

DISPONIBILIDADE BIOLÓGICA DO FÓSFORO DE FOSFATOS NATURAIS PARA BOVINOS PELA TÉCNICA DE DILUIÇÃO ISOTÓPICA¹

HENRIQUE OTÁVIO DA SILVA LOPES², DORINHA MIRIAM SILBER SCHMIDT VITTI³,
EURÍPEDES ALVES PEREIRA², ADIBE LUIZ ABDALA³, ELINO ALVES DE MORAES²,
JOSÉ CLETO DA SILVA FILHO³ e SUZETE SILVEIRA FICHTNER⁴

RESUMO - Com o objetivo de determinar a absorção real do fósforo das rochas fosfáticas de Tapira e Patos, foi feito este experimento. Foram utilizados nove bovinos com idade média inicial de 18 meses, em um delineamento de blocos ao acaso, distribuídos em três tratamentos: com fosfato bicálcico (FB), fosfatos de Patos (FP) e de Tapira (FT), o experimento foi repetido três vezes, totalizando 27 observações. Os animais foram mantidos individualmente, em gaiolas metabólicas, recebendo uma ração basal de *Brachiaria decumbens* "ad libitum" e um concentrado, ao qual foram adicionadas as fontes de P. Cada bovino recebeu uma dose de 30 MBq de ³²P (Na₂HPO₄), livre de carregador, para a determinação do P endógeno, através da técnica de diluição isotópica. A digestibilidade verdadeira do P para FB, FP e FT foi de 65,88±8,46; 46,21±7,15 e 44,43±9,67%, respectivamente. A disponibilidade biológica, tendo o FB como padrão (100%), foi de 70,14 e 67,44%, respectivamente para FP e FT.

Termos para indexação: *Brachiaria decumbens*, fosfato bicálcico, fosfato de Patos, fosfato de Tapira, gaiolas metabólicas, ração basal de feno.

BIOLOGICAL AVAILABILITY OF PHOSPHORUS FROM NATURAL PHOSPHATES FOR BOVINES BY THE ISOTOPE DILUTION TECHNIQUE

ABSTRACT - A metabolism trial was carried out with steers to study the true absorption of phosphorus from dicalcium phosphate and Brazilian rock phosphates from Patos and Tapira. Twenty-seven steers were assigned to three treatment groups in a randomized block design: dicalcium phosphate (DICAL) and natural rock phosphate from Patos de Minas (FP) and Tapira (FT). The animals were confined in metabolic cages and received a basal ration of *Brachiaria decumbens* hay and a concentrate with the appropriate phosphorus source. The endogenous fecal loss of phosphorus was estimated by the isotope dilution method using ³²P as a tracer. The true absorption of phosphorus was 65,88±8,46; 46,21±7,15 and 44,43±9,67% for DICAL, FP and FT, respectively. True phosphorus absorption was higher ($P \leq 0,01$) for the steers receiving DICAL than for those fed FP and FT.

Index terms: *Brachiaria decumbens*, dicalcium phosphate, phosphate from Patos, phosphate from Tapira, metabolic cages, basal ration of hay.

¹ Aceito para publicação em 5 de julho de 1989.
Convênio EMBRAPA/Petrofertil.

² Bioq. Ph.D., Méd.-Vet. M.Sc., e Eng.-Agr. Ph.D., respectivamente. EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Caixa Postal 70/0023, CEP 73301, Planaltina, DF.

³ Biol., M.Sc., Eng.-Agr., M.Sc., e Quim., respectivamente. CENA/USP, Caixa Postal 96, CEP 13400, Piracicaba, SP.

⁴ Méd.-Vet., Ph.D., EMGOPA, Rua 58, nº 94, CEP 74000, Goiânia, GO.

INTRODUÇÃO

Entre os fatores responsáveis pela baixa produtividade do rebanho brasileiro, as carências minerais, principalmente de P, ocupam lugar de destaque. As pastagens brasileiras apresentam, de forma quase generalizada, níveis de P abaixo dos requerimentos mínimos dos bovinos.

A deficiência de P em ruminantes provoca alterações que se refletem nas reduções do consumo, da eficiência alimentar, da taxa de crescimento, da produção de leite, da reprodução, e, muitas vezes, causa anomalias ósseas (Nicodemo 1988).

Ante a escassez e os preços elevados dos suplementos tradicionais de P, tais como o fosfato bicálcico e a farinha de osso, a pesquisa de fontes alternativas, tais como os fosfatos naturais, desponta como opção a ser considerada nas condições brasileiras. As reservas de rocha fosfática no Brasil são estimadas em 2,8 bilhões de toneladas (Espinosa et al. 1985).

