

# ABSORÇÃO E DISPONIBILIDADE DO FÓSFORO DE FOSFATOS NATURAIS EM RAÇÕES PARA SUÍNOS<sup>1</sup>

CLAUDIO BELLAVER<sup>2</sup>, PAULO CEZAR GOMES, ELIAS TADEU FIALHO<sup>3</sup>  
e DALTON L. DOS SANTOS<sup>4</sup>

**RESUMO** - As fontes naturais de fósforo tem despertado interesse nas pesquisas zootécnicas conduzidas no Brasil, visto que o preço do fosfato bicálcico é cerca de 10 vezes superior ao dos fosfatos de rocha. Para melhor avaliação da fonte de fósforo, torna-se necessário conhecer a disponibilidade biológica do fósforo. Este experimento teve por objetivo estudar o metabolismo do fósforo em suínos, em quatro fontes naturais de fosfato. Foram utilizados 20 suínos com peso inicial de  $21,16 \pm 0,89$  kg, distribuídos em cinco tratamentos: Fosfatos de Goiás, Patos, Tapira, farinha de ossos calcinada e o testemunha sem suplementação de fósforo. Os animais foram mantidos individualmente em gaiolas metabólicas, recebendo alimentação baseada em milho e soja, e a água de acordo com o peso metabólico. Cada suíno recebeu uma dose de  $500 \mu\text{Ci}$  de  $^{32}\text{P}$  na forma de fosfato de sódio, para determinação do fósforo endógeno através da diluição de isótopo. As taxas de absorção verdadeira do fósforo, nas dietas suplementadas com os fosfatos Goiás, Patos, Tapira, farinha de ossos calcinada e testemunha, foram de 55,83%; 60,68%; 60,39%; 61,14% e 66,26%, respectivamente. Não houve diferença entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ). Para os mesmos fosfatos, exceto para o testemunha, a disponibilidade do fósforo suplementar foi: 37,56%; 44,30%; 47,82% e 46,34%, respectivamente. Estes valores permitem o balanceamento das dietas considerando o fósforo disponível.

Termos para indexação: radiofósforo, metabolismo, diluição de isótopos.

## PHOSPHORUS ABSORPTION AND AVAILABILITY IN SWINE RATIONS BASED ON NATURAL PHOSPHATES

**ABSTRACT** - The natural sources of phosphates have been studied in zootechnical researches in Brazil recently because of the high price of the bicalcium phosphate, which is about ten times more expensive than the rock sources. For a best evaluation, the phosphate needs to be known as for the biological availability. The objective of this experiment was to study the phosphorus (P) metabolism in swine using four natural phosphates. The experiment was carried out with 20 piglets weighing at beginning  $21.16 \pm 0.89$  kg, distributed in five treatments: Goiás, Patos and Tapira phosphates, bone meal, and the control without P supplementation. The animals were kept in metabolic cages, receiving the feeding based on metabolic weight. Each piglet received a dose of  $500 \mu\text{Ci}$  of  $^{32}\text{P}$ , as sodium phosphate, to determine the endogenous P, using the isotope dilution method. The rates of true absorption in the diets supplemented with Goiás, Patos and Tapira phosphates, bone meal and control were: 55.83%, 60.68%, 60.39%, 61.14% and 66.26%, respectively, without significant differences ( $P > 0.05$ ). For the same phosphates, except for the control, the availability of the supplementar P, was: 37.56%, 44.30%, 47.82% and 46.34, respectively. The above values can be used to calculate diets with available phosphorus.

Index terms: radiophosphorus, metabolism, isotopic dilution.

## INTRODUÇÃO

Recentes pesquisas (Matos et al. 1981, Lopes et al. 1983 e Gomes et al. Prelo) com rochas fosfáticas evidenciam o crescente interesse na avaliação das potencialidades destas rochas, para uso na formulação de rações para suínos e aves. O motivo

pelo qual são estudadas novas fontes de fósforo está associado ao custo dos fosfatos que oscila entre 20% (Bellaver et al. 1983) e 50% (Partridge 1980) do custo dos suplementos minerais e vitamínicos. Os nutricionistas de animais do Brasil contam com poucas opções de fontes de fósforo; as principais fontes são: a farinha de ossos, cuja qualidade e disponibilidade comercial são baixas, e o fosfato bicálcico, cuja disponibilidade é alta, segundo Bellaver et al. (1983), mas de preço cerca de 10 vezes superior aos fosfatos de rochas.

