., 1981), abordam mecanismos que regulam o metabolismo do cálcio em eqüinos , porém com metodologias, raças e dietas diferentes das utilizadas no Brasil.

Utilizando pôneis, Van Doorn et al. (2004) estudaram o metabolismo de cálcio e fósforo fornecendo altos níveis de cálcio na dieta e enfatizaram a escassez de estudos e a ausência de relatos conclusivos sobre o metabolismo destes minerais, uma vez que os resultados são conflitantes. Underwood e Suttle (1999) relataram que a exigência nutricional de cálcio para potros deve ainda ser baseada na composição do mineral relativa ao ganho de peso, a perda endôgena e a eficiência de absorção. Segundo Hintz (1996), cavalos de quatro a doze meses de idade e quinhentos kilos ao peso adulto necessitam de vinte nove a trinta e seis gramas diárias de cálcio, este autor concluiu, entretanto, que a dificuldade em determinar níveis adequados de ingestão de cálcio esta diretamente relacionada ao desconhecimento da composição e velocidade ótima do crescimento ósseo.

Devido ao reduzido numero de pesquisas relacionadas á nutrição mineral em eqüinos no Brasil, nutricionistas recorrem a tabelas estrangeiras de exigências nutricionais, que não são adequadas as condições nacionais. Neste sentido, Furtado et al. (2000a), em estudo sobre o metabolismo mineral em eqüinos,

relataram que potros de raças nacionais podem apresentar exigências nutricionais inferiores as recomendadas em tabelas estrangeiras.

Trabalhos recentes analisando disponibilidade biológica e exigências de cálcio em equínos em crescimento recebendo dietas com diferentes níveis de cálcio, concluíram que a disponibilidade biológica do cálcio não é influenciada pelos níveis de cálcio nas dietas e pode esta ser mais alta que a descrita na literatura correlata. Nas condições experimentais testadas, os resultados obtidos, de dezenove gramas de cálcio animal dia, sugerem que as exigências de cálcio de eqüídeos criados em condições brasileiras são menores que as preconizadas em tabelas internacionais de exigências nutricionais de eqüídeos (Furtado et al., 2009).

Como o cálcio e fósforo são excretados principalmente pelas fezes, os ensaios de digestibilidade convencionais são a forma mais comum de avaliação da capacidade da planta de suprir minerais como cálcio e fósforo para os animais, como nas fezes se encontra não apenas a fração não absorvida do alimento, mas também uma fração secretada no tracto gastrointestinal e não reabsorvida, chamada fração fecal endógena, os valores de absorção aparente são mais baixos que os de absorção verdadeira (LITTLE, 1984).

Tabela 1. Exigência Nutricional de cálcio e fósforo de gado de corte (matriz).
Fonte: NRC, 1996, adaptada.

<u>Mineral</u>	<u>Unidade</u>	<u>*Gestação</u>	<u>*Lactação</u>
Ca	%	0,24 a 0,35	0,23
P	%	0,14 a 0,20	0,16

*Vaca Nelore adulta de 450kg, produção leiteira máxima de 4kg, bezerro de 30kg ao nascimento.

Tabela 2. Exigência nutricional de cálcio e fósforo de gado de corte (recria e engorda).

<u>Ganho de peso</u>	<u>0,2kg/dia</u>		<u>1kg/dia</u>	
Peso vivo (kg)	200	400	200	400
Ca : g/dia	11,8	16,5	32,4	30,3
(% da MS)	0,30	0,21	0,65	0,30
P : g/dia	7,0	11,10	15,3	16,7
(% da MS)	0,18	0,14	0,31	0,17
Consumo da MS	4	8	5	10
Kg/dia				

Fonte: NRC, 1996

Tabela 3. Exigência nutricional de cálcio e fósforo de vacas leiteiras.