Conquanto o teor de P de algumas rochas fosfáticas brasileiras possa se comparar favoravelmente com as fontes tradicionalmente usadas, é imprescindível estudar a disponibilidade biológica desse elemento nessas fontes. A disponibilidade biológica de um mineral possibilita saber em que grau o elemento está disponível para ser utilizado pelo organismo animal. Assim, pode ocorrer que duas fontes de P tenham o mesmo teor de P e diferentes graus de biodisponibilidade.

A literatura mundial considera que a técnica de diluição de radioisótopos é um método muito confiável para determinação da absorção real ou digestibilidade verdadeira do P em uma fonte, já que ele permite a determinação mais acurada da retenção, identificando a fração excretada de origem endógena (Underwood 1977).

Um dos trabalhos pioneiros com o uso de radiofósforo em carneiros, visando determinar a digestibilidade verdadeira do P da alfafa, foi conduzido por Kleiber et al. (1951). Enquanto a digestibilidade aparente foi de 12%, a digestibilidade verdadeira atingiu 50%. Lofgreen & Kleiber (1953, 1954) encontraram resultados de digestibilidade verdadeira do fósforo do feno de alfafa de 91 a 94%.

Lofgreen (1960), usando a técnica de diluição isotópica, obteve valores de 50, 46 e 14% para a digestibilidade verdadeira do P para fosfato bicálcico, farinha de osso e fosfato coloidal, respectivamente.

Também utilizando radioisótopos, Bellaver

et al. (1984), em suínos, demonstraram que a digestibilidade verdadeira do P nos fosfatos de Goiás, Patos e Tapira, e farinha de osso calcinada, foi, respectivamente, de 37,56; 44,30; 47,80 e 46,34%.

Recentemente, Couto (1987), trabalhando com pintos, observou valores de biodisponibilidade relativa de 71,13 e 55,67% para os fosfatos de Patos de Minas e Tapira, respectivamente, utilizando o fosfato ácido de sódio como padrão.

O objetivo deste trabalho foi determinar a absorção verdadeira do P das rochas fosfáticas de Tapira e Patos, utilizando como padrão o fosfato bicálcico.

MATERIAL E MÉTODOS

A parte experimental da pesquisa foi conduzida no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), em Planaltina, DF, e as análises foram executadas na Seção de Ciências Animais do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) em Piracicaba, SP.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições por tratamento, sendo o ensaio repetido três vezes, entre 1986 e 1987. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pelo teste de Tukey (Steel & Toric 1980).

Em cada oportunidade em que o experimento foi repetido, nove novilhos mestiços de zebu, com idade média inicial de 18 meses e peso médio de 165 kg, foram distribuídos aleatoriamente nos tratamentos de fosfato bicálcico (FB), fosfato de Patos (FP) e de Tapira (FT). O fosfato de Tapira é de origem ígnea, e o de Patos é de origem metamórfica, sendo encontrados nas jazidas dos municípios de Araxá e Patos de Minas, MG, respectivamente. A granulometria dos fosfatos de rocha é obtida pela passagem através de uma malha de 200 mesh.

Os animais receberam diariamente uma ração basal, constituída de feno de *Brachiaria decumbens* com baixo teor de P (0,05% MS), à vontade, e um concentrado constituído de 700 g de milho desintegrado, 150 g de farelo de soja, 40 g de uréia e 40 g de sal mineralizado sem P. As fontes foram adicionadas ao concentrado em quantidade suficiente para atingir os requerimentos propostos pelo National Research Council (1984). A composição percentual

de P, Ca, F das fontes estudadas é apresentada na Tabela 1.

Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas individuais, durante 30 dias, compreendendo 20 dias de adaptação e dez de período experimental. No primeiro dia do período experimental, 30 MBq de ^{32}P (Na_2HPO_4), livre de carregador, foram injetados na jugular direita de cada animal. Amostras de sangue foram colhidas da jugular esquerda cinco minutos após a injeção, e, posteriormente, a cada 24 horas, até atingir 192 horas.

TABELA 1. Percentagem de fósforo, cálcio e flúor nas fontes estudadas.

Fontes de fósforo	Fósforo**	Cálcio**	Flúor**
	%		
Fosfato bicálcico*	18,3	23,0	0,18
Fosfato de Patos	10,9	19,46	1,50
Fosfato de Tapira	15,5	32,54	1,40

* Fosfato bicálcico Mitsui.

** Resultados fornecidos pela Ultrafertil.

As coletas de fezes foram realizadas sempre a cada 24 horas, até totalizar 216 horas. Durante o período experimental, foi medido o consumo das dietas, quantificada a excreção de fezes e tomadas alíquotas para análise.

