

AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE BIOLÓGICA DO FÓSFORO DO FOSFATO BICÁLCICO E DE FOSFATOS DE ROCHA PARA OVINOS COM USO DO RADIOFÓSFORO (³²P) COMO TRAÇADOR¹

DORINHA MIRIAM SILBER SCHMIDT VITTI², ADIBE LUIZ ABDALLA³ e JOSÉ CLETO DA SILVA FILHO⁴

RESUMO - No presente experimento foi determinada a disponibilidade biológica do fósforo do fosfato bicálcico, rocha de Patos de Minas, Tapira e Finos de Tapira, através da diluição do radiofósforo (³²P). Foram utilizados 24 ovinos, mantidos em dietas semipurificadas, que receberam as fontes de fosfato em quantidades equivalentes a 4 g de P por dia. Após 14 dias, foram injetados 7,4 MBq de ³²P em cada animal, e amostras de sangue e fezes foram coletadas a cada 24 horas durante oito dias, para a determinação das atividades específicas. Os valores da absorção real do fósforo foram 58,92; 50,85; 47,99 e 42,72% para o fosfato bicálcico, Finos de Tapira, Tapira e Patos, respectivamente. Em relação ao bicálcico, as rochas fosfáticas apresentaram altos valores de disponibilidade.

Termos para indexação: digestibilidade verdadeira, fosfatos naturais, fosfato de Patos, fosfato de Tapira, técnica de diluição isotópica.

EVALUATION OF THE AVAILABILITY OF PHOSPHORUS FROM DICALCIUM PHOSPHATE AND ROCK PHOSPHATES FOR SHEEP, USING RADIOPHOSPHORUS (³²P) AS TRACER

ABSTRACT - In the present experiment the phosphorus availability from dicalcium phosphate and rock phosphate from Patos de Minas, Tapira and Finos de Tapira was determined, by the radiophosphorus dilution technique. Twenty-four male sheep received a semipurified diet and the phosphate sources were added to give 4 g P per day. After two weeks each sheep was injected intravenously with 7,4 MBq of ³²P and blood and feces samples were collected at 24 hr intervals for 8 days. The specific activities of plasma and feces were determined. True absorption values were 58,92; 50,85; 47,99 and 42,72% for dicalcium phosphate, Finos de Tapira, Tapira and Patos. Rock phosphate availabilities were high in relation to dicalcium phosphate.

Index terms: true digestibility, natural phosphates, Patos phosphates, Tapira phosphates, isotope dilution technique.

INTRODUÇÃO

A disponibilidade biológica indica o grau de utilização do mineral pelo animal. Nenhum elemento é completamente absorvido e utilizado, pois ocorrem perdas durante os processos digestivo e metabólico. Assim, define-se o

termo “disponibilidade biológica” como a habilidade do elemento em sofrer algum processo fisiológico (McGillivray 1978).

A biodisponibilidade do P varia principalmente com a forma da molécula de fosfato, mas, fatores como proporção Ca:P, idade dos animais, hormônios, interação com outros elementos podem afetá-la. Assim, duas fontes de fosfato podem ter o mesmo teor em P, porém, diferindo na disponibilidade (International Minerals & Chemical Corporation 1978).

Os estudos para a determinação da disponibilidade biológica com radioisótopos oferecem maiores vantagens sobre os demais, e o seu uso é menos dispendioso e mais rápido, apesar de não permitir o aproveitamento da carcaça do animal (Underwood 1981).

¹ Aceito para publicação em 3 de janeiro de 1991

Extraído da tese da autora.

Pesquisa financiada pela Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA), Petrobrás Fertilizantes S.A., Comissão Nacional de Energia Nuclear.

² Bióloga, Ph.D., Univ. de São Paulo (USP), Centro de Energia Nuclear na Agric. (CENA), Caixa Postal 96, CEP 13400 Piracicaba, SP.

³ Eng. - Agr., Univ. de São Paulo (USP).

⁴ Químico, Bolsista CAPS, em curso de Pós-Graduação.

Um dos primeiros trabalhos para estimativa da digestibilidade verdadeira do P em forragens foi desenvolvido por Kleiber et al. (1951), que obtiveram valores de 50%, ao passo que a digestibilidade aparente foi de 12%. Posteriormente, a mesma técnica foi usada por Lofgreen & Kleiber (1954), que indicaram que a metodologia que determina a digestibilidade aparente leva a uma subestimativa do aproveitamento do P.

