

FOSFATOS DE ROCHA EM DIETAS PARA SUÍNOS FORMULADAS COM BASE NO FÓSFORO DISPONÍVEL¹

CLAUDIO BELLAVER², PAULO CEZAR GOMES³ e ELIAS TADEU FIALHO⁴

RESUMO - Realizou-se um experimento objetivando avaliar diferentes fontes de fosfatos para suínos. Utilizaram-se 144 suínos mestiços (Landrace x Large White) de ambos os sexos, dos 22 aos 99,2 kg. Os tratamentos, dispostos num delineamento inteiramente casualizado, foram representados pelas dietas à base de milho e farelo de soja e fosfatos bicálcico, tapira, patos ou goiás. As dietas foram equivalentes em proteína, energia digestível e P disponível. O desempenho dos suínos alimentados com as dietas contendo os fosfatos bicálcico e tapira foi semelhante ($P > 0,05$). Entretanto, o fosfato bicálcico diferiu ($P < 0,05$) e, o fosfato de tapira foi similar ($P > 0,05$) aos que receberam fosfatos patos e goiás. O ganho de peso diário médio e a conversão alimentar dos animais foram: 804 e 2,83; 750 e 2,89; 650 e 2,88; 629 g e 3,04, respectivamente. A percentagem de cinza no terceiro metacarpiano diferiu ($P < 0,05$) entre os fosfatos testados, e os valores foram, respectivamente, 49,80; 50,43; 52,29 e 48,46%. As concentrações de flúor nos fosfatos patos e goiás devem ser diminuídas, para permitir seu melhor aproveitamento nas dietas para suínos.

Termos para indexação: dietas, desempenho, rocha fosfática, flúor.

ROCK PHOSPHATE IN SWINE DIETS FORMULATED ACCORDING TO THE AVAILABLE PHOSPHORUS

ABSTRACT - An experiment was conducted to evaluate the effect of the the same level of available phosphorus, in different sources of phosphates in the swine performance. One hundred and forty-four crossbred swines (Landrace x Large White), both sexes, from 22.0 to 99.2 kg of body weight were used. The treatments, in a completely randomized design, were based on corn-soybean meal diets with bicalcium, tapira, patos and goiás phosphates. The diets were isoproteic and isocaloric. The performance of the pigs fed bicalcium and tapira phosphates were similar ($P > 0.05$) in all experimental period but the performance of the pigs fed bicalcium phosphate were different ($P < 0.05$), whereas the tapira phosphate was similar ($P > 0.05$) to the patos and goiás phosphates. The average daily gain and feed gain ratio were 804 and 2.83, 750 and 2.89, 650 and 2.88, 629 g and 3.04, respectively. The ash percentage in the third metacarpals was significantly different ($P < 0.05$) for the same available phosphorus, with 49.80; 50.43; 52.29 and 48.46%, respectively. The rock phosphate from patos and goiás must be decreased in fluorine concentration, to improve the utilization of these phosphates in the swine diets.

Index terms: diets, performance, phosphates, fluorine.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o fosfato bicálcico e as farinhas de ossos são os ingredientes mais utiliza-

dos como fontes de P na formulação de rações ou como suplemento mineral. O primeiro ingrediente tem maior uso, graças à sua alta disponibilidade biológica (Bellaver et al. 1983b) ou comercial. Entretanto, seu custo é cerca de dez vezes superior ao dos fosfatos de rocha.

Em virtude do baixo custo dos fosfatos de rocha e de sua grande potencialidade em reservas, estimadas em 2,9 trilhões de toneladas (Perfil, s.d.), têm sido desenvolvidos alguns trabalhos visando à utilização destas fontes em

¹ Aceito para publicação em 23 de abril de 1991.

² Méd. - Vet., Ph.D., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPISA), Caixa Postal 21, CEP 89700 Concórdia, SC.

³ Eng. - Agr., D.Sc., EMBRAPA/CNPISA.

⁴ Eng. - Agr., Ph.D., EMBRAPA/CNPISA.

rações de suínos e aves (Matos et al. 1981, Lopes et al. 1983 e Gomes et al. 1985). Os autores dos dois primeiros trabalhos recomendam avaliar a disponibilidade do P em fosfatos naturais, para posterior uso na formulação de rações. É importante enfatizar que a correta alimentação mineral está na dependência de formas ou fontes biologicamente disponíveis.

