

Desempenho de coelhos Nova Zelândia variedade branca submetidos a fontes de fósforo com altas concentrações de flúor

White New Zealand rabbits performance fed phosphorus sources containing high fluoride content

Artur Canella Avelar¹; Walter Motta Ferreira^{1,2}

¹Universidade Federal de Minas Gerais; Escola de Veterinária; Departamento de Zootecnia; Belo Horizonte; Minas Gerais, Brasil.

²Bolsista do CNPQ.

* Endereço para correspondência: avelara.can@gmail.com

RESUMO

Os efeitos deletérios do flúor presente em oito diferentes fosfatos foram investigados, utilizando coelhos *Oryctolagus cuniculus* Nova Zelândia variedade branca na faixa de idade entre 30 até 72 dias. Oito dietas foram formuladas, de acordo com as fontes de fósforo: farinha de ossos calcinada, fosfato bicálcico, fosfato super triplo, fosfato super simples, fosfato mono-amônio, fosfosulfato de amônio, polifosfato de cálcio e amônio e um sal mineral bovino. As variáveis zootécnicas foram acompanhadas ao longo de 42 dias. Os animais foram abatidos e os fígados coletados e pesados. Os animais que receberam dietas formuladas com fosfatos de alto teor de flúor (fosfosulfato de amônio e sal mineral bovino) apresentaram os piores resultados de ganho de peso, de consumo e de conversão alimentar.

Palavras-chaves: consumo alimentar, conversão, fosfatos, íon fluoreto, peso final

SUMMARY

Deleterious effects of fluoride content from eight different phosphates were investigated using 30 days white New Zealand young rabbits *Oryctolagus cuniculus*. Eight different diet were formulated, each one using a different P source: calcinated bone meal, dicalcium phosphate, super triple phosphate, super simple phosphate, monoammonium phosphate, sulphur amonium

phosphate, ammoniated calcium polyphosphate and a bovine mineral supplement. The zootecnic parameters were followed during 42 days long. At the end of experiment, all animals were slaughtered and livers were collected and weighted. Animals receiving fluoride high level contents (phosphate of amonium and sulphur, and bovine mineral salt) have shown the worst results of weight gain feed intake and feed conversion.

Keywords: conversion, final body weight, fluorine, food consumption, phosphates

INTRODUÇÃO

O sucesso dos sistemas modernos de produção animal está intrinsecamente relacionado com o manejo alimentar dos animais, e com o fornecimento de nutrientes de qualidade (AHOLA et al., 2004). Porém, para atender a necessidade crescente de diminuição de custos de produção, estudam-se cada vez mais alimentos alternativos na nutrição animal (MOREIRA et al., 2008).

No caso das fontes de fósforo, o fosfato bicálcico tem sido o padrão nas dietas animais. O emprego de fosfatos mais baratos em dietas animais tem sido evitado, pois estes produtos podem apresentar inconvenientes como a

presença de flúor em concentrações elevadas (MARÇAL et al., 2003). Trabalho com bovinos demonstra que o emprego de fosfatos com altos teores de F na dieta, ocasiona menor ingestão de alimentos e pior conversão (LIMA, 2000). Shashi & Thapar (2000) observaram a ação tóxica da adição na dieta de soluções contendo altas concentrações de F, gerando lesões no fígado dos coelhos.

O flúor é o elemento mais eletronegativo da tabela periódica e combina-se de forma reversível com o hidrogênio formando o ácido HF (ácido fluorídrico). Este ácido possui grande poder de difusão, o que explica a grande absorção do F no estômago e sua presença nos fluidos intra e extracelulares. Sua elevada afinidade com o cálcio torna-o um elemento sempre presente nos tecidos calcificados (INSTITUTE OF MEDICINE, 1997).

O flúor é adicionado à água potável em várias partes do mundo, devido seu efeito cariostático (OMENA et al., 2006). Praticamente todos os alimentos possuem F em sua composição, principalmente as bebidas, uma vez que, o mesmo está presente na natureza em formas bastante solúveis (RASHCH & FINCH, 2000). Sua presença nos alimentos ocorre em concentrações (mg.kg^{-1}), nas seguintes faixas: Carne de boi e frango - 0,04 a 0,51; Leite e derivados - 0,02 a 0,82, Vegetais - 0,08 a 0,70; Grãos e cereais - 0,08 a 2,00, respectivamente, segundo o Institute of Medicine (1997).

