



## DISPONIBILIDADE BIOLÓGICA DO FÓSFORO EM FONTES ALTERNATIVAS NA ALIMENTAÇÃO DE RATOS

### **SONAIDE FARIA FERREIRA MARQUES**

Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Campus II, 74001-970, Goiânia, Goiás, Brasil.

### **LORENA OLIVEIRA LOPES**

Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Campus II, 74001-970, Goiânia, Goiás, Brasil.

### **KÁTIA FLÁVIA FERNANDES**

Laboratório de Química Analítica de Proteínas, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Campus -II, 74001-970, Goiânia, Goiás, Brasil; e-mail:katia@icb.ufg.br.

### **REGINALDO NASSAR FERREIRA**

Laboratório de Fisiologia da Digestão, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Campus II, 74001-970, Goiânia, Goiás, Brasil; Autor para correspondência; e-mail:nassar@icb.ufg.br.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi determinar a disponibilidade biológica do fósforo em fosfatos naturais de rocha de Araxá (Minas Gerais, Brasil) e tratados por processo biológico (Biofosfato IFB®) na alimentação de ratos. Nove ratos machos adultos foram escolhidos ao acaso e utilizados como unidades experimentais. Estes foram mantidos em gaiolas metabólicas por 46 dias com controle de alimentação, livre ingestão de água e com coleta separada de fezes e urina. Realizaram-se três tratamentos com três fontes diferentes de fósforo, cada um com duração de doze dias, em que as coletas de dados foram feitas nos últimos dois dias. Estabeleceram-se intervalos de cinco dias entre os tratamentos, em cujos períodos os animais receberam como alimento uma dieta contendo fosfato bicálcico como fonte de fósforo. Padronizaram-se dietas contendo 0,85% de fósforo. As fontes de fósforo testadas foram as seguintes: no tratamento I (T-I), o fosfato bicálcico, no tratamento II (T-II), o fosfato orgânico Biofosfato IFB®, e no tratamento III (T-III), a rocha de Araxá. Quantificaram-se a ingestão de fósforo (160,90mg T-I, 176,03mg T-II e 187,64mg T-III),

T-I, 162,61mg T-II e 177,48mg T-III). A absorção aparente de fósforo foi obtida pela diferença entre o fósforo ingerido e o excretado nas fezes e urina. Mediante análise dos resultados obtidos de ingestão e excreção total para as três fontes de fósforo, observou-se que a absorção aparente foi significativamente menor ( $p < 0,05$ ) para a rocha de Araxá em relação aos tratamentos com fosfato bicálcico e Biofosfato IFB®. A biodisponibilidade do fósforo, em que se considerou o bicálcico como padrão (100%), foi 94% para Biofosfato IFB® e 30% para a rocha de Araxá. A comparação da disponibilidade biológica aponta uma vantagem para a fonte de fosfato Biofosfato IFB®, tendo em vista sua baixa concentração em flúor.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biodisponibilidade, excreção, absorção, fósforo, *Rattus norvegicus*.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to determine the biological availability of the phosphorous of natural phosphate in Araxá (Minas Gerais, Brasil) rock and treated by biological process (Biofosfato IFB®) in rat feeding. Nine adults male rats, chosen at random, were used as experimental units and maintained into metabolic cages for 46 days with controlled alimentation, free water ingestion and separated collect of urine and feces. Each treatment had duration of 12 days and the collections of data of urine excretion, feces and feed consumption were done in the eleventh and twelfth days. Intervals of five days were established among the treatments, in which periods the animals received a diet containing bicalcic phosphate as phosphorus source. All diets contained 0.85% phosphorus. The sources of phosphorus tested were the following: standard bicalcic phosphate in treatment I (T-I), organic phosphate from Biofosfato IFB® in treatment II (T-II) and Araxá rock phosphate in treatment III (T-III). The ingestion of phosphorous (160.90mg T-I, 176.03mg T-II and 187.64mg T-III), renal excretion of phosphorous (0.23mg T-I, 0.33mg T-II and 5.59mg T-III) and fecal excretion of phosphorous (147.99mg T-I, 162.61mg T-II and 177.48mg T-III) were determined, and the apparent absorption of this element was obtained by calculating

the difference between the phosphorous ingested and the phosphorous excreted in feces and urine. The results of total ingestion and excretion for the three phosphorous sources were computed and the results obtained showed that the apparent absorption of phosphorous of the Araxá rock was significantly lower ( $p < 0.05$ ) compared to standard bicalcic phosphate and Biofosfato IFB®. Using the bicalcic phosphate as standard (100%), the phosphorous availability in the tested sources was 94% for Biofosfato IFB® and 30% for Araxá rock phosphate. The comparative biological availability indicated an advantage for Biofosfato IFB® as phosphate source, considering its low concentration of fluorine.