Em trabalhos mais recentes, a digestibilidade tem sido feita com suínos (Bellaver et al. 1983, 1984) em estudos com rochas fosfatadas. Os autores determinaram que a disponibilidade dos fosfatos Goiás, Patos, Tapira e farinha de ossos calcinada foi 37,56; 44,30; 47,80 e 46,34%, respectivamente, concluindo que tais fontes permitem a sua fertilização para balanceamento de rações para suínos.

O uso de fosfatos de rocha na alimentação de ruminantes é limitado principalmente pelo alto teor em flúor e pela baixa disponibilidade. Atualmente, o fosfato bicálcico e a farinha de ossos são as principais fontes comerciais de P usadas na alimentação de ruminantes, mas o custo elevado e a baixa produção limitam o seu uso.

Em face desses aspectos, e considerando que as pesquisas nessa área ainda são poucas (Sakomura et al. 1983, Cadorin et al. 1984, Bellaver et al. 1983 e 1984, Couto 1987), a presente investigação teve por objetivo determinar a disponibilidade verdadeira do P dos fosfatos bicálcico (BIC), rocha de Patos (PAT), Tapira (TAP) e Finos de Tapira (FIN).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados três grupos de oito carneiros, que receberam uma dieta básica de feno de jaraguá e mistura concentrada constituída de 100 ml de melação, 15 g de uréia, 200 g de farinha de mandioca, 150 g de farelo de soja e 10 g de sal mineral sem P. As fontes de fosfato foram adicionadas ao concentrado para fornecer 4 g diárias de P por animal. A análise dessas fontes é indicada na Tabela 1.

Após um período de 14 dias, foram injetados, em cada animal, através da jugular, 7,4 MBq de ^{32}P

(Na_2HPO_4), e coletadas amostras de sangue e fezes a intervalos de 24 horas durante oito dias. O consumo de alimento e a excreção de fezes foram registrados nesse período.

As amostras de sangue foram centrifugadas e o plasma separado para a determinação do P inorgânico (Fiske & Subbarow 1925) e da contagem da radioatividade por efeito Cerenkov (International Atomic Energy Agency 1979).

As amostras de fezes foram maceradas, e após a determinação da cinzas fez-se a digestão com ácido sulfúrico (1:1) para a detecção da radioatividade. O teor de P inorgânico foi determinado nas cinzas após digestão com ácido clorídrico concentrado, pelo método do vanadato - molibdato.

Foram calculadas as atividades específicas nas fezes e plasma e determinadas a perda endógena e a digestibilidade verdadeira (Lofgreen & Kleiber 1953).

Para a análise estatística foram considerados três blocos com quatro tratamentos e duas repetições por tratamento dentro de cada bloco. Os dados foram submetidos à análise da variância e ao teste F para verificar a significância dos quadrados médios das fontes de variação. Aplicou-se o teste de Tukey para a comparação das médias obtidas (Steel & Torrie 1980).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades específicas médias no plasma e nas fezes para os tratamentos BIC, PAT, TAP e FIN são ilustradas nas Fig. 1, 2, 3 e 4.

Observou-se que para o BIC a atividade no plasma decresceu mais rapidamente, o que é verificado pelo valor T 1/2 (meia vida bioló-

TABELA 1. Análise química das fontes de P utilizadas no experimento.

%	BIC	PAT	TAP	FIN
Cinzas	82,19	97,88	98,50	96,95
P	16,00	10,00	16,20	15,00
Ca	27,00	24,00	34,70	48,00
F	0,08	1,20	1,60	1,06
Ca : P	1,7 : 1	2,4 : 1	2,14 : 1	3,2 : 1
P : F	200 : 1	8,3 : 1	10,13 : 1	14,15 : 1

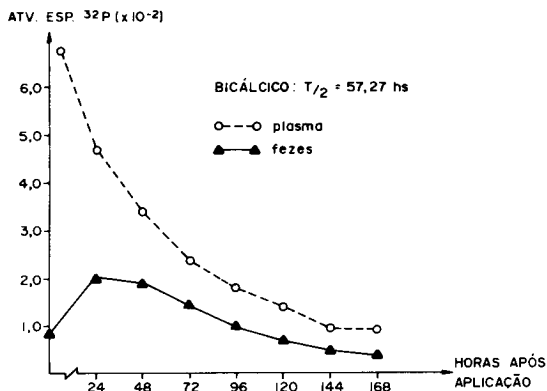


FIG. 1. Atividades específicas médias no plasma e nas fezes para os animais que receberam fosfato bicálcico.