Os fosfatos dos tipos *food-grade* (usados na alimentação humana) e *feed-grade* (incluindo o fosfato bicálcico para uso animal) são beneficiados industrialmente para a remoção deste e de outros contaminantes, evitando que o F (flúor) entre em elevadas concentrações na cadeia alimentar humana e animal

(FERNANDES et al., 1999; MARÇAL et al., 2003; MORES et al., 1999).

Deste modo, realizou-se este experimento para avaliar o efeito do uso de fosfatos com diferentes concentrações de F sobre as variáveis zootécnicas de coelhos em desenvolvimento: peso final, ganho de peso e conversão. Foram testados os produtos: farinha de ossos calcinada (FAR), fosfato bicálcico (BIC), fosfato super triplo (FST), fosfato super simples (FSS), fosfato monoamônico (FMA), fosfosulfato de amônio (FSA), polifosfato de cálcio e amônio (POLI) e um sal mineral bovino (SMB).

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi autorizado pelo CETEA - comitê responsável por experiências com animais da Universidade Federal de Minas Gerais Protocolo CETEA – UFMG protocolo 044-04. Foi conduzido no Laboratório de Metabolismo Animal – área de coelhos e animais silvestres do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, entre setembro e outubro de 2008, seguindo princípios éticos de cuidados durante o experimento e no abate dos animais.

Utilizou-se 96 láparos de 30 dias da raça Nova Zelândia variedade branca, metade de cada sexo, recém-desmamados, com peso médio de $685,1 \pm 108,4$ g. Os animais foram divididos em oito grupos de 12 animais, equilibradamente de cada sexo por tratamento. Os grupos não apresentaram diferença significativa de peso vivo aos 30 dias, teste Student-Newman-Keuls ($P < 0,05$) realizado utilizando-se o pacote estatístico SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - Universidade Federal de Viçosa, versão 9.0.

O ambiente laboratorial possuía sistema de ventilação e exaustão. A insolação foi indireta, com iluminação artificial no período das 07:00h às 19:00h. Individualmente, os coelhos recém-desmamados foram dispostos em gaiolas de arame galvanizado com dimensões de 40 x 60 x 45 cm (comprimento, largura e altura). Os láparos foram distribuídos de maneira aleatória pelo galpão. A água foi fornecida à vontade em bebedouros do tipo chupeta semi-automática e o alimento em comedouros de chapa galvanizada no interior da gaiola. Realizou-se a remoção diária de fezes e urina do fundo das gaiolas, no período da manhã, e a limpeza geral do piso do laboratório.

O experimento foi delineado com distribuição de animais inteiramente casualizada, com oito tratamentos e doze unidades por tratamento, sendo que cada tratamento foi representado por uma dieta (Tabela 1) com 98% de dieta referência com 2% de uma fonte mineral, com diferentes fontes de fósforo. Os demais ingredientes foram formulados de forma idêntica, em todas as dietas experimentais, respeitando as exigências nutricionais para coelhos em desenvolvimento.

Executou-se o experimento no período de vida dos animais compreendido dos 30 dias aos 72 dias de vida. Os animais receberam água e ração à vontade até o dia do abate, quando a ração foi retirada às 07:00h. As dietas dos oito tratamentos foram formuladas visando atender às necessidades nutricionais de coelhos em crescimento e recria após a desmama.

As análises químicas foram feitas de acordo com as orientações do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em sua publicação *Métodos Analíticos para Controle de Alimentos para Uso Animal* do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2007).