<u>Categoria</u>	<u>Peso vivo (kg)</u>	<u>Ca(g)</u>	<u>P(g)</u>
Mantença de vacas adultas em lactação	400	15	13
	500	18	15
	600	21	17
	700	24	19
Mantença de vacas adultas nos 2 últimos meses de gestação	400	25	18
	500	31	22
	600	37	26
	700	42	30
		% de gordura	
Nutriente requerido	3	2,50	1,70
por kg de leite	4	2,70	1,80
de diferentes %	5	2,90	1,90
de gordura	6	3,10	2,05

Chamberlain, 1993

Tabela 4. Exigência nutricional de cálcio para ovelhas de corte.

Categoria	Qualidade da dieta	Ingestão de MS(Kg/dia)	Mudança de peso	Requerimento de Ca (g/kg/MS)
Final de Prenhez	baixa	2,4	-	3,2
	alta	1,6	-	4,3
Lactação	baixa	2,8 a 3,7	manutenção	2,8
	baixa	2,3 a 3,2	perda *	3,1
	alta	1,8 a 2,4	manutenção	3,8
	alta	1,5 a 2,1	perda *	4,3

* Perda de 0,1kg/dia

Treacher, T.T. e Caja G., 2002

Fonte:AFRC,1991

2.2 Formas químicas e associações do cálcio e fósforo na planta

A definição do valor utilizado para o coeficiente de absorção do fósforo é muito questionada. Enquanto o Agricultural and Food Research Council (1991) considerou que a eficiência de absorção de P é reduzida em dietas a base de forrageiras (0,58 vs 0,70 nas dietas a base de concentrado), o valor utilizado pelo NRC (1996) para o coeficiente de absorção do P é de 0,68, sem distinguir entre o tipo de dieta. Aparentemente, a disponibilidade do fósforo em forrageiras tropicais, é bem mais alta, do que estas estimativas levam a crer.

Gutierrez et al. (1988) e Ternouth e Coates (1997) indicaram que o coeficiente de absorção de P de bovinos consumindo forrageiras tropicais se situa em torno de 0,75 a 0,80.

Algumas forrageiras acumulam oxalatos. O oxalato geralmente reage com cátions monovalentes como potássio ou sódio formando sais solúveis de oxalato,

mas forma também quelatos menos solúveis com cátions bivalentes como cálcio e magnésio, sendo o oxalato de cálcio o mais estável e menos solúvel. Estes cristais insolúveis formam-se nos vacúolos das células especializadas, que estão geralmente associados ao sistema vascular das plantas, tendo baixa digestibilidade e o cálcio fica indisponível para o animal, passando os cristais de oxalato intactos pelo tracto digestivo dos animais (Ward et al. 1979; Marais et al. 1997).

A biodisponibilidade do cálcio nas forrageiras tropicais é um dos tópicos em nutrição mineral em animais que necessita de mais estudos. Algumas forrageiras tropicais (tabela 5) podem apresentar níveis altos de oxalato ($> 1\%$) e baixa razão Ca/oxalato ($< 0,3$) (Nunes et al., 1990), (Tabela 5), mas bovinos tem a capacidade de degradar, ao menos parcialmente, oxalatos no rúmen. Contudo, níveis altos de oxalato (1,3% a 1,8%) podem reduzir a biodisponibilidade do cálcio da forrageira em cerca de 20% (Blaney et al., 1982). Embora não haja relatos de deficiência clínica de cálcio em bovinos de corte mantidos em pastagens na região dos cerrados, intoxicação aguda por oxalato foi descrita em vacas lactantes, subalimentadas, pastejando setaria (Schenk et al., 1982).

Tabela 5. Concentração de cálcio, fósforo e oxalato total e relação cálcio/oxalato na matéria seca das folhas de gramíneas tropicais.