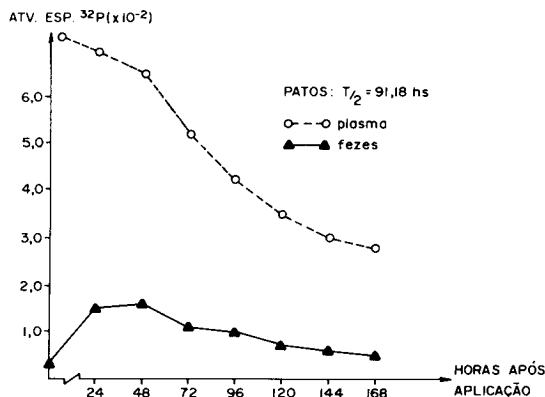


FIG. 2. Atividades específicas médias no plasma e nas fezes para os animais que receberam o fosfato de Patos de Minas.

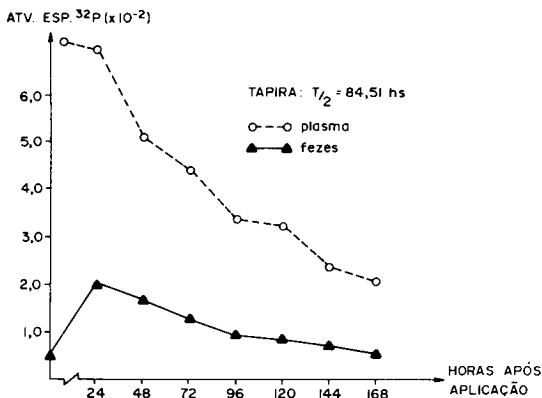


FIG. 3. Atividades específicas médias no plasma e nas fezes para os animais que receberam o fosfato Tapira.

gica do ^{32}P), que foi 57,27 horas. Para os demais fosfatos, observa-se que os valores de T 1/2 foram mais elevados que o do BIC (91,18; 84,51 e 92,40 hs, para PAT, TAP e FIN respectivamente) e verifica-se que as curvas para os três fosfatos de rocha se apresentaram com características semelhantes, diferindo daquela mostrada para o BIC.

O valor mais baixo do T 1/2 para o BIC indica que existe uma diferença na utilização do P deste suplemento, que é levado mais rapidamente aos tecidos. Esse fato pode estar relacionado principalmente à forma química em que o mineral se encontra no suplemento (McGillivray 1978).

Os valores médios de ingestão, excreção e absorção do P são indicados na Tabela 2.

Os dados de ingestão de P foram calculados com base na quantidade desse elemento consumido diariamente no feno, no concentrado e na fonte suplementar de fosfato. Pela análise da variância verificou-se que houve efeito de tratamento ($P < 0,01$), e o teste de Tukey indicou menor consumo para o FIN. Essas diferenças devem-se à variação na quantidade do elemento ingerida através do feno e do concentrado. Entretanto, é difícil prever um efeito dos tratamentos no consumo da dieta, dado o curto período experimental.

Com relação aos valores do P excretado nas fezes, as diferenças entre os tratamentos foram

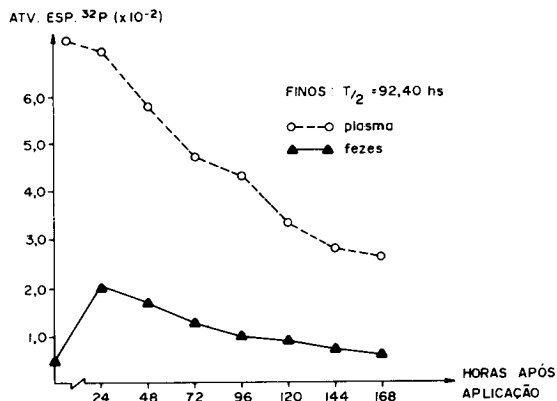


FIG. 4. Atividades específicas médias no plasma e nas fezes para os animais que receberam o fosfato Finos de Tapira.

mínimas; porém observa-se, para o FIN, que a excreção do elemento foi menor.

Isso pode ser conseqüência do menor consumo, o que estaria em concordância com alguns dados da literatura (Barrow & Lambourne 1962, Field & Kamphues 1983), que indicam haver uma relação linear positiva entre o P total excretado e a ingestão do elemento.