Necessita-se, para uma melhor avaliação de uma fonte de fósforo, saber qual é sua percentagem de absorção no animal, ou sua disponibilidade, pois,

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 10 de outubro de 1984.

<sup>2</sup> Méd. - Vet. M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPISA), Caixa Postal D-3, CEP 89700 Concórdia, SC.

<sup>3</sup> Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/CNPISA.

<sup>4</sup> Bolsista, Convênio EMBRAPA/CNPq, Caixa Postal D-3, CEP 89700 Concórdia, SC.

segundo McGillivray (1981), a alimentação mineral correta está na dependência de formas ou fontes biologicamente disponíveis. Além disso, Partridge (1980) estabeleceu que a quantidade do elemento a ser incluído na dieta para assegurar a exigência mineral é igual à exigência líquida dividida pela disponibilidade. Matos et al. (1981) e Lopes et al. (1983) recomendam estudos para avaliar a disponibilidade do fósforo em fosfatos de rocha para que possam ser utilizados nas rações.

Assim, o objetivo deste experimento foi o de estudar o metabolismo do fósforo oriundo de quatro fontes naturais de fosfatos, tendo como meta a determinação de disponibilidade destas fontes.

#### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves - CNPSA - em Concórdia, SC, durante o mês de maio de 1983, utilizando-se 20 suínos mestiços Landrace x Large White, castrados, distribuídos ao acaso nos tratamentos constituídos por quatro fontes fosfóricas e uma ração basal sem adição de fósforo. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado,

com quatro repetições por tratamento. A composição proximal das dietas usadas encontra-se na Tabela 1 e seguiu as recomendações do National Research Council (1979).

Os fosfatos de rocha de Goiás, Patos e Tapira são de origem ígnea e as jazidas encontram-se nos municípios de Ouidor, GO, Patos de Minas e Tapira, MG. A farinha de ossos calcinada teve sua procedência no município de Sapucaia do Sul, RS. A granulometria dos fosfatos de rocha é obtida pela passagem através de uma malha de 200 MESH por 85% do total de fosfato.

Ao início do teste, os animais pesavam  $21,16 \pm 0,89$  kg. O fornecimento de água e ração foi feito na base do peso metabólico, sendo que as dietas foram peletizadas e o arraçoamento foi feito duas vezes ao dia, durante o estudo. Os animais permaneceram 14 dias pré-experimentais em baias e 14 em gaiolas, sendo sete dias em adaptação às gaiolas e sete dias em período experimental, recebendo sempre as dietas correspondentes. No primeiro dia do período experimental, os animais receberam uma dose correspondente a  $500 \mu\text{Ci}$  de  $^{32}\text{P}$  por suíno, na forma de fosfato de sódio ( $\text{Na}_2 \text{H}^{32}\text{PO}_4$ ) livre de carregador. Nos últimos cinco dias deste período, procedeu-se à coleta total de fezes e urina. Entre o quarto e o quinto dia do período experimental, coletou-se sangue na veia cava anterior, separando-se o soro por centrifugação a 2.000 ppm, por cinco minutos.

TABELA 1. Composição percentual e química das dietas experimentais.

Ingredientes	Fontes de fosfatos				
	Goiás	Patos	Tapira	F. ossos	Testemunha
Milho	73,90	72,40	73,87	73,81	74,02
Farelo de soja	22,09	22,36	22,09	22,10	22,07
Óleo	1,56	2,14	1,58	1,60	1,52
Calcário	0,64	0,59	0,56	0,62	1,49
Fosfato	0,91	1,61	1,00	0,97	0,00
Sal (NaCl)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
M. mineral <sup>1</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
M. vitamínica e aditivos <sup>2</sup>	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
<b>Valores analisados, %</b>					
Matéria seca	86,49	86,59	87,02	86,96	86,85
Proteína bruta	16,11	16,29	15,90	16,15	15,93
Fibra bruta	2,50	2,34	2,60	2,63	2,89
Extrato etéreo	4,67	4,87	4,72	4,55	4,61
Cálcio	0,48	0,58	0,52	0,55	0,50
Fósforo	0,44	0,44	0,45	0,46	0,35

<sup>1</sup> Os minerais foram supridos nos seguintes níveis, em mg/kg de dieta: Zn 55, Cu6, Mn 2, Se 0,15 e I 0,14.