Forrageiras	Ca %	P %	Oxalato total ⁽¹⁾	Ca /oxalato
Setária anceps cv. Kazangula	0,27	0,25	2,80	0,10
Brachiara humidicula	0,41	0,18	1,80	0,23
Panicum maximum cv. Colonião	0,30	0,14	2,21	0,13
Brachiaria sp	0,34	0,13	1,55	0,22
Digitaria decumbens cv. Transvala	0,53	0,12	2,30	0,23
Brachiara dictyoneura cv. Llanero	0,21	0,17	1,62	0,13
Pennisetum clandestinum	0,36	0,36	1,30	0,28

(1) Equivalente a ácido oxálico

Fonte: Nunes et al.; 1990

2.3 Fatores que influenciam a biodisponibilidade de cálcio e fósforo nas forrageiras

A digestão durante a fermentação ruminal provoca alterações significativas na biodisponibilidade de alguns minerais. A fitase, produzida pelas bactérias do rúmen, hidroliza o fitato a ácido fosfórico e inositol. Quando o fitato é quebrado o fósforo resultante fica disponível para o animal (Lofgreen e Kleiber, 1953; Tillman e Brethour, 1958; Nelson et al. 1976; Clark et al., 1986; Morse et al. 1992).

Quanto ao oxalato este pode estar presente em concentrações elevadas em certas gramíneas tropicais (Hintz et al., 1984; Nunes et al., 1990). No rúmen ocorre também a degradação de oxalatos (Cymbaluk et al., 1986). A degradação

do oxalato é facilitada pela adaptação dos microorganismos a concentrações crescentes do complexo na dieta (Cymbaluk et al.,1986). O oxalato pode ser metabolizado pela *Oxalobacter formigenes*, uma bactéria gastrointestinal que ganha energia da transformação de oxalato em ácido fórmico e CO₂. É uma bactéria extremamente especializada, que depende do oxalato. Como o metabolismo do oxalato gera proporcionalmente pouca energia, quantidades relativamente grandes precisam ser metabolizadas para suprir as necessidades de crescimento da bactéria. Dessa maneira uma quantidade bastante grande de bactérias dessa espécie no rúmen podem metabolizar bastante do oxalato ingerido (Weimer, 1998). Apesar disto, a disponibilidade do cálcio nas gramíneas contendo altos níveis de oxalato é aproximadamente 20 % inferior a de gramíneas contendo baixas concentrações desse composto (Blaney et al., 1982).

Outros componentes que podem afetar a utilização do fósforo e do cálcio pelo animal são os níveis de utilização de fertilizantes e calagem; Plane (1976) comenta a escassez de informações sobre o efeito de fatores como fertilizantes e suprimentos de água sobre a biodisponibilidade de fósforo. Coates e Ternouth (1992), na Austrália, observaram que os coeficientes de absorção de fósforo em novilhas em pastos consorciados não adubados foram elevados (0,64 – 0,92) e mais altos em maio e agosto comparados em novilhas em pastagens adubadas anualmente com superfosfato (0,66 – 0,74). Os autores sugeriram que os menores coeficientes de absorção estavam provavelmente associados as altas concentrações de fósforo na dieta, excedendo as exigências. Entretanto, a alta eficiência de absorção de fósforo (0,83 – 0,88) nas novilhas que recebiam suplementação do elemento por meio da água de bebida (correspondendo a 35 % da ingestão do total do fósforo dietético) indica que nesta forma o fósforo está mais disponível do que na pastagem. Quanto a calagem, embora se considerasse que pudesse permitir melhor utilização do cálcio da forrageira pelo animal, não é o que ocorre, uma vez que plantas crescendo em meio com baixo cálcio disponível podem apresentar grande proporção do elemento (50%) em parte da

parede celular ou como oxalato (Mengel e Kirkby, 1987). Marais et al., 1997, observaram o oposto, o conteúdo de cálcio no capim quicuí (*Pennisetum clandestinum*) subiu com o aumento da concentração de cálcio no meio de cultura em que foram produzidos. Embora a concentração total de oxalato nas folhas e talo se mantivesse constante, a proporção de oxalato de cálcio insolúvel aumentou em 52% na folha e em 74% na haste. Sugeriu-se que o maior influxo de cálcio para a planta deslocou os cátions monovalentes do oxalato solúvel, favorecendo a formação de oxalato de cálcio insolúvel, que pode estar menos disponível para o animal em pastejo.

2.4 Relação cálcio: fósforo na dieta

A relação ideal de cálcio e fósforo é de 2:1 ou seja 2 partes de cálcio para 1 parte de fósforo; a maioria das leguminosas excede esta relação, já as gramíneas mantêm a proporção de 1:1, entretanto algumas gramíneas chegam a ter uma relação de 0,8:1. (Tabela 6).