Para o P endógeno fecal, observou-se que o BIC foi superior aos demais tratamentos ($P < 0,01$). Esses resultados, expressos em mg/kg de peso vivo, foram 48,12; 19,16; 21,03 e 17,18, respectivamente para BIC, PAT, TAP e FIN. Comparando-se a perda média diária endógena para o BIC (48,12 mg/kg PV) com os dados da literatura encontrados para ovinos, verifica-se que está dentro dos níveis citados por Boxebeld et al. (1983) e Field et al. (1985), que variam de 17,9 a 60,5 mg/kg PV. Para as fontes de fosfatos de rocha, os níveis são mais baixos, sendo comparáveis com a fração endógena observada em carneiros com dietas deficientes em P (Boxebeld et al. 1983).

De acordo com Braithwaite (1984) e Scott et al. (1985), a perda endógena fecal é diretamente relacionada ao consumo e à absorção.

Neste aspecto, os dados do presente trabalho sugerem, pois, que para o BIC, a maior quantidade de P de origem metabólica indica maior absorção. Isso é confirmado pela alta correlação ($r = 0,78$) obtida entre o P endógeno e a absorção real.

Para o teor de P inorgânico no plasma não se observou significância entre tratamentos. Os dados obtidos estão dentro dos limites considerados normais, que se situam entre 4 e 9 mg por 100 ml (Thompson Júnior 1978).

Pela análise estatística dos resultados da disponibilidade biológica, verificou-se que BIC foi superior ao PAT ($P < 0,05$), mas ao nível de 1% não se observou efeito significativo.

Os dados obtidos para BIC (58,92%) estão de acordo com vários autores (Lofgreen 1960, Arrington et al. 1963), que indicam valores entre 50 e 70%. Os resultados para PAT e TAP foram semelhantes aos citados por Bellaver et al. (1984), com suínos (44,30 e 47,80% para o Patos e Tapira).

Considerando o BIC como padrão (100%), os valores de disponibilidade biológica relativa para FIN, TAP e PAT são 86,25, 81,45 e

TABELA 2. Valores médios de ingestão, absorção e excreção de P em carneiros.

	Tratamentos			
	BIC	PAT	TAP	FIN
P consumido (g/dia)	6,19±0,11 b*	6,09±0,06 b	6,46±0,06 a	5,62±0,09 c
P total excretado (g/dia)	4,47±0,62 a	4,21±0,52 a	4,16±0,94 a	3,39±0,66 a
P plasma (mg/100 ml)	7,50±1,74 a	7,36±1,49 a	6,94±1,06 a	6,80±1,06 a
P endógeno fecal (mg/kg peso vivo)	48,12 a	19,16 b	21,03 b	17,18 b
Absorção real (%)	58,92±7,61 a	42,74±11,34 b	47,99±14,05 ab	50,85±14,44 ab
Absorção aparente (%)	27,77	31,06	36,73	39,39
Absorção relativa (%)	100	72,54	81,45	86,25

* Diferentes letras indicam diferenças significativas entre as médias.

72,54%. Esses dados evidenciam a alta disponibilidade dos fosfatos de rocha estudados.

Calculando-se a absorção aparente, quando não se levou em conta a fração endógena fecal, os valores foram 27,77, 31,01, 36,73 e 39,39%, respectivamente para BIC, PAT, TAP e FIN. Verifica-se, pois, que a disponibilidade biológica é subestimada quando não se determina o P endógeno fecal.

CONCLUSÃO

Os resultados do presente trabalho enfatizaram a importância do uso da técnica de diluição isotópica na estimativa da disponibilidade biológica do P, mostrando que os dados da absorção aparente são subestimados. Os valores da absorção real do P permitiram concluir que os fosfatos de rocha Tapira, Finos de Tapira e Patos podem ter valor como suplemento de P em dietas para ruminantes. Entretanto, pesquisas devem ser feitas no sentido de avaliar os possíveis efeitos tóxicos do flúor.