As rações de suínos atualmente são calculadas de acordo com o P total, mas o balançamento na base do P disponível poderá trazer vantagens em termos de economia de insumos ou indicar alternativa de uso de fosfatos. Para a formulação das rações de suínos é necessário o conhecimento prévio da biodisponibilidade do P, a qual foi de 45,86% (Bellaver et al. 1983b) para uma dieta à base de milho e soja e 100%; 44,30%; 37,56% e 47,82% (Bellaver et al. 1983a) para os fosfatos bicálcico, patos, goiás e tapira, respectivamente.

O objetivo deste experimento foi avaliar, no mesmo nível de P disponível, diferentes fontes de fosfatos no que se refere ao desempenho dos suínos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, em Concórdia, SC. Foram utilizados 144 suínos mestiços Landrace x Large White de ambos os sexos, balanceados dentro dos tratamentos por leitegada, com $22,01 \pm 0,19$ kg de peso inicial e 69 dias de idade.

Os suínos permaneceram no experimento por um período de 56 dias, correspondente à fase de crescimento, em que o peso final, para esta fase, foi de $59,01 \pm 1,78$ kg, e mais 43 dias, correspondentes ao período de terminação, que finalizou com $92,21 \pm 2,13$ kg. Os suínos receberam rações de crescimento e terminação de acordo com as fases de produção em que se encontravam, e foram pesados a cada 21 dias para controle do desempenho.

As baias, com área de 7,20 m² e seis animais por baia, foram equipados com comedouros semi-automáticos e bebedouros tipo chupeta, com piso totalmente ripado. A ração, na forma peletizada, e água, foram fornecidas à vontade.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (fosfa-

tos bicálcico, patos, goiás e tapira) e seis repetições, sendo a unidade experimental representada pela baia no caso das variáveis de consumo de ração, ganho de peso diário médio (GPDM) e conversão alimentar, (CA) e pelo animal nas demais variáveis. O rendimento de carcaça fria (RCF) foi calculado percentualmente, relacionando os pesos da carcaça fria após 24 horas de resfriamento a 2°C, e o peso de abate.

As composições químicas das fontes de P e das dietas experimentais estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. As dietas foram formuladas visando atender às exigências do National Research Council (1979), e para o P disponível foi considerado o valor sugerido pela International Minerals & Chemical Corporation (1982), e foram equivalentes em proteína, energia digestível e P.

A percentagem de cinzas do terceiro metacarpiário foi obtida pela separação do carpo e metacarpos esquerdo no abatedouro e dissecação do osso no laboratório.

Os fosfatos de rocha goiás, patos e tapira são de origem Ígnea, e as jazidas localizam-se nos municípios de Ouvidor, GO, Patos de Minas e Tapira, MG. A finura destes fosfatos de rocha foi dada pela passagem de 85% do fosfato através de uma malha de 200 MESH.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3, são apresentados os resultados obtidos pelos suínos nas fases de crescimento e total, submetidas às dietas experimentais. Na fase de crescimento e no período total, o consumo de ração contendo fosfato bicálcico foi similar ao consumo de ração com fosfato tapira. O consumo das dietas preparadas com fosfatos goiás e tapira foi semelhante na fase de

TABELA 1. Composição percentual do Ca, P e F dos fosfatos bicálcico e de rocha.

Fosfato	Ca	P	F	Relação	
				Ca:P	P:F
Bicálcico	21,00	18,50	0,16	1,14	115,63
Patos	19,46	9,45	1,90	2,06	4,97
Goiás	32,89	16,47	2,60	2,00	6,33
Tapira	32,54	14,97	1,20	2,17	12,48

TABELA 2. Composição percentual e química das dietas experimentais, nas fases de crescimento e terminação.

Ingredientes	Tratamentos				Terminação			
	Bicálcico	Patos	Goiás	Tapira	Bicálcico	Patos	Goiás	Tapira
Milho	74,09	71,01	73,25	73,76	82,65	79,02	81,50	82,07
Farelo de soja	21,55	22,16	21,71	21,62	13,02	13,74	13,25	13,13
Óleo	1,64	2,79	1,96	1,76	1,51	2,87	1,94	1,73
Fosfato	0,75	3,14	2,18	1,96	0,83	3,47	2,41	2,17
Calcário	1,07	0,00	0,00	0,00	1,09	0,00	0,00	0,00
Sal	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Mistura mineral 1	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Mistura vitamínica 2	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Valores analisados								
Matéria seca, %	86,48	87,20	86,93	86,95	87,93	88,42	88,14	88,01
Proteína bruta, %	15,91	15,65	16,28	16,16	14,01	14,11	14,08	14,18
Fibra bruta, %	2,83	2,69	2,64	2,85	2,35	2,16	2,67	2,31
Cálcio total, %	0,56	0,75	0,83	0,69	0,65	0,89	1,00	0,80
Fósforo total, %	0,48	0,68	0,72	0,63	0,50	0,73	0,82	0,69
Valores calculados								
Fósforo disponível, %	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Energia digestível, kcal/kg	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400
Proteína bruta, %	16	16	16	16	14	14	14	14

