

ABSORÇÃO REAL DO FÓSFORO DO FOSFATO BICÁLCICO, FOSFATO DE MONOAMÔNIO; SUPERFOSFATO TRIPLO E DO FOSFATO DE URÉIA EM BOVINOS¹

JOSÉ CLETO DA SILVA FILHO², HENRIQUE OTÁVIO DA SILVA LOPES,
EURIPEDES ALVES PEREIRA³, CYRO FERREIRA MEIRELLES,
DORINHA MIRIAM SILBER SCHMIDT VITTI e ADIBE LUIZ ABDALLA²

RESUMO - A viabilidade da utilização de fontes alternativas de fósforo para ruminantes foi estudada no presente trabalho, com a determinação do fósforo (P) endógeno fecal e da absorção real do P do fosfato bicálcico (BIC), fosfato de monoamônio (MAP), superfosfato triplo (SPT), e fosfato de uréia (FUR), utilizando a técnica de diluição isotópica. Foram utilizados 24 novilhos mestiços de zebu, com peso médio de 250 kg e idade em torno de 20 meses, divididos em 4 grupos de 6 animais cada. 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. Após um período de 20 dias, cada animal recebeu 37 MBq de P-32 (Na_2HPO_4), livre de carregador, iniciando um período de coletas de 10 dias. Os valores de absorção verdadeira do P para o BIC, SPT, FUR e MAP foram $68,05 \pm 6,37$; $65,13 \pm 8,44$; $62,25 \pm 6,10$ e $58,38 \pm 5,35\%$ respectivamente. A disponibilidade biológica, tendo o BIC como padrão (100%) foi de 95,71; 91,47 e 85,79 respectivamente para SPT, FUR e MAP.

Termos para indexação: suplementação de fósforo, gaiolas metabólicas, digestibilidade verdadeira do fósforo.

TRUE PHOSPHORUS ABSORPTION FROM DICALCIUM PHOSPHATE, MONOAMMONIUM PHOSPHATE, TRIPLE SUPERPHOSPHATE, AND UREA PHOSPHATE IN BOVINES

ABSTRACT - With the aim to study the utilization of alternative sources of phosphorus by ruminants, a metabolism trial was carried out where the true absorption of the phosphorus from dicalcium phosphate (DICAL), monoammonium phosphate (MAP), supertriple phosphate (STP) and urea-phosphate (UP) was determined by using the radioisotope dilution technique. Twenty-four male steers, with 250 kg live weight and about 20 months old, were allocated in four groups of six animals each. The animals were housed in individual pens and received a basal diet containing chopped hay of *Brachiaria decumbens*, corn and soybean meal, urea and a mineral mixture. The phosphate sources studied were added to supply 10 g of phosphorus per animal daily. The animals were injected intravenously and individually with 37 MBq of P-32 (Na_2HPO_4) into the jugular vein. Blood and feces were collected and sampled at 24 hour intervals, for 10 days. Based on the specific activities calculated of plasma and feces, the fecal endogenous loss and the true phosphorus absorption were determined. The true phosphorus absorption values were $68,05 \pm 6,37$; $65,13 \pm 8,44$; $62,25 \pm 6,10$ and $58,38 \pm 5,35\%$ respectively for DICAL, STP, UP and MAP, without any significance among the treatments ($P > 0,05$).

Index terms: cattle, phosphorus supplementation, metabolic cages, true digestibility of phosphorus.

¹ Aceito para publicação em 4 de setembro de 1991
Extraído da Tese de Mestrado do primeiro autor, apresentada ao CENA/USP.

² Qufm. M.Sc., Med. - Vet. M.Sc., Ph.D.; Biol. Ph.D.;

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

³ Bioq. M.Sc., Ph.D. e Méd. - Vet. M.Sc., respectivamente. EMBRAPA/CPAC, Caixa Postal 70/0023, CEP 73301 Planaltina, DF.

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 de consumo, da eficiência alimentar, da taxa de crescimento, da produção de leite, da reprodução, e, muitas vezes, causa anomalias ósseas (Nicodemo 1988).

O fosfato bicálcico e a farinha de ossos são as fontes de P mais utilizadas para suplementação do rebanho brasileiro; porém, o alto custo desses suplementos, devido, em parte, à sua pequena produção e à crescente importância de suprir os animais com níveis adequados desse mineral, subsidiam a urgente necessidade de se buscar suplementos alternativos de P suplementar.

Alguns fosfatos conhecidos como fertilizantes agrícolas possuem consideráveis teores de P e já têm sido usados com bastante sucesso como fontes de fósforo suplementar para ruminantes em vários países, muito embora pouco ou nada se conheça a respeito da digestibilidade verdadeira do P desses fosfatos (Round 1976, Reid 1980 e Jubb & Crough 1988).