Tabela 6. Relação cálcio: fósforo em algumas forrageiras.

Fonte: www.dpi.nsw.gov.au, 2007.

Pasto/grão	PB%	Ca:P (g/kg)
Alfafa jovem	22	4,57:1
Alfafa madura	18	4,48:1
Alfafa florescendo	16	1,48:1
Ryegrass jovem	22	1,3:1
Ryegrass maduro	18	1,3:1
Aveia jovem	20	1,5:1
Aveia madura	17	1,5:1
Trevo branco jovem	23	4,3:1
Trevo branco maduro	18	5,4:1
Quicuío jovem	16	1,1:1
Quicuío maduro	13	1,1:1

2.5 Patologias oriundas de desequilíbrios de cálcio e fósforo na dieta

O cálcio tem papel fundamental em muitos processos biológicos, incluindo excitabilidade neuromuscular, permeabilidade de membranas, contração muscular, atividade enzimática, liberação de hormônios, e coagulação sanguínea, além de ser um componente essencial para a estrutura do esqueleto. O controle dos níveis de cálcio em fluidos extracelulares é vital para a saúde dos animais. Para manter uma constante concentração de cálcio em relação a variações de ingestão e excreção, mecanismos de controle endócrino estão envolvidos, com a participação de três principais hormônios (paratormônio, calcitonina e cholecalciferol (vitamina D), outros hormônios como corticoesteróides, estrógenos, tireóide, somatotropina e glucagon podem contribuir para a manutenção do metabolismo do cálcio e homeostase do sistema esquelético.

O aumento de secreção do paratormônio e seus efeitos metabólicos é um mecanismo compensatório diretamente ligado a homeostase do cálcio e fósforo induzido por desbalanços nutricionais, sendo chamada de hiperparatiroidismo secundário nutricional(HSN). Esta doença ocorre mais em eqüídeos jovens, como também em outros animais domésticos.

Os principais fatores etiológicos da patogenia do HSN são: (1) Excessivo fósforo com cálcio normal ou baixo, (2) Baixo conteúdo de cálcio, (3) Inadequado teor de vitamina D.

A deficiência de cálcio ou excesso de fósforo (o qual diminui a absorção intestinal do cálcio) diminuem a concentração plasmática do cálcio, que por sua vez estimula uma secreção excessiva de paratormônio, que mobiliza o cálcio dos ossos (osteoclástos) para a corrente circulatória, e assim os minerais retirados dos ossos são repostos por tecido conjuntivo fibroso que aumenta o volume do osso. Com o progredir da enfermidade, temos uma hipercalcemia, que ativa a tireóide a produzir a calcitonina, um antagonista do paratormônio que reduz a reabsorção óssea.

Como principais sintomas temos uma deformação (protusão) simétrica dos ossos malares do crâneo, sendo isto mais evidente nas laterais do chanfro, na porção média entre os olhos e as narinas, e também no maxilar inferior ou mandíbula, popularmente chamado de cara inchada (Puoli Filho et al., 1999; Hintz, 2000; Estepa et al.; 2006 e Mendez e Correa, 2007). Figura 1.

Os ossos faciais podem adquirir uma consistência firme e elástica apresentando dor a pressão digital. O aumento de volume do maxilar superior pode interferir nas cavidades nasais e para-nasais ocasionando uma dispnéia que resultara no aumento da freqüência respiratória e ocorrência de ruídos respiratórios. Temos transtornos digestivos em casos mais avançados, pois a mastigação fica comprometida devido a dor da mesa dentária, levando o animal a uma perda de peso progressiva, Figura 2.

GÊNOVA, L.G. e PAULINO, V.T. Aspectos relacionados a cálcio e fósforo em equídeos e ruminantes. **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 24, Ed. 171, Art. 1155, 2011.

Figura 1. Hiperparatireodismo secundário nutricional em equinos.