¹ Fornecendo os seguintes níveis em mg/kg de dieta no crescimento: Zn 55; Fe 55; Cu 6; Mn 2; Se 0,15; I 0,14; e na terminação: Zn 50; Fe 40; Cu 6; Mn 2; Se 0,15; I 0,14.

² As vitaminas e aditivos fornecidos por kg de dieta no crescimento foram: Vit. A 3.900UI; Vit. D3 400UI; Vit. E 11UI; Vit. K 2 mg; Vit. B2 2,6 mg; Vit. B6 1,1 mg; Vit. B12 11; 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 Furamizol 120 mg e na terminação: Vit. A 3900UI; Vit. D3 400UI; Vit. E 11UI; Vit. K 2 mg; Vit. B2 2,6 mg; Vit. B6, 1,1 mg; Vit. B12 11ug; Niacina 10 mg; Ácido Pantotênico 11 mg; Colina 400 mg; Tiamina 1,1 mg; Biotina 0,1 mg; Ácido Fólico 0,6 mg; Virginiamicina 22 mg e Furamizol 120 mg.

crescimento ($P > 0,05$), mas quando comparados no período total, foi significativamente diferente ($P < 0,05$). A dieta formulada com fosfato patos, dado o seu alto teor de F (597 ppm e 659 ppm, no crescimento e terminação, respectivamente), ocasionou diminuição significativa do consumo ($P < 0,05$) em relação ao apresentado pelos suínos que receberam dietas com fosfatos bicálcico ou tapira.

A magnitude das diferenças de ganho de peso e conversão alimentar entre tratamentos nas fases de crescimento ou total foram semelhantes, e por isso discutem-se apenas as médias obtidas no total experimental. Os ganhos

de peso diário total médio (GPDM) dos suínos alimentados com as rações contendo os fosfatos bicálcico e tapira foram semelhantes ($P > 0,05$), mas o primeiro diferiu dos ganhos de peso diário total médio dos suínos alimentados com fosfatos patos e goiás, e o segundo foi similar. A conversão alimentar (CA) dos animais foi semelhante ($P > 0,05$) com todos os fosfatos utilizados.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os fosfatos patos e tapira no que se refere ao rendimento de carcaça fria (RCF). Entretanto, esses dois fosfatos não foram diferentes dos demais ($P > 0,05$). Esta diferença pode estar associada ao consumo de alimento, que

TABELA 3. Desempenho dos suínos durante as fases de crescimento (22,01 a 59,01 kg) e total (22,01 a 92,21 kg).

Variável	Fosfatos			
	Bicálcico	Patos	Goiás	Tapira
Peso inicial, kg	22,18 ± 0,45 a	21,59 ± 0,38 a	21,85 ± 0,44 a	22,40 ± 0,21 a
Consumo fase crescimento, g	1898 ± 19 a	1552 ± 26 c	1640 ± 38 bc	1816 ± 4 ab
GPDM fase crescimento, g	724 ± 14 a	600 ± 26 b	625 ± 37 b	694 ± 11 ab
CA fase crescimento	2,62 ± 0,03 a	2,59 ± 0,06 a	2,64 ± 0,09 a	2,62 ± 0,05 a
Consumo total, g	2272 ± 15 a	1865 ± 13 b	1888 ± 50 b	2161 ± 13 a
GPDM total, g	804 ± 13 a	650 ± 19 b	629 ± 55 b	750 ± 15 ab
CA total	2,83 ± 0,04 a	2,88 ± 0,06 a	3,04 ± 0,09 a	2,89 ± 0,06 a
Rendimento carcaça fria, %	77,83 ± 0,54 ab	75,78 ± 0,79 b	77,76 ± 0,77 ab	78,38 ± 0,34 a
Peso do 3º metacarpiano				
seco, g	6,06 ± 0,26 a	5,03 ± 0,15 b	5,13 ± 0,19 b	5,91 ± 0,16 a
Cinza no 3º metacarpiano, %	49,80 ± 0,96 ab	52,29 ± 0,94 a	48,46 ± 0,73 b	50,43 ± 0,54 ab

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

foi de 1,68 kg e 2,17 kg por dia para os suínos que receberam fosfatos patos e tapira, respectivamente. Consumos diferentes levam a um diferencial no peso de abate, e o maior peso de abate resulta em um maior rendimento de carcaça (Buck 1963), e isto justifica a diferença nos valores de RCF.

