



Archivos de Zootecnia

ISSN: 0004-0592

pa1gocag@lucano.uco.es

Universidad de Córdoba

España

Avelar, A.C.; Ferreira, W.M.; Brito, W.; Menezes, M.A.B.C.

Composição mineral de fosfatos, calcário e farinha de ossos usados na Agropecuária Brasileira

Archivos de Zootecnia, vol. 58, núm. 224, diciembre, 2009, pp. 737-740

Universidad de Córdoba

Córdoba, España

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49519040012>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

NOTA BREVE

COMPOSIÇÃO MINERAL DE FOSFATOS, CALCÁRIO E FARINHA DE OSSOS USADOS NA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA

MINERAL COMPOSITION OF PHOSPHATES, LIMESTONE AND BONE MEAL USED IN BRAZILIAN AGRICULTURE AND LIVESTOCK

Avelar, A.C.^{1A}, W.M. Ferreira^{1B}, W. Brito^{2A} e M.A.B.C. Menezes^{2B}

¹Departamento de Zootecnia. Escola de Veterinária da UFMG. Avenida Antonio Carlos, 6627. Campus Pampulha Belo Horizonte. Brasil. ^Aavelara.can@gmail.com; ^Bwaltermf@ufmg.br

²Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear. Comissão Nacional de Energia Nuclear (CDTN/CNEN). Rua Mario Werneck, s/n. Campus Pampulha Belo Horizonte. Brasil. ^Abritow@cdtn.br; ^Bmenezes@cdtn.br

PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

Fósforo. Cálcio. Micronutrientes. Solubilidade.

ADDITIONAL KEYWORDS

Phosphorus. Calcium. Micronutrients. Solubility.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo caracterizar os fosfatos, um calcário e uma farinha de ossos comumente usados na agropecuária brasileira. A solubilidade dos fosfatos foi determinada usando soluções de 2 e 10% de ácido cítrico. A farinha de ossos calcinada e o sal mineral bovino apresentaram baixas solubilidades. Diversas técnicas foram empregadas nas análises minerais: difratometria de raios-x, absorção atômica de forno de grafite, colorimetria, gravimetria e ativação neutrônica. Com exceção dos fosfato sulfato de amônio e monoamônico, vários fosfatos analisados, bem como a farinha de ossos, são fontes simultâneas de fósforo e cálcio. Muitos destes produtos são também fontes de outros elementos como S, Si, Na, Fe, Zn e Co.

SUMMARY

This study aimed to characterize the common phosphates, a bone meal and a limestone usually used in Brazilian agriculture and livestock. The solutions used to measure the solubility of phosphates were 2 and 10% citric acid. Calcinated bone meal and bovine mineral supplement presented very low solubilities. Many techniques were employed in the mineral analyses: X-ray diffractometry, atomic absorption with carbon furnace, colorimetric and gravimetric techniques and instrumental neutron activation. Except for limestone, monoammonium and ammonium sulfate

phosphate, many tested phosphates are simultaneously P and Ca sources. Many of these products are also sources of one or more elements such as S, Si, Na, Fe, Zn and Co.

INTRODUÇÃO

A indústria brasileira de rocha fosfática (**tabela I**) está concentrada nos estados de Minas Gerais (regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba), Goiás e São Paulo (DNPM, 2006).

O presente estudo tem como objetivo caracterizar o calcário, farinha de ossos (bovino) calcinada e os fosfatos disponíveis ao produtor rural sob os aspectos da solubilidade em ácido cítrico (2 e 10%) e da concentração de vários macro e microelementos essenciais à saúde animal presentes nestes produtos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os produtos analisados foram adquiridos no mercado de Uberlândia, Minas Gerais, um dos maiores centros do agro-negócio brasileiro. Foram retiradas amostras de 1000 gramas de cada pacote comercial. Amostras representativas de 100 gramas

Recibido: 24-9-07. Aceptado: 17-1-08.

Arch. Zootec. 58 (224): 737-740. 2009.

Tabela I. Principais empresas produtoras de fosfatos no Brasil, e suas participações no mercado. (Major phosphate producers in Brazil, and their market sharing).

Empresas	UF	P%
Fertilizantes fosfatados		
S/A fosfértil	MG	31,49
Ultrafertil S/A	GO	29,94
Bunge fertilizantes S/A	MG, SP	21,45
Copebrás Ltda	GO	14,52
Socal S/A	SP	0,82
Itafós mineração Ltda	TO	0,70
Companhia Baiana de Pesquisa Mineral	BA	0,69
Galvani indústria comércio	BA	0,40

UF: Unidade da federação onde ocorreu a comercialização ou consumo da produção bruta ou beneficiada. MG: Minas Gerais. GO: Goiás. SP: São Paulo. TO: Tocantins. BA: Bahia.