Inúmeros pesquisadores têm mencionado o potencial do superfosfato triplo, fosfato de monoamônio e fosfato de uréia como fontes de P suplementar para ruminantes (Rusoff et al. 1962, Peeler 1972, Fishwick & Hemingway 1973, Round 1976 e Fisher 1978).

Para a determinação da absorção real do P, é imprescindível a utilização de técnicas com radionúclídeos, tais como as usadas no presente trabalho, já que esses métodos permitem a identificação da fração excretada de origem endógena (Underwood 1977 e Maynard et al. 1979).

O objetivo do presente trabalho foi determinar a absorção real ou digestibilidade verdadeira do P no superfosfato triplo, fosfato de

monoamônio e fosfato de uréia, 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.

Foram utilizados 24 novilhos mestiços de zebu, castrados, com idade em torno de 20 meses e peso médio de 250 kg, divididos ao acaso em quatro grupos de seis animais cada, nos tratamentos de fosfato bicálcico (BIC), fosfato de monoamônio (MAP), superfosfato triplo (SPT) e fosfato de uréia (FUR). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, e os dados foram estatisticamente submetidos à análise de variância para verificar possíveis significâncias nas fontes de variação e também ao teste de Tukey (Pimentel-Gomes 1976).

Os animais receberam diariamente uma dieta básica contendo feno de *Brachiaria decumbens* com baixo teor de P (0,065% MS) *ad libitum*, e um concentrado (700 g de milho desintegrado, 150 g de farelo de soja, 45 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 e F das fontes estudadas é apresentada na Tabela 1.

Durante 30 dias os animais permaneceram em gaiolas metabólicas individuais. No vigésimo dia, cada animal recebeu intravenosamente uma dose de 37 MBq de P-32 na forma de fosfato de sódio

TABELA 1. Teores de cálcio, fósforo e flúor das fontes estudadas*.

Fontes de fósforo	Cálcio	Fósforo	Flúor
	(%)		
Fosfato bicálcico**	27	18	0,08
Fosfato supertriplo***	15,5	20,7	0,57
Fosfato monoamônio***	0,89	23,9	0,21
Fosfato de uréia***	0,23	19,1	0,042

* Análises realizadas na Seção de Ciências Animais do CENA.

** Fosfato bicálcico Mitsui.

*** Fontes fornecidas pela Fosfertil.

(Na₂HPO₄), livre de carregador produzido pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN).

A solução radioativa foi injetada na jugular direita, sendo a coleta de sangue realizada através da jugular esquerda em cada animal, cinco minutos após a injeção e posteriormente a cada 24 horas, até atingir 192 horas.

As fezes foram coletadas a intervalos de 24 horas por um período de 216 horas. Uma alíquota representativa do total diário excretado foi armazenada a -18°C para posterior análises (Crampton & Harris 1969). O total excretado e o consumo das dietas foram registrados diariamente.

A atividade específica das fezes e do plasma foi medida por efeito Cerenkov, em cintilador líquido da marca Nuclear Chicago, nos laboratórios do CENA (International Atomic Energy Agency, 1979). Para as análises do P inorgânico no plasma e nas fezes,

foram utilizadas as técnicas descritas pela Association of Official Analytical Chemists (1980).

Com base nos trabalhos de Kleiber et al. (1951) e Lofgreen & Kleiber (1953) calculou-se a percentagem de P endógeno fecal, através da relação existente entre as atividades específicas nas fezes e no plasma, possibilitando a determinação da digestibilidade verdadeira das fontes estudadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 mostra os valores médios de P consumido e excretado, P no plasma, P endógeno fecal, absorções aparente e verdadeira e absorção verdadeira relativa.

A ingestão de P em todos os tratamentos foi

TABELA 2. Valores médios de fósforo consumido, excretado, níveis no plasma, perda endógena fecal e absorção do elemento.