Determinou-se a concentração de fósforo pela técnica de método espectrofotométrico do ácido molibdovanadofosfórico; a concentração de cálcio pelo método espectrométrico por absorção atômica e a determinação do flúor pela técnica de potenciometria de eletrodo seletivo para o íon F⁻. Todas as análises químicas das concentrações de fósforo, cálcio e flúor foram realizadas nas dependências do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CDTN/CNEN) em Belo Horizonte, MG. O abate ético-humanitário realizou-se no setor de Cunicultura da Escola de Veterinária da UFMG em Igarapé, MG. O método de abate foi pela sangria por punção na jugular, realizada rapidamente, com entrada individual na câmara de abate. Os tecidos de interesse (deste e de outros trabalhos) foram colhidos e estocados em congelador até a análise laboratorial. Estudaram-se, simultaneamente, as variáveis: consumo total, ganho de peso e conversão, pelo teste Student-Newman-Keuls, com as hipóteses H₀: médias iguais e H₁: médias diferentes, grau de significância $\alpha = 0,05$, utilizando-se a ferramenta estatística SAEG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quantidades adequadas de fósforo (P) e cálcio (Ca) (Tabela 2) e demais exigências nutricionais para coelhos em desenvolvimento dos 30 aos 72 dias, foram fornecidas aos animais conforme preconizado por Lebas et al. (1997). O coelho tolera altas concentrações de Ca, pois elimina o excesso deste nutriente via urina, assim às relações Ca: P de todos os grupos estão de acordo com as recomendações destes autores.

Dois grupos (Tabela 3) apresentaram concentração de F⁻ na faixa de 400 ppm: o grupo suplementado com Sal Mineral Bovino com 400 ppm de F⁻ na dieta e o suplementado com fosfosulfato de amônio com 390 ppm de F⁻ na dieta.

Em publicação da FAO, Lebas et al. (1997), afirmam que a concentração máxima admissível de F na dieta para coelhos em desenvolvimento antes do aparecimento de sinais de intoxicação é de 400 ppm de F⁻, o que corrobora as observações do presente experimento. Furlan et al. (1994), atribuíram os piores resultados para a conversão alimentar às dietas para coelhos em desenvolvimento, formuladas com fosfatos de rocha que apresentavam altas concentrações de F; contudo, seu estudo não analisou o valor total de F na dieta, usando apenas o valor de F no fosfato, considerando que só a

contribuição deste ingrediente para o F presente na dieta, porém pelas análises realizadas, constatam-se concentrações significativas de F em outros ingredientes da formulação. No presente estudo avaliou-se as concentrações de F total na dieta e também em outros ingredientes (individualmente), encontrando-se: (0,170 ± 0,020)% no calcário calcítico e (0,030 ± 0,010)% no melação de cana em pó; ambos empregados na formulação da dieta. A concentração de F no calcário comercial usado da formulação é elevada, e encontra-se nos mesmos níveis de F dos fosfatos. Assim, para que seja determinado o valor tóxico de F na dieta, é necessária uma análise completa de sua composição, como foi realizada neste experimento.

Tabela1. Formulação da dieta referência: percentual de cada ingrediente em relação ao total em peso seco

Ingrediente	% MS	Fração	% MS
Feno de alfafa	34,63	Lisina	0,25
Farelo de trigo	25,00	Metionina	0,04
MDPS	15,00	Matéria Seca	88,80
Farelo de soja	12,13	Proteína	17,02
Milho	6,05	FDA	17,53
Fonte de fósforo ¹	2,00	Ca mínimo	0,90
Melaço em pó	2,00	P mínimo	0,60
Calcário	1,00	Lisina total	0,75
Óleo de soja	1,00	Metionina +	0,55
Sal branco (NaCl)	0,50	ED coelho	2600
Premix ²	0,40		

¹ Cada grupo recebeu exclusivamente uma das seguintes fontes de fósforo: farinha de ossos calcinada (FAR), fosfato bicálcico (BIC), fosfato super triplo (FST), fosfato super simples (FSS), fosfato mono-amônico (FMA), fosfosulfato de amônio (FSA), polifosfato de cálcio e amônio (POLI) e sal mineral bovino (SMB); ² Composição do premix vitamínico/mineral por kg de produto: Vit. A: 2000000 UI; Vit. D3: 20000 UI; Vit. E: 4000 mg; Vit. K3: 722 mg; Vit. B1: 400 mg; Vit. B2: 1000 mg; Vit. B6: 600 mg; Vit. B12: 2000 mcg; Niacina: 6000 mg; Ácido fólico: 100 mg; Ácido pantotênico: 3000 mg; Biotina: 21 mg; Colina: 100000 mg; selênio: 19 mg; iodo: 140 mg; cobalto: 200mg; ferro: 20000 mg; cobre: 4000 mg; manganês: 4000 mg; zinco: 14000 mg; Avilamicina: 1000 mg.