REFERÊNCIAS

- ARRINGTON, L.R.; OUTLER, J.C.; AMMERMAN, C.B.; DAVIS, G.K. Absorption, retention and tissue deposition of labelled inorganic phosphates by cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.22, n.4, p.940-942, 1963.
- BARROW, N.J.; LAMBOURNE, L.J. Partition of excreted nitrogen, sulphur and phosphorus between the faeces and urine of sheep being fed pasture. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.13, p.461-471, 1962.
- BELLAVER, C.; GOMES, P.C.; FIALHO, E.T.; SANTOS, D.L. Absorção e disponibilidade do fósforo de fosfatos naturais em rações para suínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.12, p.1523-1518, 1984.
- 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, 1983.
- BOXEBELD, A.; GUEGUEN, L.; HANNEQUART, G.; DURAND, M. Utilization of phosphorus and calcium and minimal maintenance requirement for phosphorus in growing sheep fed a low-phosphorus diet. **Reproduction Nutrition Development**, Youngen-Josas, v.23, p.1043-1053, 1983.
- BRAITHWAITE, G.D. Some observations of phosphorus homeostasis and requirements of sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.102, n.2, p.295-306, 1984.
- CADORIN, R.L.; ARIKI, J.; BUTOLO, J.E.; SAKOMURA, N.D.; JUNQUEIRA, O.M. Fósforo de Patos de Minas como fonte parcial de fósforo em rações de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 21., 1984, Belo Horizonte. **Anais..** Belo Horizonte, 1984. p.253.
- COUTO, OB. **Biodisponibilidade do fósforo em concentrados de rochas fosfáticas e fluorose em animais de laboratório**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária - UFMG, 1987. Tese Mestrado.
- FIELD, A.C.; KAMPHUES, J. The effect of dietary intake of calcium and phosphorus on the absorption and excretion of phosphorus in chimaera-derived sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.101, p.597-602, 1983.
- FIELD, A.C.; WOOLLIAMS, J.A.; DINGWALL, R.A. The effect of dietary intake of calcium and dry matter on the absorption and excretion of calcium and phosphorus by growing lambs. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.105, p.237-243, 1985.
- FISKE, C.H.; SUBBARROW, Y. The colorimetric determination of phosphorus. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v.66, p.375-400, 1925.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Laboratory training manual on the use of nuclear techniques in animal research**. Vienna, 1979. 299p. (Technical Reports Series, 193).
- INTERNATIONAL MINERALS & CHEMICAL CORPORATION, **Calcium and phosphorus in animal nutrition**. Libertyville, 1978. 55p.

- KLEIBER, M.; SMITH, A.H.; RALSTON, N.P.; BLACK, A.L. Radiophosphorus (^{32}P) as tracer for measuring endogenous phosphorus in cow's feces. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.45, n.2, p.253-263, 1951.
- LOFGREEN, G.P. The availability of the phosphorus in dicalcium phosphate, bone meal, soft phosphate and calcium phytates for Mature wethers. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.70, n.1, p.58-62, 1960.
- LOFGREEN, G.P.; KLEIBER, M. The availability of the phosphorus in alfalfa hay. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.12, n.2, p.366-371, 1953.
- LOFGREEN, G.P.; KLEIBER, M. Further studies on the availability of phosphorus in alfalfa hay. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.13, n.1, p.258-264, 1954.
- MCGILLIVRAY, J.J. Biological availability of phosphorus sources. In: ANNUAL INTERNATIONAL MINERALS CONFERENCE, 1., Saint Petersburg Beach, 1978. **Proceeding...** Saint Petersburg Beach: IMC, 1978. p.73-86.
- SAKOMURA, N.K.; BUTOLO, J.E.; ARIKI, J. Fosfatos de Patos de Minas e Catalão na alimentação de poedeiras comerciais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20., 1983, Pelotas. **Anais...** Pelotas: SBZ, 1983. p.33.
- SCOTT, D.; WHITELAW, F.G.; BUCHAN, W.; BRUCE, L.A. The effect of variation in phosphorus intake on salivary phosphorus secretion, net phosphorus absorption and faecal endogenous phosphorus excretion in sheep. **Journal of Agricultural Science**, v.105, n.2, p.271-277, 1985.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**, 2. ed. Washington D.C.: McGraw Hill, 1980. 592p.
- THOMPSON JUNIOR, W.R.; Phosphorus in animal nutrition. In: PHOSPHORUS for agriculture a situation analysis. Atlanta: Potash/Phosphate Institute, 1978. p.126-158.
- UNDERWOOD, E.J. Sources of minerals. In: UNDERWOOD, E.J. **The mineral nutrition of livestock**. 2. ed. Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1981. Cap.2, p.9-19.