Parâmetros	Tratamentos			
	Fosfato bicálcico	Fosfato supertríplo	Fosfato monoamônio	Fosfato de uréia
Fósforo consumido (g/dia)	10,93 ± 0,56	10,63 ± 0,22	10,57 ± 0,32	10,65 ± 0,46
Fósforo excretado (g/dia)	7,41 ± 1,52	7,23 ± 1,58	7,48 ± 1,20	6,71 ± 1,02
Níveis de fósforo no plasma (mg/ml)	7,38 ± 0,68	7,54 ± 1,14	7,62 ± 0,83	7,12 ± 0,65
Fósforo endógeno fecal (%)	52,17 ± 8,44	47,87 ± 12,21	40,44 ± 9,17	40,32 ± 10,13
Absorção aparente (%)	32,22	31,95	29,08	37,06
Absorção verdadeira (%)	68,05 ± 6,37	65,13 ± 8,44	58,38 ± 5,35	62,25 ± 6,10
Absorção verdadeira relativa (%)	100,00	95,71	85,79	91,47

similar (Tabela 2), considerando o teor total do elemento existente na dieta (volumoso e concentrado) e nos suplementos, não havendo diferença significativa entre as diferentes fontes ($P > 0,05$).

A mesma tabela revela que com respeito aos níveis de P no plasma, pode-se afirmar que todas as fontes foram eficientes em manter níveis adequados de P no plasma, uma vez que todos os valores mantiveram-se dentro dos limites considerados como normais (National Research Council 1974 e Thompson Junior 1978). Convém salientar que somente a concentração de P no plasma não fornece uma indicação do "status" desse elemento no animal (Little & McMeniman 1973, McMeniman & Little 1974, Engles 1981 e Conrad et al. 1984).

O total de P excretado nas fezes, embora sem diferença significativa entre os tratamentos, teve valores menores para o FUR. É interessante notar que os valores do P total excretado através das fezes por cada animal correspondem a mais de 50% do total de P por ele consumido no seu respectivo tratamento. Porém, deve ser ressaltado que o total de P excretado inclui não somente a porção não absorvida da dieta, mas também a fração endógena de P, isto é, certa quantidade do elemento que foi absorvida, metabolizada e finalmente excretada através das fezes (Georgievskii et al. 1982). Inclusive, de acordo com Peeler (1972), as perdas são inevitáveis e são decorrentes do estado fisiológico, idade e sexo do animal, bem como da biodisponibilidade da fonte de P utilizada.

O valor médio de absorção real do P para o BIC (68,05%) é satisfatório e está de acordo com vários autores que obtiveram valores da ordem de 50 a 70% (Long et al. 1956, Lofgreen 1960, Arrington et al. 1963, O'Donovan et al. 1965, Lopes et al. 1990). Os valores médios da percentagem de absorção real de P de $65,13 \pm 8,44$; $62,25 \pm 6,10$ e $58,38 \pm 5,35$ para o SPT, FUR e MAP, respectivamente, não diferem ($P > 0,05$) dos valores obtidos para o BIC (Tabela 2), o que comprova o grande potencial desses fosfatos

como fontes de P suplementar para bovinos.

Reid (1980) menciona que o P de fertilizantes fosfatados como o superfosfato triplo e fosfato de momoamônio é altamente disponível e que o uso dessas fontes na suplementação de animais domésticos é, na verdade, mais limitado pelo teor de flúor do que pela digestibilidade. Convém salientar que os fertilizantes fosfatados estrangeiros de um modo geral, contêm altos níveis de flúor (National Research Council 1974), enquanto os fertilizantes fosfatados nacionais, via de regra, possuem baixos níveis desse elemento, por serem produzidos a partir de rochas com baixo teor em flúor.

Se os cálculos para se estimar a disponibilidade do P das fontes testadas fossem feitos considerando apenas a quantidade ingerida do elemento e a excreção total pelas fezes, sem levar em conta a porção endógena fecal, um grande erro estaria sendo introduzido nos cálculos, e os valores reais da absorção do P estariam sendo subestimados, pois os resultados de absorção aparente obtidos foram 37,06; 32,22; 31,95 e 29,08% para o FUR, BIC, SPT e MAP, respectivamente. Este fato vem comprovar ainda mais a importância da técnica utilizada, onde pode-se determinar a porção endógena fecal de P e a absorção real do elemento (Maynard et al. 1979).

Ao considerar o BIC como padrão e 100% disponível, obtiveram-se valores de absorção verdadeira relativa de 95,71; 91,47 e 85,79% para o SPT, FUR e MAP, respectivamente.

CONCLUSÃO

Os parâmetros avaliados, como teor de P inorgânico no plasma, cinética do radiofósforo (P-32), excreção metabólica de P, taxas de absorção real e absorção verdadeira relativa, permitem concluir que o superfosfato triplo, fosfato de uréia e fosfato de monoamônio têm um grande potencial para serem usados como fontes de P suplementar para bovinos.