Tabela 2. Constituição mineral das dietas formuladas com os fosfatos do experimento (dados em µg/g, exceção das razões Ca:P e P:F dadas em g/g).

Elemento	POLI	FST	FAR	BIC	FSS	FMA	FSA	SMB
P	8981	8954	7925	8928	6615	9513	7174	7453
Ca	14200	13900	15400	14830	14300	10290	9870	14489
F	180 ± 15	186 ± 15	70 ± 10	86 ± 10	54 ± 10	92 ± 10	390 ± 20	440 ± 20
Ca:P	1,58	1,55	1,94	1,66	2,16	1,08	1,38	1,94
P:F	49,89	48,14	132,08	103,81	70,37	103,40	18,39	16,94

Fontes de fósforo: POLI = polifosfato de cálcio e amônio, FST = fosfato super triplo, FAR = farinha de ossos calcinada, BIC = fosfato bicálcico, FSS = fosfato super simples, FMA = fosfato mono-amônico, FSA = fosfosulfato de amônio e SMB = sal mineral bovino.

Tabela 3. Consumo total, ganho de peso total (gramas) e conversão (grama/grama) de coelhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de fósforo.

Variáveis	POLI	FST	FAR	BIC	FSS	FMA	FSA	SMB
Consumo total ¹	3934 ^a	4032 ^a	4283 ^a	4313 ^a	3993 ^a	4177 ^a	3231 ^b	3350 ^b
Ganho total ¹	1370 ^a	1410 ^a	1447 ^a	1450 ^a	1321 ^a	1367 ^a	1009 ^b	1017 ^b
Conversão ¹	2,89 ^a	2,87 ^a	2,96 ^{ab}	3,00 ^{ab}	3,05 ^{ab}	2,99 ^{ab}	3,26 ^b	3,31 ^b

a,b Médias com letras diferentes, na mesma linha diferem entre si pelo teste SNK (P < 0,05), n=12, 96 animais, período 30-72 dias.

Fontes de fósforo: POLI = polifosfato de cálcio e amônio, FST = fosfato super triplo, FAR = farinha de ossos calcinada, BIC = fosfato bicálcico, FSS = fosfato super simples, FMA = fosfato mono-amônico, FSA = fosfosulfato de amônio e SMB = sal mineral bovino.

Todas as rações fornecidas proporcionaram desenvolvimento dos animais; contudo, observa-se dois grupos de respostas: o primeiro grupo representado pelos tratamentos farinha de ossos, fosfatos: bicálcico, super triplo, polifosfato, super simples e mono-amônico, e o segundo, pelos tratamentos fosfosulfato de amônio e sal mineral bovino. Esta diferença de resposta dos animais dos grupos FSA e SMB e os demais grupos é notória, como poder ser observada nas Figuras 1, 2 e 3.

O menor consumo e o menor ganho de peso tanto no grupo FSA quanto no

grupo SMB (Tabela 3) são bem caracterizados com diferenças significativas nos valores das variáveis citadas, na comparação dos dois grupos em relação aos demais ($P < 0,05$). Tal observação é corroborada pelos resultados obtidos em outro estudo conforme demonstrou ATSDR (2003), que a mucosa gástrica não é capaz de adaptar-se a uma exposição continuada de altas concentrações de flúor administradas oralmente. E que um dos principais sintomas da toxicidade crônica por F é a redução do apetite.