A média de peso do terceiro metacarpiano desidratado foi semelhante nos tratamentos onde os suínos receberam fosfato bicálcico e tapira, mas estes foram significativamente superiores ($P < 0,05$) aos dos suínos alimentados com os outros dois fosfatos. A porcentagem de cinza no terceiro metacarpiano foi similar para os suínos alimentados com os fosfatos bicálcico, patos e tapira; entretanto, os resultados obtidos com os fosfatos patos e tapira diferiram significativamente ($P < 0,05$). O uso do peso e porcentagem de cinzas do metacarpiano vem associado a que as variáveis de ganho de peso e conversão alimentar poderão não apresentar diferenças significativas para estimar a biodisponibilidade do P. Já as variáveis de osso são mais sensíveis, permitindo prever a disponibilidade. Resultados que confirmam esta afirmação são mostrados por Rojas et al. (1980) e Dilworth & Day (1964).

Durante o período experimental surgiram

casos clínicos de incoordenação e/ou paralisia dos membros posteriores, com manifestação dolorosa na locomoção, em 22,22% dos animais submetidos ao tratamento Goiás. Sinais clínicos semelhantes a estes são referidos por Underwood (1981) e podem ocorrer pela intoxicação por flúor (F).

Dado o fato de que todas as dietas tiveram semelhante quantidade de P disponível, as diferenças verificadas no desempenho e as variáveis ósseas podem ser explicadas com a observação da concentração de F nas dietas. Com base nas análises de F e na quantidade de fosfatos utilizados nas dietas, são calculados os valores médios das dietas no crescimento de 12, 597, 567 e 235 ppm, e na terminação, de 13, 659, 627 e 260 ppm para os fosfatos bicálcico, patos, goiás e tapira, respectivamente.

Assim, os sinais clínicos de fluorose ocorridos no tratamento Goiás pode ser relacionado com o alto conteúdo de F naquele fosfato. O nível de tolerância ao F pelos suínos é de 150 ppm, baseado em fluoreto de sódio (NaF), e é admitido que nos fosfatos de rocha a tolerância seja duas vezes mais alta do que no NaF, ou seja, 300 ppm (Underwood 1981). Não foram observados sinais de fluorose nos

suínos alimentados com dietas contendo fosfatos tapira e patos, embora o último tenha proporcionado aos suínos um pior GPDM.

A ausência de sinais de fluorose pode estar associada à forma química em que se encontra o F, o que leva à diferença em sua biodisponibilidade, ou à presença de sais de Al, que têm a propriedade de eliminar os efeitos tóxicos de fertilizantes fosfatados (Cakir et al. 1977). O efeito tóxico do flúor tem sido demonstrado por Gerry et al. (1947), Cakir et al. (1977) e Nahorniak et al. (1983).

Bellaver et al. (1983a) consideram que o uso de fosfatos de rocha está associado necessariamente às concentrações de P e F, bem como à sua palatabilidade. Portanto, em fosfatos cuja concentração de F é alta, pode ser esperado um baixo desempenho quando a dieta é calculada com base no P disponível, uma vez que neste critério de formulação de ração a quantidade de fosfato a ser adicionado à dieta aumenta.

Em geral os trabalhos com fosfatos são feitos com base no P total, e nesta base os resultados são conflitantes, como os de Matos et al. (1981), que concluíram que os fosfatos de Patos de Minas e Araxá podem ser utilizados como fontes de P para poedeiras, enquanto que Lopes et al. (1983) desestimulam o uso de fosfatos de Tapira e de Patos de Minas para frangos de corte.

Pode-se supor que as diferenças obtidas entre autores estejam associadas às concentrações de F no fosfato, uma vez que este pode variar em sua concentração na rocha, dependendo da camada em que é retirado da mina.