**KEY WORDS:** Bioavailability, excretion, absorption, phosphorous, *Rattus norvegicus*.

## INTRODUÇÃO

O fósforo é um mineral de extrema importância para o metabolismo dos animais, principalmente por fazer parte da composição óssea e também participar em muitos processos fisiológicos.

Quando se utiliza o fósforo somente na forma orgânica como componente da ração, observam-se vários transtornos no desempenho dos animais, tais como crescimento e ganho de pesos deficientes. Isso ocorre porque a maior parte do fósforo contido nos grãos aparece ligada à molécula orgânica chamada fitato. Como consequência, grande parte desse fósforo passa pelo trato digestivo dos animais monogástricos praticamente sem ser digerido, sendo excretado via fezes (Moreira et al., 2003). Por isto, para atender às necessidades nutricionais dos animais, as dietas devem ser suplementadas com fontes inorgânicas.

Fontes de fósforo inorgânico para alimentação animal (fosfato bicálcico e fosfato monoamônio) representam um dos maiores custos nas rações e suplementos alimentares. Em função disso, buscam-se alternativas viáveis e mais baratas para serem utilizadas como fonte de fósforo na produção de ração animal. Fontes biológicas de fósforo têm sido pesquisadas, a exemplo do Biofosfato IFB®. O fosfato de rocha é fonte de fósforo com menor custo. No entanto, o uso da rocha fosfática tem como limitações a baixa disponibilidade de fósforo, o alto teor de flúor (Dayrell et al., 1997) e a baixa palatabilidade (EMBRAPA, 1994).

O flúor é um elemento tóxico e acumulativo, e vários fatores podem influenciar a manifestação dos sintomas de toxidez pelo animal: quantidade de flúor ingerido, intervalo de tempo da ingestão, solubilidade do flúor ingerido, idade do animal no início da ingestão, nível geral de nutrição do animal, fatores de estresse e resposta biológica individual (NRC, 1988).

Apesar do elevado teor de flúor (1,2 – 1,5%; Dayrell et al., 1997) que as rochas fosfáticas possuem, estudos realizados anteriormente indicaram a viabilidade de seu uso como fonte alternativa de fósforo em rações para monogástricos, pois promovem desempenhos similares quando comparados ao fosfato bicálcico (Matos et al., 1981; Gomes et al., 1985), embora resultados contraditórios também tenham sido encontrados (Lopes et al., 1983). Tais resultados têm dificultado o uso mais amplo dessas fontes de fosfato em rações de suínos e aves (Figueiredo et al., 2001). Para uma melhor avaliação das fontes de fósforo é necessário saber qual é a sua percentagem de absorção no animal ou sua disponibilidade. Segundo McGillivray (1981), a correta alimentação mineral está na dependência de formas ou fontes biologicamente disponíveis.

Existem fatores que interferem na disponibilidade dos minerais, como o regime alimentar, o tamanho das partículas, a fórmula química, o grau de polimerização, o processamento, outros constituintes dos fosfatos e os critérios de apreciação (Guéguen, 1961; Partridge, 1981). Assim, o fósforo suprido com base na análise química não necessariamente proporciona a mesma quantidade de fósforo disponível, o que poderá proporcionar resultados diferentes no crescimento dos animais. Essa consideração leva à necessidade de se avaliar biologicamente a disponibilidade do fósforo entre ingredientes e fontes fosfáticas para aplicação prática na formulação de rações (Bellaver et al., 1984). Os critérios para avaliar a utilização de fósforo nos alimentos são ganho de peso, eficiência alimentar, resistência à quebra dos ossos, cinzas nos ossos, fósforo no soro sanguíneo, anormalidades no esqueleto, densidade do osso, distribuição do fósforo em tecidos, atividade da fosfatase alcalina, tamanho dos filhotes, balanço metabólico e a

taxa de incorporação, biodisponibilidade por meio da técnica de diluição isotópica (Figueiredo et al., 2001; Lopes et al., 2001) e medidas do elemento fósforo *in vivo* (Hurwitz, 1964; Guérguem, 1994; Godoy & Chicco, 2002).