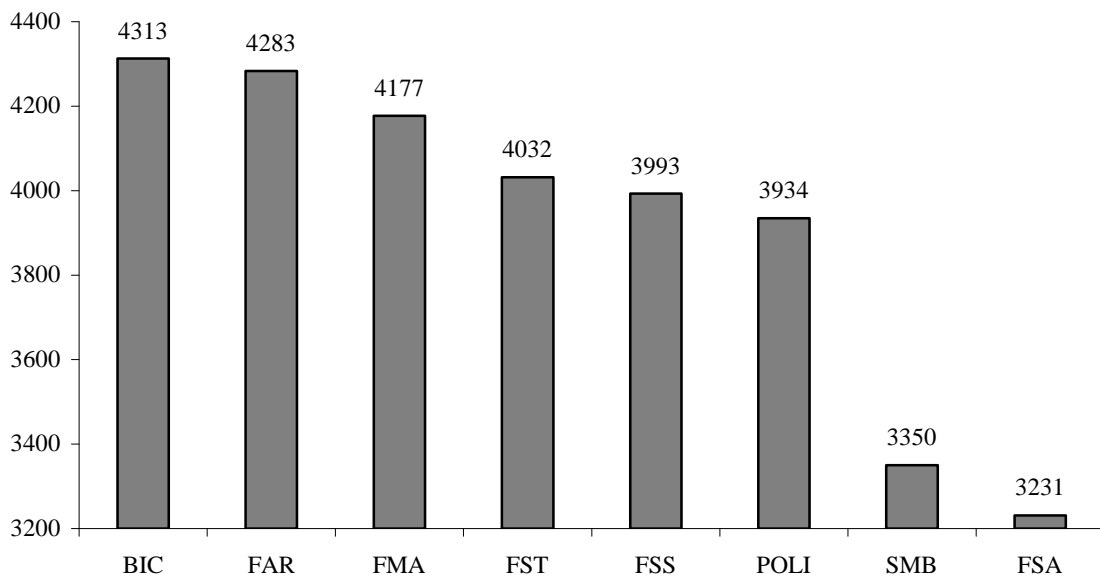


Figura 1. Consumo total de ração de coelhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de fósforo, 42 dias após o início do experimento, n=12. Fontes de fósforo: fosfato bicálcico (BIC), farinha de ossos calcinada (FAR), fosfato mono-amônico (FMA), fosfato super triplo (FST), fosfato super simples (FSS), polifosfato de cálcio e amônio (POLI), sal mineral bovino (SMB) e fosfosulfato de amônio (FSA)

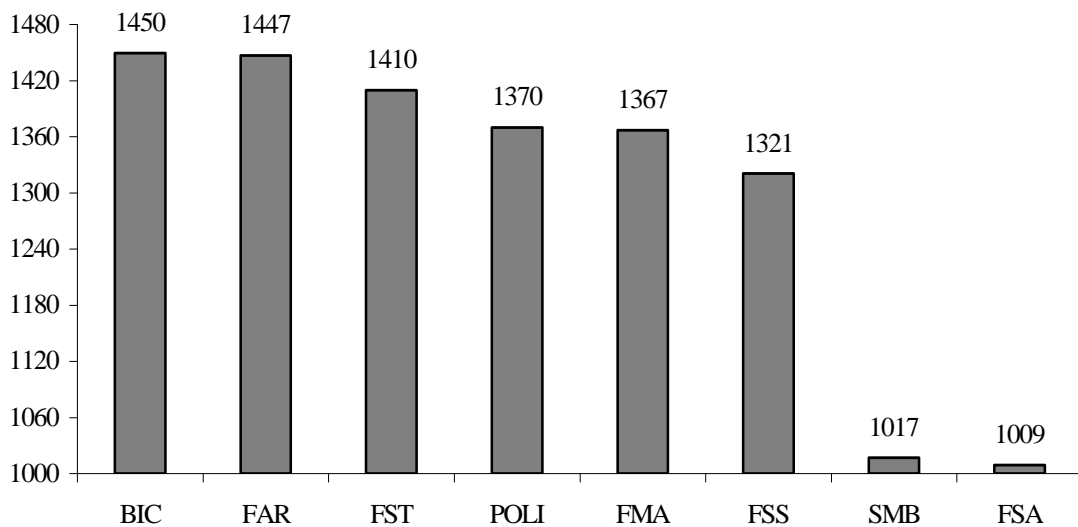


Figura 2. Ganho de peso vivo (gramas) de coelhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de fósforo, 42 dias após o início do experimento, n=12: Fontes de fósforo: fosfato bicálcico (BIC), farinha de ossos calcinada (FAR), fosfato super triplo (FST), polifosfato de cálcio e amônio (POLI), fosfato mono-amônico (FMA), fosfato super simples (FSS), sal mineral bovino (SMB) e fosfosulfato de amônio (FSA)