Foto: Genova, 2010

Figura 2. Estádio mais avançado de Hiperparatireodismo secundário nutricional em equinos. Foto: Genova, 2010.

Podem também ocorrer o aparecimento de doenças ortopédicas do desenvolvimento, dentre elas a osteocondrite dissecante (OCD), Figuras 3 e 4. A lesão primária da OCD é causada durante a formação óssea, por distúrbios na maturação e mineralização da cartilagem que será convertida em osso. A degeneração progressiva da cartilagem não mineralizada pode causar lesões dissecantes da cartilagem articular ou a formação de cistos ósseos subcontrais periarticulares (Petterson e Reiland, 1969). Além disso, a cartilagem espessada e biomecanicamente inferior a normal, sendo susceptível a ocorrência de fissuras (Olsson, 1978). A causa da OCD é multifatorial, sugerem-se predisposição genética, rápida taxa de crescimento, estresse mecânico e trauma, ingestão excessiva de energia, desequilíbrios minerais e fatores endócrinos (McIlwraith, 1996; Duren e Watts, 2004). Embora o exercício possa precipitar o aparecimento de lesões ele não parece ter um papel inicial no desenvolvimento da OCD (Firth, 2003).

Níveis adequados de cálcio e fósforo são essenciais para a mineralização e crescimento normais dos ossos (Lawrence, 2003a), um desequilíbrio desses minerais pode ocorrer em consequência de pastagens que contém cristais de oxalato de cálcio (Mendez, 1998). Foi reconhecido que o trauma precipita os sinais clínicos da OCD, porém o seu envolvimento na indução primária das lesões é controverso (Mcilwraith, 1996; Mcilwraith, 2004).

Quando ocorrem graves alterações ósseas podemos ter inclusive fraturas espontâneas dos ossos largos e chatos.

Osteocondrite dissecante

Figura 3. Radiografia dorso palmar do membro torácico, da articulação radiocárpica demonstrando lesão subcondral (seta).

Figura 4. Radiografia dorso palmar do membro torácico, demonstrando a extremidade distal da 1ª falange com lesão subcondral, área radioluscente (seta).

Fonte: Lins et al., 2008.

2.6 Prevenção de distúrbios do cálcio e fósforo através da suplementação mineral

Alguns fatores que afetam o consumo de misturas minerais:

- Fertilidade do solo;
- Tipo de forragem;
- Presença de suplementos protéico- energéticos;
- Salinidade da água;
- Palatabilidade da mistura;
- Boa forma física da mistura

Tabela 7. Ingestão de cálcio via suplementação.

Elemento	Fonte	Porcentagem	Biodisponibilidade
Cálcio	Carbonato de cálcio	40,0	média
	Calcário calcítico	35,0	média
	Calcário dolomítico	22,3	média
	Farinha de ostra	38,0	média
	Fosfato monocalcico	15,9	alta
	Fosfato bicalcico	23,3	alta
	Fosfato tricalcico	38,3	-
	Gesso	22,0	-
	Farinha de osso autoclavada	26,0	alta
	Farinha de osso calcinada	36,0	alta
	Fosfato de Rocha (*)	37,0	baixa

(*) – altos níveis de flúor (Bolan et al. 1993), Fonte: Nicodemo, 2001.

Tabela 8. Ingestão de fósforo via suplementação.

Elemento	Fonte	Porcentagem	Biodisponibilidade
Fósforo	Fosfato monocálcico	24,6	alta
	Fosfato bicálcico	18,0	média
	Fosfato tricálcico	20,0	média
	Farinha de osso		
	autoclavada	14,5	alta
	Farinha de osso		
	calcinada	15,5	alta
	Ácido fosfórico	24,0	alta
	Fosfato monoamônio	23,5	alta
	Fosfato de Rocha (*)	33,0	baixa

(*) – altos níveis de flúor (Bolan et al. 1993), Fonte: Nicodemo, 2001.