A atividade específica das fezes e do plasma foi medida por efeito Cerenkov, em cintilador líquido da marca Nuclear Chicaco, nos laboratórios do CENA. Para as análises do P inorgânico no plasma e nas fezes, foram utilizadas as técnicas descritas pela Association of Official Analytical Chemists (1980). A percentagem do P endógeno foi calculada através da relação entre as atividades específicas nas fezes e no plasma (Kleiber et al. 1951), propiciando a determinação da disponibilidade biológica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios de P no plasma, P consumido e excretado, e as percentagens de P endógeno, das digestibilidades apa-

rente e verdadeira e biodisponibilidade relativa.

Não foram observadas diferenças estatísticas na quantidade de P consumido entre as três fontes estudadas, e os níveis de P no plasma apresentaram-se dentro dos limites normais (Maynard et al. 1979, McDowell 1985). Convém salientar que a concentração de P no plasma não fornece uma indicação satisfatória do "status" desse elemento no animal (Little & McMeniman 1973, McMeniman & Little 1984, Engles 1981, Conrad et al. 1984).

Os animais que receberam FB excretaram menor quantidade de P em relação aos que receberam os fosfatos de rocha ($P \leq 0,01$), resultando em maior digestibilidade aparente para o FB.

Via de regra, a digestibilidade aparente é sempre menor do que a verdadeira. Bellaver et al. (1984) obtiveram uma taxa de absorção verdadeira 42% superior à taxa de absorção aparente para vários fosfatos. Maynard et al. (1979) enfatizam que a digestibilidade aparente do P não tem nenhum valor. Isto porque o principal caminho de excreção desse mineral são as fezes que contêm a fração exógena, representando o P da dieta não digerido, e a endógena, que é o P absorvido e não metabolizado. A Tabela 2 evidencia que a quantidade do P endógeno em relação ao total excretado (% de P endógeno) foi maior para o tratamento FB em relação aos tratamentos FP e FT ($P \leq 0,01$).

Aparentemente, isso pode indicar que houve maior absorção do P nos bovinos que receberam o fosfato bicálcico. Em adição, os resultados de digestibilidade verdadeira comportaram-se de maneira semelhante, corroborando essa afirmação. O valor médio da digestibilidade verdadeira para o FB (65,88%) está de acordo com vários autores (Lofgreen 1960, Long et al. 1957). Esses autores observaram que a digestibilidade verdadeira dessa fonte está entre 50 e 70%. No presente trabalho, as médias de 46,21 e 44,43% para FP e FT, respectivamente, são bastante semelhantes aos resultados de Bellaver et al. (1984).

É oportuno salientar que, para ruminantes, não existem informações na literatura sobre a digestibilidade verdadeira desses fosfatos. Contudo, os valores encontrados em suínos e ruminantes são comparáveis, mesmo considerando os diferentes tipos de determinação empregados (International Minerals & Chemical Corporation 1978). Já os resultados obtidos em pintos de um dia, por Couto (1987), foram bastante semelhantes para o FP e sensivelmente inferiores para o FT, em relação aos obtidos no presente experimento.

TABELA 2. Teores de fósforo no plasma, consumo, excreção e absorção do fósforo e respectivos desvios padrão.

Parâmetros	Tratamentos		
	Fosfato bicálcico	Fosfato de Patos	Fosfato de Tapira
Fósforo no plasma (mg/100 ml)	8,07±0,60	7,40±1,19	6,66±1,08
Consumo diário de fósforo (g)	10,55±0,29	10,35±0,54	10,38±0,39
Fósforo excretado nas fezes (g/dia)	6,53±0,95	8,19±1,34	8,37±0,96
Digestibilidade aparente (%)	38,10	20,87	19,29
Fósforo endógeno (%)	45,25±8,10	31,42±5,98	31,72±8,54
Digestibilidade verdadeira (%)	65,88±8,46	46,21±7,15	44,43±9,67
Biodisponibilidade relativa (%)	100,00	70,14	67,44

Valores na mesma linha seguidos da mesma letra não diferem significativamente ($P \leq 0,01$) pelo teste de Tukey.

A digestibilidade verdadeira do fosfato bicálcico foi significativamente superior à dos fosfatos de rocha ($P \leq 0,01$). Ainda assim, os valores obtidos para o FP (70,14%) e FT (67,44%) não podem ser considerados baixos quando o FB é tomado como referência (biodisponibilidade relativa).