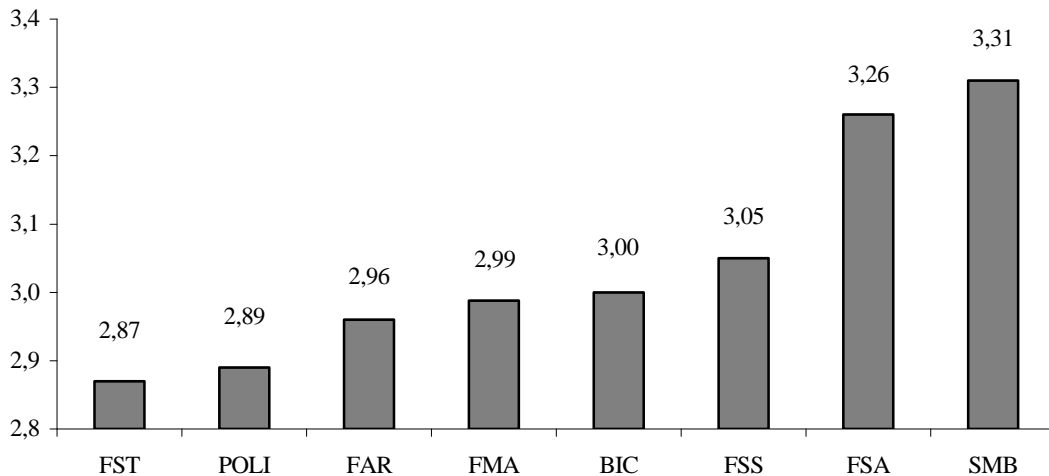


Figura 3. Conversão média de coelhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de fósforo, 42 dias após o início do experimento, n=12: Fontes de fósforo: fosfato super triplo (FST), polifosfato de cálcio e amônio (POLI), farinha de ossos calcinada (FAR), fosfato mono-amônico (FMA), fosfato bicálcico (BIC), fosfato super simples (FSS), fosfosulfato de amônio (FSA) e sal mineral bovino (SMB)

Apesar de todos os animais do experimento terem ração à sua disposição, pode-se considerar que ocorreu restrição alimentar indireta devido à baixa aceitação das dietas com altas concentrações de F, restrição não intencional. É sabido que durante períodos de restrição alimentar, ocorre uma redução no peso dos órgãos internos do coelho, bem como do peso vivo do animal (TUMOVÁ et al., 2006).

Nas condições experimentais, concluiu-se que houve efeito da fonte de P sobre consumo, o peso final, ganho de peso total e conversão dos coelhos de 72 dias. As dietas formuladas com fontes de P com maior concentração de F apresentaram os piores desempenhos em todas as variáveis zootécnicas estudadas. A concentração de 186 ppm de F na dieta formulada com fosfato super triplo, bem como as concentrações inferiores a este valor nas fontes de fósforo, polifosfato de cálcio e amônio, farinha de ossos calcinada, fosfato bicálcico, fosfato super simples, fosfato mono-amônico não afetaram as variáveis zootécnicas: conversão, ganho de peso e peso final. O valor de 400 ppm de F⁻ nas dietas fosfosulfato de amônio e sal mineral bovino prejudicou o consumo e o ganho de peso dos coelhos em desenvolvimento, alimentados dos 30 a 72 dias de idade.

AGRADECIMENTOS

Este projeto conta com apoio do CNPq, através de bolsa de pós-doutorado do autor principal (Projeto 151985/2008-1), e Fapemig (apoio a projetos relacionados aos laboratórios onde se realizaram o experimento e as análises). Agradecemos aos técnicos do CDTN/CNEN que colaboraram nas análises químicas, em particular à Dra. Maria Ângela de B.C. Menezes (SERTA), o geólogo Walter de Brito e ao técnico Luiz Carlos. Agradecemos o apoio, material e intelectual, de Dr. Edmundo

Benedetti (Faculdade de Veterinária da UFU) e Dr. Décio Souza Graça (Escola de Veterinária da UFMG).