P: Participação percentual da empresa no valor total da comercialização da produção (Fonte: DNPM, 2006).

foram separadas e moídas em moinho elétrico com o intuito de se obter uma granulometria de 0,063 mm (#250 na escala Tyler mesh) em mais de 90% dos grãos. O fosfato foi homogeneizado e encaminhado para cada uma das análises consideradas a seguir: difratometria de raios-x pelo método do pó (fases cristalinas); gravimetria (S e SiO₂), fósforo (P₂O₅) por colorimetria com fosfomolibdato (Cunnif, 1995). Na, Zn, Fe e Co pela técnica nuclear de análise por ativação neutrônica no reator nuclear IPR-R1 do CDTN/CNEN (Avelar *et al.*, 2002) e Espectrofotometria de absorção atômica (CaO). Os ensaios de solubilidade seguiram a literatura (Duarte *et al.*, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados qualitativos (**tabela II**) obtidos pela análise de difratometria por raios-x pelo método do pó anteciparam os resultados quantitativos obtidos com o

emprego de outras técnicas analíticas (**tabelas III e IV**).

Os fosfatos monoamônico e o fosfato sulfato de amônio apresentaram como estrutura cristalina (**tabela II**) predominante a bifosfammita (NH₄H₂PO₄); possuem baixa concentração de Ca, uma vez que este elemento não está presente nesse cristal.

A concentração de fósforo presente no fosfato supersimples é a mais baixa entre todos os produtos analisados. Isto se deve ao fato que o supersimples tem a anidrita (CaSO₄) como estrutura cristalina majoritária, molécula onde não há a presença de fósforo; é notável a grande presença de enxofre (**tabela IV**) neste fosfato, S proveniente da anidrita. Outro fosfato que apresenta alta concentração de enxofre é o fosfato sulfato de amônio, que apresenta a mascagnita ((NH₄)₂SO₄) como fase cristalina maior.

A legislação brasileira determina que os rótulos dos suplementos minerais mencionem a solubilidade do fósforo em ácido cítrico a 2% (alta correlação entre o teste e o valor biológico de assimilação animal), relação 1:1, para as fontes de fósforos utilizadas nas misturas de minerais, sendo de 90% o valor mínimo aceitável. Duarte *et al.* (2003) recomendam que seja adotado o ácido cítrico na concentração de 10% como o extrator, pois este solubiliza acima de 80% do fósforo das fontes notadamente de média a alta biodisponibilidade e menos de 50% da fonte cujo fósforo é reconhecidamente de baixo valor biológico. Os dados de solubilidade são apresentados na **tabela III**. O sal mineral e a farinha de ossos não apresentaram solubilidade suficiente para serem usadas na nutrição animal.

O sal mineral bovino foi o produto com a maior concentração de Si. Análise qualitativa por difratometria de raios-x mostrou uma grande presença de quartzo (SiO₂) como fase cristalina menor (entre 3 e 10% do total de cristais). Valor elevado de Si foi encontrado na farinha de ossos, que também apresenta o quartzo (SiO₂) como

COMPOSIÇÃO DE FOSFATOS, CALCÁRIO E FARINHA DE OSSOS USADOS EM BRASIL

Tabela II. Características minerais dos produtos comercializados no mercado brasileiro.
(Mineral profile of Brazilian commercial phosphate products).

Produto	Predominante ($c>30\%$)	Fase Cristalina	
		Maior ($30\%>c>10\%$)	Menor ($10\%>c>3\%$)
F. Bicálcico	Monetita (CaHPO_4)	-	Anidrita (CaSO_4) Apatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{Cl}, \text{F}, \text{OH})$) Gipso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
F. Monoamônico	Bifosfammita ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$)	-	($\text{NH}_4\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_5$)
F. Supersimples	Anidrita (CaSO_4)	Bifosfammita ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) Bassanita ($2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	
F. Supertriplo	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	-	Brushita ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) Anidrita (CaSO_4)
F. Sulfato amônio	Bifosfammita ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$)	Mascagnita ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)	$\text{N}_2\text{H}_6\text{SO}_4$
Polifosfato de amônio e cálcio	<i>Flatt's salt</i> ($\text{NH}_4\text{Ca}_2\text{H}_7(\text{PO}_4)_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	Bifosfammita ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$)	Apatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{Cl}, \text{F}, \text{OH})$)
Sal mineral bovino	Apatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{Cl}, \text{F}, \text{OH})$)	-	Quartzo (SiO_2) Calcita (CaSO_4) Dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)
<i>Farinha de ossos</i>	Apatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{Cl}, \text{F}, \text{OH})$)	-	Quartzo (SiO_2)
<i>Calcário calcítico</i>	CaCO_3 (Calcita)	-	-

Tabela III. Concentrações de P, Ca, e SiO_2 e solubilidade dos produtos em ácido cítrico a 2% e a 10% dos produtos analisados (dados em %), $n=3$, matéria natural, todos resultados em (%). (P, Ca and SiO_2 concentrations, and 2% and 10% citric acid solubility of analysed products, $n=3$, natural basis, all data in %).