3. Conclusão

Em bovinos e ovinos, 65 a 87 gramas de fósforo por kilo da mistura mineral, utilizando fosfato bicálcico é suficiente para prevenção de deficiências; já em eqüinos, a suplementação de duas vezes a exigência do NRC de cálcio, com a adição de açúcar, não foi o suficiente para impedir a mobilização deste mineral de ossos de potras quarto de milha, pastejando *Brachiaria humidicola* no período de 150 dias.

4. Referências Bibliográficas

WEIMER, P. J. Manipulating ruminal fermentation: a microbial ecological perspective. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 12, p. 3114- 3122, 1998.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. Technical Committee on Responses to Nutrients. Commonwealth Agricultural Bureaux International. A reappraisal of the calcium

and phosphorus requirements of sheep and cattle. **Nutrition Abstracts and Reviews (Series B)**, v. 61, p. 573-612, 1991.

ARGENZIO, R.A.; LOWE, J.E.; HINTZ, H.F. et al. Calcium and phosphorus homeostasis in horse. **Journal of Nutrition**, v.104, n.1, p. 18-24, 1973.

BLANEY, B.J.; GARTNER, R.J.W.; HEAD T.A. The effects of oxalate in tropical grasses on calcium ,phosphorus and magnesium availabilith to cattle. **Jornal of Agricultural Science**, Cambridge, V.99, n. 3, p. 533- 539, 1982.

CAPEN, C.C. The calcium regulating hormones: parathyroid hormone, calcitonin and cholecalciferol. In: McDONALD, L.E. (Ed.) **Veterinary endocrinology and reproduction**.3.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1980. p.60-130.

CHAMBERLAIN A.; **Milk Production in the Tropics**, Longman Group UK LTD; 1993, pg.39.

CLARK JUNIOR, W. D.; WOHLT, J. E.; GILBREATH, R. L.; ZAJAC, P. K. Phytate phosphorus intake and disappearance in the gastrointestinal tract of high producing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, n. 12, p. 3151-3155, 1986.

COATES, D. B.; TERNOUTH, J. H. Phosphorus kinetics of cattle grazing tropical pastures and implications for the estimation of their phosphorus requirements. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 119, n. 3, p. 401- 409, 1992.

CYMBALUK, N. F.; MILLAR, J. D.; CHISTENSEN, D. A. Oxalate concentration in feeds and its metabolism by ponies. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 66, p. 1107-1116, 1986.

DUREN, S.; WATT S, K. Physiology and feed formulation: the proper role of carbohydrates in the equine diet. In: ALLTECH INTERNATIONAL FEED INDUSTRY SYMPOSIUM, 20, 2004, Lexington **Proceedings** ... (Re-imagining the Feed Industry: Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries). Lexington: Alltech, 2004. 531 p.

ESTEPA, J.C.; AGUILERA-TEJERO, E.; ZAFRA, R. et al. An unusual case of generalized soft-tissue mineralization in a suckling foal. *Vet. Pathol.*, v.43, p.64-67, 2006.

FIRTH, E.C. Recent advances in osteochondrosis research. In: Ken tucky Equine Research Nutrition Conference, 13., 2003, Sydney. **Proceedings** ... (Focus on Growth & Development of the Equine Skeleton). Sydney: Kentucky Equine Research, 2003. p. 95-101.

FURTADO C.E.; QUADROS J.B.S.; VITTI D.M.S.S.; BUENO I.C.S.; DIAS R.C. e ROQUE A.P. Disponibilidade biológica e exigências de cálcio em eqüinos em crescimento recebendo dietas com diferentes níveis de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Vol. 38, n. 3, 2009.

FURTADO, C.E.; TOSI, H.; VITTI, D.M.S.S. Perda endógena e absorção real de fósforo em dietas para eqüinos em crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.5, p.1023-1028, 2000a.

GUTIÉRREZ, O.; GEERKEN, C. M.; DIAZ, A. Determinación de la digestibilidad real del fósforo en la bermuda cruzada Nº 1 (*Cynodon dactylon* cv Coast cross). **Revista Cubana de Ciencia Veterinaria**, Havana, v. 19, n. 3, p. 233-238, 1988.