REFERÊNCIAS:

AHOLA, J.K.; BAKER, D.S.; BURNS, P.D.; MORTIMER, R.G.; ENNS, R.M.; WHITTIER, J.C.; GEARY, T.W.; ENGLE, T.E. Effect of copper, zinc, and manganese supplementation and source on reproduction, mineral status, and performance in grazing beef cattle over a two-year period. **Journal Animal Science**, v.82, p.2375–2383, 2004. [Links].

ATSDR AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY – ATSDR. **Toxicological profile for fluorides, hydrogen fluoride, and fluorine**. Atlanta: Department of Health and Human Services Public Health Service, 2003. 404p. [Links].

BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T.; GOMES, P.C. Fontes alternativas de fósforo no desempenho e características dos ossos de suínos em crescimento e terminação. **Comunicado Técnico da EMBRAPA**, p.1-3, 1992. [Links].

FERNANDES, J.L.M.; LIMA, F.R.; MENDONÇA, C.X.; MABE, I.; ALBUQUERQUE, R.; LEAL, P.M. Relative bioavailability of phosphorus in feed and agricultural phosphates for poultry. **Poultry Science**, v.78, p.1729-1736, 1999. [Links].

FURLAN, A.C.; TAFURI M, L.;
ROSTAGNO, H.S.; ALMEIDA, E.;
SILVA, M.; SCAPINELLO, C.;
DONZELE, J.L. Uso de fosfatos naturais
de rocha na alimentação de coelhos em
crescimento. **Revista da Sociedade
Brasileira Zootecnia**, v.23, n.5, p.829-
840, 1994. [Links].

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary
reference intakes for calcium,
phosphorus, magnesium, vitamin D,
and fluoride**. Washington, D.C.: NRC,
1997. 449p. [Links].

LEBAS, F.; COUDERT, P.;
ROCHAMBEAU, H.; THÉBAULT,
R.G. **The rabbit: husbandry, health
and production**. Roma: FAO, 1997.
205p. [Links].

LIMA, F.R. A importância do fósforo na
dieta de vacas de leite. **Revista Balde
Branco**, n.425, março, 2000. [Links].

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO –
MAPA. **Métodos analíticos para
controle de alimentos para uso animal**.
Disponível em:
<<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso
em: 23 out. 2006.

MARÇAL, W.S.; GOMES, G.P.;
NASCIMENTO, M.R.L.; MORENO,
A.M. Avaliação de fontes de fósforo para
a nutrição mineral de bovinos. **Arquivos
do Instituto de Biologia**, v.70, n.3,
p.255-258, 2003. [Links].

MOREIRA, J.N.; VOLTOLINI, T.V.;
MOURA, J.B.; SANTOS, R.D.;
FRANÇA, C.A.; ARAÚJO, G.G.L.
Alternativas de volumosos para caprinos
em crescimento. **Revista Brasileira de
Saúde e Produção Animal**, v.9, n.3,
p.407-415, 2008. [Links].

MORES, N.; BARBOSA, H.P.;
BARIONI, W.J. Efeito de diferentes
fontes de fósforo na dieta sobre as
características dos ossos de porcas e suas
proles. **Pesquisa Veterinária Brasileira**,
v.19, n.1, p.1-6, 1999. [Links].

OMENA, L.M.F.; SILVA, M.F.;
PINHEIRO, C.C.; CAVALCANTE,
J.C.; SAMPAIO, F.C. Fluoride intake
from drinking water and dentifrice by
children living in a tropical area of Brazil.
Journal of Applied Oral Science, v.14,
n.5, p.382-387, 2006. [Links].

RASHCHI, F; FINCH, J.A.
Polyphosphates: a review their chemistry
and application with particular reference
to mineral processing. **Minerals
Engineering**, v.13, n.10-11, p.1019-1035,
2000. [Links].

SHASHI, A.; THAPAR, S.P.
Histopathology of fluoride-induced
hepatotoxicity in rabbits. **Fluoride**, v.34,
n.1, p.34-42, 2000. [Links].

TUMOVÁ, E.; ZITA, L.; STOLC, L.
Carcass quality in restricted and ad
libitum fed rabbits. **Czech Journal of
Animal Sciences**, v.51, n.5, p.214-219,
2004. [Links].

Data de recebimento: 07/01/2008
Data de aprovação: 12/05/2009