<sup>2</sup> As vitaminas e aditivos fornecidos por kg de dieta foram: Vit A 3.900 UI; Vit D<sub>3</sub> 400 UI; Vit E 11 UI; Vit K 2 mg; Vit B<sub>2</sub> 2,6 mg; Vit B<sub>6</sub> 1,1 mg; Vit B<sub>12</sub> 11 µg; Niacina 14 mg; Ácido pantotênico 11 mg; Colina 700 mg; Tiamina 1,1 mg; Biotina 0,1 mg; Ácido fólico 0,6 mg; Virginiamicina 22 mg e Fumazol 120 mg.

A atividade específica das fezes e do soro foi medida em cintilador líquido da marca Nuclear Chicago, tendo como diluente a solução cintiladora POPOP (1,4-di-[2-5-fenil oxazolil] benzeno).

As análises de cálcio e fósforo das fezes, urina e soro foram realizadas de acordo com as técnicas da Association of Official Analytical Chemists (1980).

Ao final do experimento todos os animais foram sacrificados e enterrados.

Os procedimentos-padrão adotados neste trabalho baseiam-se no princípio segundo o qual se fraciona o mineral contido nas fezes em inabsorvido e endógeno, previamente estudado por Kleiber et al. (1951), Comar et al. (1953), Visek et al. (1953), Gueguen (1962), Partridge (1981) e Bellaver et al. (1983).

Foram solubilizados, em soluções de HCl a 0,5% e ácido cítrico a 2%, um grama de cada um dos fosfatos de Goiás, Patos, Tapira, bicálcico e farinha de ossos calcinada para correlacioná-los com os valores obtidos *in vitro*. As condições de solubilização foram a 37°C, durante 24 horas, em estufa ventilada e na proporção de uma parte de fosfato para 100 partes de solvente. Semelhantes testes foram feitos por Gueguen (1961) e Ballio (1983).

As regressões foram calculadas tomando-se como variável dependente (Y) as taxas de absorção verdadeira do fósforo na dieta e a disponibilidade do fósforo suplementar. Como variável independente (X), foi tomada a média percentual de fósforo solubilizado com os ácidos clorídrico a 0,5% e cítrico a 2%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos resultados amostrados na Tabela 2, verifica-se que não houve diferenças significativas (P < 0,05) para as variáveis peso inicial, consumo diário de alimento, ganho médio diário, fósforo (P) nas fezes e urina, cálcio nas fezes, taxa de absorção aparente e verdadeira, e disponibilidade do fósforo suplementar. Os valores de 59% e 61%, encontrados por Partridge (1981) para a absorção verdadeira do P, quando comparou os fosfatos de rocha desfluorizado e bicálcico, mostram semelhança aos encontrados neste trabalho, os quais variaram entre 56% e 66% para diferentes fosfatos, usando semelhante metodologia.

Se as taxas de absorção ou disponibilidade forem comparadas detalhadamente, os valores destas comparações diminuem, pois são muitos os fatores que interferem na disponibilidade; entre eles, o regime alimentar, os critérios de apreciação, o tamanho das partículas, a fórmula química e o grau de polimerização, a fase cristalina, o processamen-

TABELA 2. Resultados de desempenho e metabolismo, obtidos com suínos.