O objetivo do presente estudo foi determinar a disponibilidade biológica do fósforo de fosfatos naturais (rocha fosfática de Araxá), fosfato bicálcico e fosfato tratado por processo biológico (Biofosfato IFB®), na alimentação de ratos, por meio do método de absorção aparente, comparando-se a ingestão e a excreção urinária e fecal deste elemento.

## MATERIAL E MÉTODOS

### LOCAL

O experimento foi desenvolvido no Biotério Experimental do Departamento de Ciências Fisiológicas do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil.

### ANIMAIS E INSTALAÇÕES

Foram utilizados nove ratos machos adultos, linhagem Wistar, espécie *Rattus norvegicus*, obtidos no biotério da Universidade Federal de Goiás, com peso médio inicial de 352,7 g, cada um representando uma unidade experimental. Utilizaram-se os mesmos animais nos três tratamentos, os quais foram mantidos em gaiolas metabólicas, com temperatura e luz ambiente controladas.

### TRATAMENTOS

As rações administradas foram à base de milho, farelo de soja, premix mineral e vitamínico, calculado para 22% de proteína bruta e 2,4 kcal de energia digestiva, 0,85% de fósforo e 1,4% de cálcio. Os tratamentos consistiam na opção da fonte de fósforo na composição dieta básica. No tratamento I (T-I) a fonte de fósforo foi o fosfato bicálcico, no tratamento II (T-II), a fonte de fósforo foi o Biofosfato IFB®, e no tratamento III (T-III), a fonte de fósforo foi a rocha fosfática de Araxá.

### MATERIAIS (FONTES DE FOSFATO)

#### Fosfato Bicálcico

Adquiriu-se o fosfato bicálcico da empresa Serrana Nutrição Animal, cuja fonte de rocha

fosfática explorada pela empresa localiza-se em Cajati, São Paulo, Brasil. A empresa emprega a técnica de flotação para obtenção do fosfato bicálcico.

#### Biofosfato IFB®

O processo de obtenção do Biofosfato IFB® consistiu em misturar a rocha fosfática com fonte de matéria orgânica (gérmen de milho), seguida de pulverização com inoculante IFB®, composto de microorganismos solubilizadores de fósforo (cepa patenteada pela empresa, Instituto de Fosfato Biológico – IFB). A mistura foi então mantida em aeração por dez dias, período em que o fósforo foi solubilizado, passando da forma tricálcica para a forma bicálcica e o flúor volatilizado. Após a solubilização, submeteu-se a mistura a um processo de queima, em forno ascendente, a 650°C para eliminação da matéria orgânica da mistura. O produto final obtido apresentou 10,5% de P, 13,0% de Ca, 0,07% de F e 60% de solubilidade em ácido cítrico.

#### Rocha de Araxá

A rocha de Araxá foi obtida na jazida localizada no Município de Araxá, Minas Gerais, Brasil, e utilizada sem nenhum processamento, exceto a moagem.

### PERÍODO EXPERIMENTAL

Cada tratamento teve a duração de doze dias, sendo que nos últimos dois dias foram feitas as coletas de dados do consumo de ração e excreção de fezes e urina. Estabeleceram-se intervalos de cinco dias entre os tratamentos, em que os animais receberam uma dieta contendo fosfato bicálcico como fonte de fósforo.

### ANÁLISE BIOQUÍMICA

Na comparação da digestibilidade biológica dos três tipos de fósforo (rocha de Araxá, fosfato bicálcico e Biofosfato IFB®), a absorção aparente de fósforo foi obtida pela diferença entre o fósforo ingerido e o excretado nas fezes e urina. Para determinação do fósforo empregou-se método colorimétrico segundo Fiske & Subbarow (1925), mediante espectrofotômetro Pharmacia (Ultrospec 3000). As amostras de fezes, da dieta e as sobras de rações sofreram prévia digestão a

quente em solução de ácido nítrico/perclórico (Malavolta et al., 1997). Efetuaram-se testes de dosagem de fósforo no mínimo em triplicata.