HINTZ, H. F.; SCHRYVER, H. F.; DOTY, J.; LAKIN, C.; ZIMMERMAN, R. A. Oxalic acid content of alfalfa hays and its influence on the availability of calcium, phosphorus and magnesium to ponies. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, n. 4, p. 939-942, 1984.

HINTZ, H.F. Equine nutrition update. *Proc. Am. Assoc. Equine Pract.*, v.46, p.62-79, 2000.

HINTZ, H.F. Mineral requirements in the horse: a historical perspective. In: FOCUS ON EQUINE NUTRITION. MINERAL REQUIREMENTS AND MANAGEMENT OF GROWING HORSE, 1996, Kentucky. **Proceedings...** Kentucky: 1996. p.1-7.

HINTZ, H.F.; SCHRYVER, H.F. Availability of ponies of calcium and phosphorus from various supplements. **Journal of Animal Science**, v.34, n.4, p.979-980, 1972.

KOHNKE, J.R. Bone biomechanics: A review of the influences of exercise and nutritional management on bone modeling in the growing and exercising horse. In: ALLTECH INTERNATIONAL FEED INDUSTRY SYMPOSIUM, 20., 2004, Lexington. **Proceedings ...** (Re-imagining the Feed Industry: Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries). Lexington: Alltech, 2004. 531 p.

LAWRENCE, L.A. Effects of exercise and training on skeletal development in horses. In: KENTUCKY EQUINE RESEARCH NUTRITION CONFERENCE, 13., 2003, Sydney. **Proceedings...** Focus on Growth & Development of the Equine Skeleton). Sydney: Kentucky Equine Research, 2003a. p. 210-217.

LAWRENCE, L.A. Principles of bone development in horses. In: Kentucky Equine Research Nutrition Conference, 13., 2003, Sydney. **Proceedings ...** (Focus on Growth & Development of the Equine Skeleton). Sydney: Kentucky Equine Research, 2003b. p. 69-73.

LINS L.A.; VELHO J.R.; RIBAS L.M.; JÚNIOR F.F.; CORREIA M.N. e NOGUEIRA C.E.W. Osteocondrite Dissecante em potros da raça crioula. **Ciencia Animal Brasileira**, Vol.9, número 4, pg.1017-1021, 2008.

LITTLE, D. A. Utilization of minerals. In: HACKER, J. B. (Ed.). **Nutritional limits to animal production from pastures, Sta. Lucia, Queensland**. Farnham Royal: CSIRO, 1984, p. 259-283.

LOFGREEN, G. P.; KLEIBER, M. The availability of the phosphorus in alfalfa hay. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 12, n. 2, p. 366-371, 1953.

MARAIS, J. O.; BARNABAS, A. D.; FIGENSCHOU, D. L. Effect of calcium nutrition on the formation of calcium oxalate in kikuyu grass. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18, 1997, Winnipeg. **Proceedings...** [s.l.: s.n., 1997]. v. 2, Session 17 - Forage Quality.

McILWRAITH, C.W. Developmental orthopedic disease: problems of limbs in young horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, Fort Collins, v. 24, n.11, p. 475-479, nov. 2004.

McILWRAITH, C.W. The equine skeleton: how does bone grow and how do abnormalities in developmental process affect soundness? **World Equine Veterinary Review**, Versailles, v.1, n. 2, p. 25-29, 1996.

McKENSIE, R.A.; BLANEY, B.J.; GARTNER, R.J.W. The effect of dietary oxalate on calcium, phosphorus and magnesium balances in horses. **Journal of Agricultural Science**, v.97, n.1, p.69-74, 1981.

MÉNDEZ, M.C. Osteodistrofia fibrosa. In: RIET-CORREA, F. et al. **Doenças de ruminantes e eqüinos**. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 1998. p. 542-546.

MÉNDEZ, M.C.; RIET-CORREA, F. Osteodistrofia Fibrosa. In: RIET-CORREA, F.; SCHILD, A.L.; LEMOS, R.A.A. et al. (Ed.) *Doenças de Ruminantes e Equídeos*. Santa Maria: Pallotti, 2007. v.2, p.289-293.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 687 p.