Variável	Goiás	Patos	Tapira	F. ossos	Testemunha
Peso inicial, kg	21,55 <sup>a</sup> ± 1,50	22,18 <sup>a</sup> ± 1,48	20,70 <sup>a</sup> ± 2,48	20,63 <sup>a</sup> ± 1,98	20,75 <sup>a</sup> ± 3,12
Consumo diário de alimento, g	953,00 <sup>a</sup> ± 45,17	973,75 <sup>a</sup> ± 40,16	911,25 <sup>a</sup> ± 74,90	916,25 <sup>a</sup> ± 55,31	884,50 <sup>a</sup> ± 82,28
Ganho médio diário, g	569,25 <sup>a</sup> ± 29,03	580,50 <sup>a</sup> ± 31,48	555,25 <sup>a</sup> ± 26,81	619,25 <sup>a</sup> ± 14,46	494,25 <sup>a</sup> ± 46,37
Consumo diário de fósforo, g	4,20 <sup>ab</sup> ± 0,20	4,28 <sup>a</sup> ± 0,18	4,10 <sup>ab</sup> ± 0,34	4,21 <sup>ab</sup> ± 0,25	3,10 <sup>b</sup> ± 0,29
Fósforo nas fezes, g	2,93 <sup>a</sup> ± 0,20	2,76 <sup>a</sup> ± 0,32	2,64 <sup>a</sup> ± 0,37	2,76 <sup>a</sup> ± 0,14	2,22 <sup>a</sup> ± 0,33
Cálcio nas fezes, g	3,03 <sup>a</sup> ± 0,21	3,53 <sup>a</sup> ± 0,57	2,84 <sup>a</sup> ± 0,44	2,92 <sup>a</sup> ± 0,20	2,42 <sup>a</sup> ± 0,38
Fósforo na urina, g	1,78 x 10 <sup>-2a</sup> ± 0,11 x 10 <sup>-2</sup>	1,42 x 10 <sup>-2a</sup> ± 0,03 x 10 <sup>-2</sup>	2,55 x 10 <sup>-2a</sup> ± 0,48 x 10 <sup>-2</sup>	3,09 x 10 <sup>-2a</sup> ± 0,68 x 10 <sup>-2</sup>	1,71 x 10 <sup>-2a</sup> ± 0,12 x 10 <sup>-2</sup>
Cálcio na urina, g	0,45 <sup>b</sup> ± 0,10	1,00 <sup>a</sup> ± 0,10	0,29 <sup>b</sup> ± 0,04	0,21 <sup>b</sup> ± 0,05	1,21 <sup>a</sup> ± 0,06
Taxa de absorção aparente, % <sup>1</sup>	33,37 <sup>a</sup> ± 1,67	35,92 <sup>a</sup> ± 3,17	38,26 <sup>a</sup> ± 2,22	35,98 <sup>a</sup> ± 1,01	32,56 <sup>a</sup> ± 3,13
Taxa de absorção verdadeira, % <sup>1,2</sup>	55,83 <sup>a</sup> ± 1,71	60,68 <sup>a</sup> ± 2,07	61,14 <sup>a</sup> ± 3,51	60,39 <sup>a</sup> ± 2,30	66,26 <sup>a</sup> ± 4,17
Disponibilidade P suplementar, % <sup>1</sup>	37,56 <sup>a</sup> ± 2,25	44,30 <sup>a</sup> ± 8,12	47,82 <sup>a</sup> ± 4,94	45,34 <sup>a</sup> ± 4,29	

a,b Indicam diferença significativa (P < 0,05) entre as médias de cada variável.

<sup>1</sup> Valores correspondentes aos dados transformados ar.sen √x.

<sup>2</sup> Calculado aplicando-se os valores da perda endógena de fósforo, através da diluição de isótopos.

to e outros constituintes dos fosfatos (Gueguen 1961 e Partridge 1981). Assim, o fósforo suprido com base na análise química, não necessariamente proporciona a mesma quantidade de fósforo disponível, o que poderá dar resultados diferentes no crescimento dos animais. Esta consideração leva à necessidade de se avaliar biologicamente a disponibilidade do fósforo entre ingredientes e fontes fosfáticas, para a aplicação prática na formulação de rações.

A disponibilidade do fósforo em dietas de cereais é bastante variável (18% a 60%), como mostra a revisão feita por Peeler (1972), podendo esta variação ser atribuída às condições ambientais e ao método da estimativa. Bayley & Thomson (1969), Viperman Junior et al. (1974) e Bayley et al. (1975), baseados na digestibilidade aparente do fósforo de dietas de milho e soja, apresentaram valores na faixa de 19% a 30% para dietas fareladas e 29% a 43% em dietas peletizadas. Entretanto, as melhores estimativas de disponibilidade do fósforo podem ser obtidas através da comparação de um ingrediente em teste com um padrão (Hurwitz 1964 e Rojas et al. 1980) ou, preferentemente, pelo uso de radiofósforo (Partridge 1981 e Bellaver et al. 1983) - esta, de valor real do ingrediente em teste, e aquela, de valor comparativo ao ingrediente-padrão.

A disponibilidade dada pela International Minerals and Chemical Corporation (1973) para os fosfatos de rocha bruto, com baixo flúor e desfluorizado, bem como para a farinha de ossos, foi de 25-35%, 55-75%, 95-100% e 90 a 100%, respectivamente. Wozniak et al. (1977) encontraram 73% de disponibilidade para o fosfato desfluorizado, e

Rojas et al. (1980) obtiveram 66% para o fosfato de rocha em aves. Estes valores foram obtidos usando-se a análise de regressão - a qual, em realidade, é relativa ao fosfato-padrão, que foi o fosfato beta-tricálcico ou ácido fosfórico -, subestimando-se a disponibilidade, uma vez que não considera o fósforo endógeno, o que contribui para diferenciar os resultados obtidos neste experimento.