Em suínos, Gomes et al. (1985) demonstraram a viabilidade da utilização dos fosfatos araxá, patos e goiás nas fases de crescimento e terminação, ao formularem rações em P total. Vários são os trabalhos que mostram a igualdade de fosfatos bicálcico e de rocha, quando desfluorizado. (Plumlee et al. 1958, Hage-meier et al. 1981 e Partridge 1981).

CONCLUSÕES

1. Os fosfatos bicálcico e tapira foram se-

melhantes em todas as variáveis mensuradas.

2. Os piores ganhos de peso diário médio obtido com os fosfatos patos e goiás podem ter sido devidos às altas concentrações de flúor nas dietas. Ao flúor foram atribuídos os casos de incoordenação locomotora apresentadas pelo fosfato goiás.

3. Entre os fosfatos estudados, as melhores relações P : F são apresentadas pela ordem para os fosfatos bicálcico, tapira, goiás e patos.

4. A concentração de F nos fosfatos deve ser diminuída, para que não sejam atingidos os limites tóxicos na dieta, o que permitirá o melhor aproveitamento dos fosfatos nas rações de suínos.

REFERÊNCIAS

- BELLAVER, C.; GOMES, P.C.; FIALHO, E.T.; SANTOS, D.L. Absorção e disponibilidade do fósforo em fosfatos naturais em rações para suínos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.19, n.12, p.1513-1518, 1983a.
- BELLAVER, C.; GOMES, P.C.; SANTOS, D.L. Absorção e disponibilidade de fósforo para suínos baseada na diluição de radiofósforo (32p). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.18, n.9, p.1053-1057, 1983b.
- BUCK, S.F. A comparison of pigs slaughtered at three different weights. I. carcass quality and performance. *Journal of Agricultural Science*, v.60, p.19-26, 1963.
- CAKIR, A.; SULLIVAN, T.W.; STRUWE, F.J. Effect of supplemental aluminium on the value of fertilizer phosphates in turkey diets. *Poultry Science*, v.56, n.2, p.544-549, 1977.
- DILWORTH, B.C.; DAY, E.J. Phosphorus availability studies with feed grade phosphates. *Poultry Science*, v.43, p.1093-1144, 1964.
- GERRY, R.W.; CARRICK, C.W.; ROBERTS, R.E.; HAUGE, S.M. Phosphate supplements of different fluorine content as sources of phosphorus for chickens. *Poultry Science*, v.26, n.4, p.323-334, 1947.
- GOMES, P.C.; BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F. da S.; GOMES, M.F.M. Fontes alternativas de fósforo na alimentação de suínos em crescimento e terminação. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. v.14, n.2, p.241-246, 1985.

- HAGEMEIER, D.L.; PEO JUNIOR, E.R.; CRENSHAW, T.D.; LEWIS, A.J.; MOSER, B.D. The bioavailability of phosphorus from defluorinated rock phosphate for growing finishing swine. **Nutrition Reports International**, v.23, n.2, p.189-195, 1981.
- INTERNATIONAL MINERALS & CHEMICAL CORPORATION (Mundelein, USA). **Feed ingredient analysis table & recommendations, 1982**. Mundelein, 1982.
- 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., 1983, Balneário Camboriú, SC. **Anais...** Balneário Camboriú: União Brasileira Avicultura, 1983, v.2, p.378-390.
- 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., 1981, Recife. **Anais...** Recife: União Brasileira de Avicultura, 1981, v.3, p.599-610.
- NAHORNIAK, N.A.; WAIBEL, P.E.; OLSON, W.G.; WALSER, M.M.; DZIUK, H.E. Effect of dietary sodium fluoride on growth and bone development in growing turkeys. **Poultry Science**, v.62, n.10, p.2048-2055, 1983.
- 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. 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. **Animal Production**, v.32, n.1, p.67-73, 1981.
- PERFIL da indústria nacional de rocha fosfática e ácido fosfórico. [S.l.:s.n. 19..] 8p.
- PLUMLEE, M.P.; JORDAN, C.E.; KENNINGTON, M.H.; BEESON, W.M. Availability of phosphorus from various phosphate materials for swine. **Journal Animal of Science**, v.17, n.1, p.73-88, 1958.
- ROJAS, R.E.; RANGEL, R.J.L.; BEZARES, S.A.; ÁVILA, G.E. Determinación de fósforo disponible en una roca fosfórica y su empleo en dietas para aves. **Veterinária**, México, v.11, p.1-5, 1980.
- UNDERWOOD, E.J. Fluorine. In: _____ . **The mineral nutrition of livestock**. 2. ed. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1981. Cap. 14, p.169-177.