	P	Ca	SiO_2	Solubilidade ácido cítrico	
				2%	10%
F. bicálcico	$19,4 \pm 0,2$	$28,0 \pm 0,3$	$0,21 \pm 0,05$	91 ± 2	92 ± 3
F. monoamônico	$22,3 \pm 0,2$	$1,4 \pm 0,2$	$0,26 \pm 0,05$	100 ± 1	100 ± 1
F. supersimples	$7,8 \pm 0,1$	$18,7 \pm 0,3$	$1,01 \pm 0,10$	40 ± 4	37 ± 4
F. supertriplo	$19,5 \pm 0,2$	$15,0 \pm 0,2$	$1,15 \pm 0,10$	97 ± 1	99 ± 2
F. sulfato amônio	$10,6 \pm 0,1$	$1,4 \pm 0,1$	$0,40 \pm 0,05$	88 ± 4	80 ± 4
Polifosfato	$19,6 \pm 0,2$	$15,4 \pm 0,1$	$2,07 \pm 0,10$	87 ± 3	92 ± 3
Sal mineral bovino	$12,0 \pm 0,1$	$33,1 \pm 0,5$	$12,30 \pm 1,50$	10 ± 4	14 ± 3
<i>Farinha de ossos</i>	$14,4 \pm 0,3$	$36,7 \pm 0,4$	$9,92 \pm 1,00$	23 ± 4	32 ± 3
<i>Calcário calcítico</i>	$0,1 \pm 0,1$	$37,2 \pm 0,5$	$1,45 \pm 0,05$	n.a.	n.a.

Tabela IV. Concentrações de Na, Zn, Fe, Co nos produtos analisados (dados em mg.g⁻¹) e S em (%). (Na, Zn, Fe, Co concentrations (results in mg.g⁻¹) and S concentration (%) in the analysed products).

Produto	Na	Zn	Fe	Co	S
F. bicálcico	467 ± 20	44,5 ± 5,0	6620 ± 312	12,1 ± 1,1	0,20 ± 0,04
F. monoamônico	1230 ± 50	65,1 ± 6,5	13600 ± 691	24,8 ± 2,8	1,00 ± 0,18
F. supersimples	1840 ± 62	60,7 ± 6,0	< 1000	35,9 ± 2,9	13,1 ± 1,4
F. supertriplo	1883 ± 65	25,0 ± 2,5	19230 ± 895	28,7 ± 2,1	1,15 ± 0,20
F. sulfato amônio	3380 ± 80	12,0 ± 1,0	12500 ± 608	4,1 ± 0,5	10,0 ± 1,4
Polifosfato	2430 ± 97	47,0 ± 4,5	20400 ± 916	24,7 ± 2,5	1,80 ± 0,40
Sal mineral bovino	1100 ± 48	44,9 ± 0,5	12500 ± 639	14,6 ± 1,5	0,20 ± 0,04
Farinha de ossos	8650 ± 198	239,0 ± 8,5	12450 ± 523	0,7 ± 0,2	0,30 ± 0,04
Calcário	256 ± 17	6,1 ± 0,5	2713 ± 185	0,4 ± 0,1	0,30 ± 0,04

fase cristalina menor. O Si possui a participação na formação dos ossos; porém o excesso de Si pode causar a formação de cálculo renal (NRC, 1980).

Os elevados valores de Na e Zn (**tabela IV**) encontrados na farinha de ossos são compatíveis com os valores da literatura em estudos com ossos humanos: 5600 ppm a 10100 ppm (Na) e 187 ppm (Zn) (Iyengar *et al.*, 1978).

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que com exceção do calcário e dos fosfatos monoamônico e o

fosfato sulfato de amônio, todos os fosfatos e a farinha de ossos testados são fontes binárias de fósforo e cálcio. Adicionalmente, os fosfatos supersimples e o fosfato sulfato de amônio são fontes de enxofre; a farinha de ossos e o fosfato sulfato de amônio são fontes de sódio; o polifosfato e o fostato supertriplo são as maiores fontes de Fe dentre os produtos testados.

Atenção especial deve ser dada às *misturas domésticas* como o sal mineral bovino analisado, que provavelmente foi formulado com um fosfato de rocha (apatita com alto teor de quartzo e baixa solubilidade) inadequado para misturas de uso.

BIBLIOGRAFIA

- Avelar, A.C., J.C. Veado and M.A.B.C. Menezes. 2002. Study of essential elements in cattle tissues from a tropical country using neutron activation analysis. *Food Nutr. Bull.*, 23: 237-240.
- Duarte, H.C., D.C. Graça, F.M.O. Borges and O.J. Di Paula. 2003. Comparison between *in vitro* methods to determine the bioavailability of phosphorus. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoo.*, 55: 80-84.
- DNPM. 2006. Diretoria de desenvolvimento e economia mineral. Departamento Nacional de Produção Mineral. 2006 *Anuário Mineral Brasileiro*. Governo Federal do Brasil. Brasília. 77 pp.
- Cunniff, P. 1995. Official methods of analysis of AOAC International. 16 ed. AOAC International. Arlington.
- Iyengar, G.V., W.E. Kollmer and H.J.M. Bowen. 1978. The elemental composition of human tissues and body fluids: a compilation of values for adults. E.U.A. Verlag. New York. USA. 151 pp.
- NRC. 1980. National Research Council. Subcommittee on mineral toxicity in animals committee on animal nutrition mineral tolerance of domestic animals. National Academy of Sciences. USA. 577 pp.