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**, v.22, n.4, p.940-942, 1963.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (Washington, EUA). **Official methods of the analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 13. ed. Washington, 1980. 1018p.
- 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.
- CRAMPTON, E.W.; HARRIS, L.E. **The proximate analysis of feeds**. Applied animal nutrition. 2. ed. San Francisco: W.E. Freeman, 1969. cap. 2, p.30-55.
- 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. **South African Journal of Animal Science**, v.11, n.2, p.171-182, 1981.
- FISHER, L.J. A comparison of supplemental forms of phosphorus. **Canadian Journal of Animal Science**, v.58, n.2, p.313-317, 1978.
- FISHWICK, G.; HEMINGWAY, R.G. Urea-phosphate and monoammonium phosphate as dietary supplement for sheep fed diets inadequate in phosphorus and nitrogen. **Journal of Agricultural Science**, v.81, n.1, p.139-143, 1973.
- GEORGIEVSKII, V.I.; ANNENKOV, B.N.; SAMOKHIN, V.I. **Mineral nutrition of animals**. London: Butterworths, 1982. 475p.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Laboratory training manual on the use of nuclear techniques in animal research**. Vienna, 1979. 299p. (Technical reports series, 193).
- JUBB, T.F.; CROUGH, K.F. Phosphorus supplementation of cattle. **Australian Veterinary Journal**, v.65, n.9, p.264-267, 1988.
- KLEIBER, M.; SMITH, A.H.; RALSTON, N.P.; BLACK, A.L. Radiophosphorus (P-32) as a tracer for measuring phosphorus in cow's feces. **Journal of Nutrition**, v.45, n.2, p.253-263, 1951.
- LITTLE, D.A.; McMENIMAN, N.P. Variation in bone composition of grazing sheep in southwestern Queensland related to lactation and type of country. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.13, n.62, p.229-233, 1973.
- LOFGREEN, G.P. The availability of the phosphorus in dicalcium phosphate, bone meal, soft phosphate and calcium phytates for matures wethers. **Journal of Nutrition**, 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**. n.12, p.366-371, 1953.
- LONG, T.A.; TILLMAN, A.D.; NELSON, A.B.; DAVIS, B.; GALLUP, W.D. Dicalcium phosphate and soft phosphate with colloidal clay as sources of phosphorus for beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.15, p.1118-1122, 1956.
- LOPES, H.O.S.; VITTI, D.M.S.S.; PEREIRA, E.A.; ABDALLA, A.L.; MORAES, E.A.; SILVA FILHO, J.C.; FICHTNER, S.S. Disponibilidade biológica do fósforo de fosfatos naturais para bovinos pela técnica de diluição isotópica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.3, p.421-425, 1990.
- MAYNARD, L.A.; LOOSLY, J.K.; HINTZ, H.F.; WARNER, R.G. The inorganic elements and their metabolism. In: _____ . **Animal Nutrition**. 7. ed. New York: McGraw Hill, 1979, cap. 10, p.220-282.
- 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. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.14, n.68, p.316-321, 1974.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Feed phosphorus shortage: level and sources of phosphorus recommended for livestock and poultry**. Washington: National Academy of Science, 1974. 38p.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6. ed., Washington: National Academy of Science, 1984. 90p.
- 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 de Mestrado.
- O'DONOVAN, J.P.; PLUMLEE, M.P.; SMITH, W.H.; BEESON, W.M. Availability of phosphorus in dicalcium phosphate and defluorinated phosphate for steers. **Journal of Animal Science**, v.24, n.4, p.981-985, 1965.
- PEELER, H.T. Biological availability of nutrients in feeds: availability of major mineral ions. **Journal of Animal Science**, v.35, n.3, p.695-712, 1972.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 6. ed. Piracicaba: Nobel, 1976. 430p.
- REID, R.L. Relationship between phosphorus nutrition of plants and phosphorus nutrition of animals and man. In: KHAWNEH, F.E.; SAMPLE, E.C.; KAMPRATH, E.J. **The role of phosphorus in Agriculture**. [S.l.]: Amer. Soc. Agron., 1980. p.847-886.
- ROUND, M.H. **Phosphorus status and supplementation of grazing beef cattle**. Adelaide: Department of Agriculture and Fisheries, 1976. (Livestockbranch technical information circular, 26).
- RUSOFF, L.L.; LOWELL, R.T.; WATERS, W.H. Urea-phosphate as a source of phosphorus and nitrogen for growing dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, v.45, n.5, p.675-676, 1962.
- THOMPSON JUNIOR, W.R. Phosphorus in animal nutrition. In: PHOSPHORUS for agriculture: a situation analysis. [S.l.]: Potash/Phosphate Institute, 1978. p.126-158.
- UNDERWOOD, E.J. **Trace elements in human and animal nutrition**. 4. ed. New York: Academic Press, 1977. 543p.