#### ANÁLISE ESTATÍSTICA

Na comparação da disponibilidade biológica das três fontes de fósforo (rocha de Araxá, fosfato bicálcico e Biofosfato IFB®), o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e nove repetições, empregando-se o teste análise de variância (ANOVA I). Compararam-se as médias pelo teste de Tukey, considerando-se como significativos valores de  $p < 0,05$ .

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho mostraram que a fonte de fósforo utilizada no preparo das rações interferiu na aceitabilidade da dieta pelos animais, observando-se maior consumo de ração quando a fonte foi rocha de Araxá (Tabela 1), o que não está em concordância com os dados citados na literatura (Bellaver et al., 1983).

Os dados de excreção apresentados (Tabela 2) mostraram que a excreção urinária de fósforo foi elevada quando se utilizou a rocha de Araxá como fonte, ou alcançando-se valo-

res de 2,98%. No entanto, para as fontes fosfato bicálcico e Biofosfato IFB®, os dados de excreção deste elemento representam valores inferiores a 0,2%. Segundo Tompson Junior (1978), os rins possuem habilidade de reter fosfatos e apenas cerca de 1% é eliminado pela via urinária, valor esse sendo geralmente considerado desprezível. Valores similares de excreção de fósforo na urina também foram obtidos por Vitti et al. (2001) e Mejía-Haro et al. (2001). Trata-se de resultados que indicaram uma menor disponibilidade de fósforo da fonte rocha de Araxá, uma vez que, apesar de ingerido, o fósforo é assimilado pelo organismo em percentagem menor que nas outras fontes testadas.

A excreção fecal de fósforo revela um perfil similar para os três tratamentos (Tabela 2). Figueiredo et al. (2001) mostraram que a via gastrointestinal é a maior via de eliminação de fósforo e que o fósforo excretado nas fezes não é afetado pelas diferentes fontes de fosfato utilizadas. Neste estudo os resultados são concordantes com os citados por tais autores, visto que não se observou diferença significativa entre as três fontes testadas em relação à excreção fecal ( $p > 0,05$ ). No entanto, no presente trabalho, a excreção urinária apresentou um alto valor para o tratamento com rocha de Araxá. O valor obtido ( $5,59 \pm 2,00$  mg) é significativamente maior ( $p < 0,05$ ) em relação

**Tabela 1** - Valores médios e desvio padrão do consumo de ração (matéria seca) e ingestão de fósforo (mg).

Tratamentos	Consumo de ração (mg)	Ingestão de fósforo (mg)
F. Bicálcico	18929,50 ± 3259,51 (a)	160,90 ± 27,71 (a)
Biofosfato	20708,92 ± 2370,89 (ab)	176,03 ± 20,15 (ab)
Rocha Araxá	22075,08 ± 1684,96 (b)	187,64 ± 14,32 (b)

Médias de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si (ANOVA-I, teste de Tukey) ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 2** - Valores médios e desvio padrão da excreção fecal e urinária de fósforo.

Tratamentos	Excreção fecal (mg)	Excreção fecal (%)	Excreção urinária (mg)	Excreção urinária (%)
F. Bicálcico	147,9 ± 45,18 (a)	91,9	0,23 ± 0,11 (a)	0,14
Biofosfato	162,61 ± 7,97 (a)	92,4	0,33 ± 0,12 (a)	0,19
Rocha Araxá	177,48 ± 7,78 (a)	94,6	5,59 ± 2,00 (b)	2,98

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si (ANOVA-I, teste de Tukey) ( $P < 0,05$ ).

aos tratamentos com fosfato bicálcico (0,23 ±0,11 mg) e Biofosfato IFB® (0,33±0,12 mg).

Ao serem comparados os resultados de ingestão e excreção total (fezes e urina), verificou-se que, na ingestão total, o tratamento com rocha de Araxá mostrou um consumo significativamente maior ( $p < 0,05$ ) em relação aos tratamentos com fosfato bicálcico e Biofosfato IFB®. Em relação à excreção total, não foi detectada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre as três fontes de fósforo estudadas. A absorção aparente do fósforo em rochas de Araxá foi significativamente inferior ao fosfato bicálcico e de Biofosfato IFB® ( $p < 0,05$ ) (Tabela 3).