Em média, a taxa de absorção verdadeira foi 42% superior à taxa de absorção aparente, para os fosfatos estudados. Este valor superior é devido à perda endógena de fósforo, que se obtém pelo uso da técnica de diluição de isótopos, sendo, assim, melhor a estimativa da disponibilidade.

A maior parte da literatura não mostra a disponibilidade verdadeira, o que pode levar à confusão, em vista do método.

O consumo diário de fósforo, entre os fosfatos de Goiás, Patos, Tapira e farinha de ossos calcinada, foi semelhante ( $P > 0,05$ ), sendo que o Patos e o testemunha diferiram entre si, não havendo diferença entre este consumo e os demais. A diferença ou a tendência de diferenciação do testemunha com os demais é justificável, pela falta de inclusão de fósforo suplementar no testemunha.

Os fosfatos utilizados neste experimento são de origem ígnea, sendo diferentes dos sedimentares, por apresentarem menor reatividade (Ballio 1983), o que poderá se constituir em vantagem, graças a uma menor liberação de flúor. Preferencialmente, a relação entre fósforo e flúor deve ser alta (100:1) e, no caso dos fosfatos de rocha em estudo, verifica-se que é baixa, conforme se evidencia na Tabela 3, sendo isto desfavorável na utilização destes fosfatos para o balanceamento de rações.

TABELA 3. Composição percentual do Ca, P e F dos fosfatos de rocha.

Fosfatos	Ca	P	F	Relação	
				Ca:P	P:F
Goiás	32,89	16,47	2,60	2,00	6,33
Patos	19,46	9,45	1,90	2,06	4,97
Tapira	32,54	14,97	1,20	2,17	12,48
F. ossos calcinada	31,50	15,50	0,14	2,03	110,71

Considerando a potencialidade de uso de fosfatos de rocha, deve-se observar atentamente cada fosfato em particular no que concerne à concentração e disponibilidade de fósforo e flúor, bem como sua palatabilidade. Na Tabela 3, estão apresentados os teores de flúor das fontes fosfáticas utilizadas. Sabe-se que os fosfatos de rocha precisam ser industrializados para concentrar o fósforo entre 10 e 20%, pois o nível de  $P_2O_5$  nas jazidas brasileiras é de 5% a 8% (Ballio 1983). Isto implica que a suplementação com o fósforo de origem rochosa deve ser maior, para satisfazer a exigência animal. Ao se utilizar maior quantidade de fosfato, conseqüentemente estará sendo aumentada a concentração de flúor na ração, que, por sua vez, será absorvida na dependência de sua disponibilidade. Embora se precise de mais fosfato, pois os teores são baixos em relação ao bicálcico, as reservas brasileiras são de 2,9 trilhões de toneladas (Perfil . . . s.n.t.).

A estimativa de absorção verdadeira, como variável dependente (Y), e a média de fósforo solubilizado nos ácidos clorídrico e cítrico, como variável independente, é dada pela equação  $\hat{Y} = 43,52 + 0,63 X$ ;  $r^2 = 0,91$ . Quando se tomou a disponibilidade do fósforo suplementar como variável dependente e se relacionou com a solubilidade, a equação foi:  $\hat{Y} = 22,06 + 0,87 X$ ;  $r^2 = 0,89$ . Estas equações permitem, com cerca de 90% de segurança, estimar a absorção verdadeira ou a disponibilidade do fósforo suplementar, utilizando-se a solubilização em ácidos, a qual é de menor custo e mais rápida.

### CONCLUSÕES

1. A taxa de absorção verdadeira do fósforo, nas dietas suplementadas com os fosfatos de Goiás, Patos, Tapira e farinha de ossos calcinada, foi semelhante, situando-se entre 56% e 66% e, em média, 42% superior às taxas de absorção aparente.

2. A disponibilidade do fósforo das rochas fosfáticas e farinha de ossos calcinada foi similar, variando entre 38% e 48%.

3. As taxas de absorção verdadeira e disponibilidade do fósforo suplementar permitem o balanceamento de rações com base no fósforo disponível.

### REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, Washington, EUA. Official methods of analysis. 13. ed. Washington, 1980. 1018p.
- BALLIO, L.A.C. Considerações sobre reatividade relativa de rochas fosfáticas. São Paulo, Ultrafertil, 1983. 9p.
- BAYLEY, H.S.; POS, J. & THOMSON, R.G. Influence of steam pelleting and dietary calcium level on the utilization of phosphorus by the pig. *J. Anim. Sci.*, 40:857, 1975.
- BAYLEY, H.S. & THOMSON, R.G. Phosphorus requirements of growing pigs and effect of steam pelleting on phosphorus availability. *J. Anim. Sci.*, 28(4): 484-91, 1969.
- BELLAVER, C.; GOMES, P.C. & SANTOS, P.C. Absorção e disponibilidade de fósforo para suínos baseada na diluição de radiofósforo ( $^{32}P$ ). *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 18(9):1053-7, 1983.
- COMAR, C.L.; MONROE, R.A.; VISEK, W.J. & HANSARD, S.L. Comparison of two isotope methods for determination of endogenous fecal calcium. *J. Nutr.*, 50:459-67, 1953.
- GOMES, P.C.; BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F. & GOMES, M.F.M. Fontes alternativas de fósforo na alimentação de suínos em crescimento e terminação. *R. Soc. Bras. Zootec. Prelo.*
- GUEGUEN, L. Valeur comparée des phosphates minéraux comme sources de phosphore pour les animaux. *Ann. Zootech.*, 10(3):177-96, 1961.
- GUEGUEN, L. L'utilisation digestive réelle du phosphore du foin de luzerne par le mouton, mesurée à l'aide de  $^{32}P$ . *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 2(2):143-9, 1962.
- HURWITZ, S. Estimation of net phosphorus utilization by the "Slope" method. *J. Nutr.*, 84:83-92, 1964.
- INTERNATIONAL MINERALS AND CHEMICAL CORPORATION. Calcium and phosphorus in animal nutrition. Libertyville, 1973. 38p.
- KLEIBER, M.; SMITH, A.H.; RALSTON, N.P. & BLACK, A.L. Radiophosphorus ( $P^{32}$ ) as tracer for measuring endogenous phosphorus in cow's feces. *J. Nutr.*, 45:253-63, 1951.
- LOPES, Z.M. de A.; CAMPOS, E.J.; BAIÃO, N.C. & FERREIRA, M.O. de O. Utilização de fosfato bruto de rocha em rações para frangos de corte. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AVICULTURA, 8., Balneário Camboriú, SC, 1983. *Anais . . .* v. 3, p.378-90.
- MATOS, F.J.R.; CAMPOS, E.J.; BAIÃO, N.C. & COSTA-SILVA, G.J. Utilização de fosfatos de rocha na alimentação de poedeiras comerciais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AVICULTURA, 7., Recife, PE, 1981. *Anais . . .* v. 3, p.599-610.
- MCGILLIVRAY, J.J. Necesidades básicas de calcio y fósforo en el ganado y en las aves. In: CONFEREN-

- CIA INTERNACIONAL SOBRE NUTRICION ANIMAL Cartagena de Indias, Colombia, 1981. *Procedimientos Técnicos*.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Swine Nutrition. Washington, EUA. *Nutrient requirements of swine*. 8. ed. Washington, National Academy of Sciences, 1979. 52p.
- PARTRIDGE, I.G. Mineral nutrition of the pig. *Proc. Nutr. Soc.*, 39:185-92, 1980.
- PARTRIDGE, I.G. A comparison of defluorinated rock phosphate and dicalcium phosphate, in diets containing either skim milk powder or soya bean meal as the main protein supplement for early weaned pigs. *Anim. Prod.*, 32(1):67-73, 1981.
- PEELER, H.T. Biological availability of nutrients in feeds: availability of major mineral ions. *J. Anim. Sci.*, 35(3):695-712, 1972.
- PERFIL da indústria nacional de rocha fosfática e ácido fosfórico. s.n.t. 8p.
- ROJAS, E.R.; RANGEL, J.L.R.; BEZARES, A.S. & AVILA, E.G. Determinación de fósforo disponible en una roca fosfórica y su empleo en dietas para aves. *Veterinaria, México*, 11:1-5, 1980.
- VIPPERMAN JUNIOR, P.E.; PEO JUNIOR, E.R. & CUNNINGHAM, P.J. Effects of dietary calcium and phosphorus and levels upon calcium, phosphorus and nitrogen balance in swine. *J. Anim. Sci.*, 38:758-65, 1974.
- WISEK, W.J.; MONROE, R.A.; SWANSON, E.W. & COMAR, C.L. Determination of endogenous fecal calcium in cattle by a simple isotope dilution method. *J. Nutr.*, 50:23-33, 1953.
- WOZNIAK, L.A.; PENSACK, J.M.; STEYESTY, V. & WILBUL, R.D. Biological availability of feed grade phosphates using a corn-soybean meal basal diet. *Poult. Sci.*, 56(3):366-69, 1977.