CONCLUSÕES

1. Os dados obtidos no presente experimento confirmam a excelente taxa de absorção do P do fosfato bicálcico.

2. Os dados de biodisponibilidade relativa indicam que os fosfatos de Patos e de Tapira têm potencial para serem usados como fontes de P suplementar para bovinos, particularmente para classes menos exigentes e mais tolerantes ao flúor, tais como novilhos em recria e terminação e bovinos em confinamento.

3. Considerando os teores relativamente elevados de flúor nas rochas fosfáticas brasileiras, recomenda-se incrementar a execução de experimentos de longo prazo, particularmente com fêmeas, que possam fornecer mais subsídios sobre a viabilidade de sua utilização mais generalizada.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, Washington, D.C., **Official methods of the analysis of the association of official analytical chemists**. 13.ed. Washington, 1980. 1018p.
- BELLAVER, C.; GOMES, P.C.; FIALHO, E.T.; DOS SANTOS, D.L. Absorção e disponibilidade do fósforo de fosfatos naturais em rações para suínos. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 19(12):1513-8, 1984.
- CONRAD, J.H.; MCDOWELL, L.R.; ELLIS, G.L.; LOOSLI, J.K. Resultado de 10 anos de pesquisa em nutrição mineral com animais em pastejo nos trópicos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 21, Belo Horizonte. *Anais*. . Belo Horizonte, SBZ, 1984. 352p.
- COUTO, O.B. **Biodisponibilidade do fósforo em concentrados de rochas fosfáticas e fluorose em animais de laboratório**. Belo Horizonte, UFMG, 1987. 95p. Tese Mestrado.
- ENGLES, E.A.N. Mineral grazing status and profiles (blood, bone and milk) of the grazing ruminant with special reference to calcium, phosphorus, and magnesium. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 11(2):171-82, 1981.

- ESPINOSA, W.; OLIVEIRA, A.J. CONTINI, E. **Produção e uso de rochas fosfáticas no Brasil.** Brasília, EMBRAPA, 1985. 105p.
- INTERNATIONAL MINERALS & CHEMICAL CORPORATION. Libertyville. **Calcium and phosphorus in animal nutrition.** s.l., 1978. 55p.
- KLEIBER, M.; SMITH, A.H.; RALSTON, N.P.; BLACK, A.L. Radiophosphorus (P^{32}) as tracer for measuring phosphorus in cow's feces. *J. Nutr.*, 45:253-63, 1951.
- LITTLE, D.A. & MCMENIMAN, N.P. Variation in bone composition of grazing sheep in south-western Queensland related to lactation and type of country. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 13(62):229-33, 1973.
- LOFGREEN, G.P. The availability of the phosphorus in dicalcium phosphate, bone meal, soft phosphate and calcium phytate for mature wethers. *J. Nutr.*, 10(1):58-62, 1960.
- LOFGREEN, G.P. & KLEIBER, M. The availability of the phosphorus in alfalfa hay. *J. Anim. Sci.*, 12:366-71, 1953.
- LOFGREEN, G.P. & KLEIBER, M. Further studies on the availability of phosphorus in alfalfa hay. *J. Anim. Sci.*, 13:258-64, 1954.
- LONG, T.A.; TILLMAN, A.D.; NELSON, A.B.; GALLUP, W.D.; DAVIES, B. Availability of phosphorus in mineral supplements for beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 16(2):444-50, 1957.
- MCDOWELL, L.R. **Nutrition of grazing ruminants in warm climates.** Orlando, Academic Press, 1985. 443p.
- MCMENIMAN, N.P. & LITTLE, D.A. Studies on the supplementary feeding of sheep consuming mulga (*Acacia aneura*). 1. The provision of phosphorus and molasses supplements under grazing conditions. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 14(68):316-21, 1974.
- MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K.; HINTZ, H.E.; WARNER, R.G. **Animal nutrition.** 7.ed. New York, Mc. Graw-Hill, 1979. 602p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Committee on Animal Nutrition. Sub-committee on beef cattle. Washington, EUA. **Nutrient requirements on beef cattle.** 6.ed. Washington, National Academy of Sciences, 1984. 90p. (Nutrient Requirements of Domestic Animals).
- NICODEMO, M.L.F. **Efeito de diferentes fontes de fósforo na suplementação mineral em novilhas azebuadas em pastejo.** Belo Horizonte: UFMG, Escola de Veterinária, 1988. 162p. Tese Mestrado.
- STEEL, R.G.D. & TORIE, J.H. **Principles and procedures of statistics.** 2. ed. Washington, D.C., Mc. Graw-Hill, 1980. 592p.
- UNDERWOOD, E.J. **Trace elements in human and animal nutrition.** 4. ed. New York, Academic Press, 1977. 543p.