Branco et al. (2000) mostraram que os coeficientes de absorção aparente do fósforo são bastante variados para experimentos realizados em diferentes sistemas de alimentação. Dados da literatura apontam que a absorção aparente de fósforo pode variar de 30,55% (Carvalho, 1996) até 60% (Godoy & Chicco, 2002). Neste trabalho, foram obtidos valores de absorção aparente de 7,9% e 7,4% para os fosfatos bicálcico e Biofosfato IFB®, respectivamente, e apenas 2,5% para fosfato de Araxá (Tabela 3). A princípio, os valores de absorção podem parecer baixos, comparados aos valores de outros autores. No entanto, o fósforo suprido na dieta com base na análise química não proporciona necessariamente a mesma quantidade de fósforo para ser absorvido (Bellaver et al., 1984). Considerando então apenas as fontes de fósforo usadas nos tratamentos, e tomando o fosfato bicálcico como uma fonte padrão, representando 100% de biodisponibilidade, as fontes utilizadas neste trabalho apresentaram 94% de biodisponibilidade para o Biofosfato IFB® e 30% para a rocha de

Araxá. Gomes et al. (1992) encontraram valores médios de disponibilidade de fósforo nos fosfatos fosforindus, tapira e na farinha de ossos de 85,8%, 81,1% e 90,3%, respectivamente. Os valores obtidos no presente trabalho sinalizam que o tratamento biológico melhora a biodisponibilidade de fósforo da rocha de Araxá. Dessa maneira, abre-se uma alternativa de utilização da fonte natural de fósforo na alimentação animal.

#### REFERÊNCIAS

- Bellaver, C., P. C. Gomes & P. C. Santos.** 1983. Absorção e disponibilidade de fósforo para suínos baseada na diluição de radiofósforo (32 P). *Pesq. Agropec. Bras.* 18: 1053- 1057.
- Bellaver, C., P. C. Gomes, E.T. Fialho & D. L. Santos.** 1984. Absorção e disponibilidade de fósforo de fosfatos naturais em rações para suínos. *Pesq. Agropec. Bras.* 19: 1513-1518.
- Branco, A. F., F. J. Maia, K. C. Guimarães, L. M. Zeoula, F. G. Mouro & R. A. Ferreira.** 2000. Efeito do período experimental na absorção aparente de macroelementos minerais em bovinos alimentados com dois níveis de volumoso. *Acta Scientiarum* 22: 779-785.
- Carvalho, A. V.** 1996. Níveis de concentrado na dieta de zebuínos: consumo, digestibilidade e eficiência microbiana. Viçosa, MG, Universidade Federal Viçosa. 112 p, Tese de Doutorado em Zootecnia.
- Dayrell, M. S., L. J. M. Aroeira & R. C. A. Couto.** 1997. Utilização do fosfato de tapira na dieta de bovinos em confinamento. *Rev. Bras. Zoot.* 26: 1222-1226.

**Tabela 3** - Valores médios e desvio padrão da ingestão total, excreção total, absorção aparente de fósforo e desvio padrão para os tratamentos.

Tratamentos	Ingestão total (mg)	Excreção total (mg)	Absorção aparente (mg)	Absorção aparente (%)
F.Bicálcico	160,90 ± 27,71 <sup>(a)</sup>	148,13 ± 45,18 <sup>(a)</sup>	12,77 <sup>(a)</sup>	7,9
Biofosfato	176,03 ± 20,15 <sup>(a,b)</sup>	162,95 ± 37,84 <sup>(a)</sup>	13,08 <sup>(a)</sup>	7,4
Rocha Araxá	187,64 ± 14,32 <sup>(b)</sup>	183,08 ± 37,23 <sup>(a)</sup>	4,55 <sup>(b)</sup>	2,4

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si (ANOVA-I, teste de Tukey) ( $P < 0,05$ ).

- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1994. Uso de fontes alternativas de fósforo na nutrição de bovinos: resultados, conclusões e recomendações. Documento, 17p, Brasília.
- Figueiredo, A. V., D. M. Vitti, J. B. Lopes & H. P. Barbosa. 2001. Disponibilidade biológica do fósforo de fontes fosfatadas determinada por intermédio da técnica de diluição isotópica II. Suínos em crescimento. *Rev. Bras. Zoot.* 30: 326-331.
- Fisk, C. H. & Y. Subbarrow. 1925. The calorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.* 66: 375-400.
- Godoy, S. & C. Chicco. 2002. Biodisponibilidade de fosfatos sedimentarios de Venezuela em la alimentación de cerdos. *Interciencia* 27: 489-495.
- Gomes, P. C., C. Bellaver & E. T. Fialho. 1985. Fontes alternativas de fósforo na alimentação de suínos em crescimento e terminação. *Rev. Soc. Bras. Zootec.* 14: 241-246.
- Gomes, P.C., G. J.M. M. Lima & J. M. M. Gomes. 1992. Disponibilidade de fósforo nos fosfatos de tapira, fosforíndus e na farinha de ossos para suínos. *Rev. Soc. Bras. Zootec.* 21: 83-89.
- Guéguen, L. 1961. Valeur comparée des phosphates minéraux comme sources de phosphore pour les animaux. *Ann. Zootech.* 10: 177-196.
- Guéguen, L. 1994. Determination of availability feed mix. *Int. J. Feed Nutr. Technol. Special Issue on Phosphates.* p. 12-15.
- Hurwitz, S. 1964. Estimation of net phosphorus utilization by the "Slope" method. *J. Nutr.* 84: 83-92.
- Lopes, J. B., E. J. Campos, N. C. Baião & M. O. de O. Ferreira. 1983. Utilização de fosfato bruto de rocha em rações para frango de corte. In: 8º Congresso Latino-Americano de Avicultura, Balneário de Camburiú, SC, Anais 3: 599-610.
- Lopes, J. B., D. M. S. S. Vitti, A. L. Abdalla, M. L. Haddad, A. V. Figueiredo & R. C. B. Moraes. 2001. Modelo do fluxo biológico de fontes de fosfato em suínos, usando o 32P como marcador. *Rev. Bras. Zootec.* 30: 124-136.
- Malavolta, E., G. G. Vitti & S. Oliveira. 1997. Avaliação do estado nutricional de plantas, p. 231-244, 2º ed. Piracicaba.
- Matos, F. J. R., E. J. Campos, N. C. Baião & G. J. Costa-Silva. 1981. Utilização de fosfatos de rocha na alimentação de poedeiras comerciais. In: 7º Congresso Brasileiro de Avicultura, Recife, PE. Anais p. 599-610.
- Moreira, J. A., D. M. S. S. Vitti, J. B. Lopes & M. A. Trindade Neto. 2003. Biodisponibilidade e perdas endógenas mínimas de fósforo em dietas com níveis crescentes de fitase para suínos em crescimento pela técnica e diluição isotópica. *Arq. Bras. Méd. Vet. Zootec.* 55: 1-10.
- Mcgillivray, J. J. 1981. Necesidades básicas de cálcio y fósforo em el ganado y en las aves. In: Conferencia Internacional Sobre Nutrición Animal. Cartagena de Indias, Colombia. Procedimientos técnicos.
- Mejía-Haro, I., D. R. Brink, J. Fajardo-Peña, R. B. Ortiz. 2001. Effects of different Ca:P ratios in lamb diets on apparent absorption of phosphorus. *Agrociencia* 35: 497-502.
- NRC - National Research Council. 1988. Nutrient requirements of dairy cattle. 6th ed. Washington, D. C.
- Partridge, I.G. 1981. 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: 67-73.
- Thompson Junior, W. R. 1978. Phosphorus for agriculture: a situation analysis. Atlanta: Potash-Phosphate Institute. Phosphorus in animal nutrition, p.126-128.
- Vitti, D. M. S. S., J. C. Lopes, J. C. Silva Filho, A. L. Abdalla & M. L. Haddad. 2001. Fluxo do fósforo de diferentes fontes em bovinos. *Arq. Bras. Méd. Vet. Zootec.* 53: 150- 159.

Recebido em 10.IX.2005  
Aceito em 10.XII.2005