MORSE, D.; HEAD, H. H.; WILCOX, C. J. Disappearance of phosphorus in phytate from concentrates in vitro and from rations fed to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 7, p. 1979-1986, 1992.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL Subcommittee on Beef Cattle Nutrition. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington: National Academy Press, 1996. 242 p.

NELSON, T. S.; DANIELS, L. B.; HALL, J. R.; SHIELDS, L. G. Hydrolysis of natural phytate phosphorus in the digestive tract of calves. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 42, n. 6, p. 1509-1512, 1976.

NUNES, S. G.; SILVA, J. M.; SCHENK, J. A. P. **Problemas com cavalos em pastagens de humidícola**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1990, p.1-4. (EMBRAPA-CNPGC. Comunicado Técnico, 37).

NICODEMO, M.L.F. Cálculo de misturas minerais para bovinos, **Embrapa Gado de Corte**, Campo Grande, 2001.

NICODEMO, M.L.F. e Laura,V.A.; Elementos Minerais em Forrageiras: formas químicas,distribuição e disponibilidade, **Embrapa Gado de Corte**, Campo Grande 2001.

NUNES, S. G.; SILVA, J. M.; QUEIROZ, H. P. **Avaliação de gramíneas forrageiras para eqüinos**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1990. 5 p. (EMBRAPA- CNPGC. Pesquisa em Andamento, 45)

OLSSON, S.E. The nature of osteochondrosis in animals: summary and conclusion with comparative aspects in mam. **Acta Radiology**, Estocolmo, v. 358 (suppl), p.123-137,1978.

PETTERSON, H.; REILAND, S. Periarticular subchondral "Bone Cysts" in the horses. **Clinical Orthopedics and Related Research**, Filadélfia, v. 62, p. 95-103, jan.-fev. 1969.

PLAYNE, M. J. Availability of phosphorus in feedstuffs for utilization by ruminants. **Reviews in Rural Science**, v. 3, p. 155-164, 1976.

PUOLI FILHO, J.N.P.; COSTA, C.; ARRIGONI, M.B. et. al. Suplementação mineral e mobilização de cálcio nos ossos de equinos em pastagem de *Brachiaria humidicola*. **Pesq. Agrop. Bras.**, v.34, .

SCHENK, M. A. M.; FARIA FILHO, T. T.; PIMENTEL, L. R. L. **Intoxicação por oxalatos em vacas lactantes em pastagem de setária (*Setaria anceps* Stapf cv. Kazungula)**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1982. 3 p. (EMBRAPACNPGC. Comunicado Técnico, 10).

SCHRYVER, H.F.; GRAIG, P.H.; HINTS, H.F. Calcium metabolism in ponies fed varying levels of calcium. **Journal of Nutrition**, v.100, n.5, p.955-964, 1970.

SCHRYVER, H.F.; HINTS, H.F.; LOWE, J.E. Calcium and phosphorus in the nutrition of the horse. **Cornell Veterinary**, v.64, n.4, p.493-515, 1974a.

SCHRYVER, H.F.; HINTS, H.F.; LOWE, J.E. et al. Mineral compositions of the whole body, liver and bone of young horses. **Journal of Nutrition**, v.104, n.1, p.126-134, 1974b.

TERNOUTH, J. H.; COATES, D. B. Phosphorus homeostasis in grazing breeder cattle. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 128, n. 3, p. 331-337, 1997.

TILLMAN, A. D.; BRETHOUR, J. R. Utilization of phytin phosphorus by sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 17, p. 104-112, 1958.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The mineral nutrition of livestock**. 3.ed. Wallingford: CAB, 1999. 614p.

Van DOORN, D.A.; Van der SPEK, M.E.; EVERTS, H. et al. The influence of calcium intake on phosphorus digestibility in mature ponies. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.88. p.412-418, 2004.

WARD, G.; HARBERS, L. H.; BLAHA, J. J. Calcium-containing crystals in alfalfa: their fate in cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 62, n. 5, p. 715-22, 1979.
WWW.dpi.nsw.gov.au,primefact 525, Feb, 2007.