



Retenção de fósforo em tecidos de ovinos submetidos a diferentes proporções de Ca:P na dieta

(Phosphorus retention in ovine fed with different Ca:P ratios)

L.M.C. Salviano¹, D.M.S.S. Vitti²

¹EMBRAPA/CPATSA

Caixa Postal 23

56300-000 - Petrolina, PE

²Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) - USP

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar a retenção do fósforo nos tecidos e fluídos de ovinos submetidos a diferentes proporções Ca:P na dieta. Foram utilizados nove ovinos, machos, castrados, mantidos em gaiolas de metabolismo. A ração de manutenção, feno de capim "coast cross", farinha de mandioca e uréia, foi suplementada com Na₂HPO₄ e CaCO₃ para dar as seguintes proporções Ca:P: 0,75:1,0 (T1); 1,5:1,0 (T2) e 3,0:1,0 (T3). Após 21 dias de adaptação, cada animal recebeu uma injeção de 7,4MBq de ³²P na forma de Na₂HPO₄ e foram coletadas amostras de sangue e fezes por oito dias. Através das atividades específicas nas fezes e plasma foi determinada a meia-vida biológica do ³²P no plasma. No nono dia após a injeção de ³²P, todos os animais foram sacrificados e coletadas amostras de fígado, rim, músculo, coração e costelas para determinação das atividades específicas e retenção de ³²P nos tecidos. Os teores de P inorgânico no plasma e a meia-vida biológica do ³²P no plasma foram de: 4,46; 5,71; 5,62mg/100ml e 62,57; 78,82; 70,80 horas, respectivamente para os tratamentos T1, T2 e T3, não havendo diferença entre tratamentos. Os valores médios de P inorgânico e retenção de ³²P nos tecidos foram de 10,86; 9,61; 6,73; 6,54 e 91,09mg/g de MS e 0,50; 0,31; 0,06; 0,24 e 0,75% para fígado, rim, músculo, coração e osso, respectivamente. Conclui-se que para este tipo de ração as diferentes proporções Ca:P utilizados não influíram na retenção de P pelos tecidos.

Palavras-chave: Ovino, fósforo.

Recebido para publicação em 30 de maio de 1996.

Pesquisa realizada com auxílio da FAPESP e do CNPq.

computador
2/1

ABSTRACT

The aim of this work was to study the retention of phosphorus in fluids and tissues of sheep fed with different Ca:P ratios in diet. Nine castrated sheep kept in metabolism cages were fed Coast cross grass hay, cassava root meal, urea, and were supplemented with Na_2HPO_4 and CaCO_3 to give Ca:P ratios of 0.75:1 (T1); 1.5:1 (T2) and 3:1 (T3). After 21 days, each animal was intravenously injected with 7.4MBq of ^{32}P (Na_2HPO_4), and blood and fecal samples were collected for eight days. ^{32}P half-life in plasma was determined from the specific activities in feces and plasma. Nine days after infection, the sheep were sacrificed and liver, kidney, muscle, heart and bone were sampled. ^{32}P retention and specific activity in tissues were determined. P plasma and ^{32}P half-life in plasma were 4.46, 5.71, 5.62mg/100ml and 62.57, 78.82, 70.80 hours respectively for T1, T2 and T3, no significant different among treatments were found. Mean inorganic P concentration and ^{32}P retention in tissues were 10.86, 9.61, 6.73, 6.54 and 91.09mg/g DM and 0.50, 0.31, 0.06, 0.24 and 0.75% for liver, kidney, muscle, heart and bone respectively. It was concluded that for this type of diet different Ca:P ratios did not affected P retention by sheep tissues.

Key words: Phosphorus, sheep.

INTRODUÇÃO

A absorção e a retenção de minerais pelos ruminantes podem ser influenciadas por diversos fatores. O tipo de alimentação e a composição da dieta alimentar podem determinar maior ou menor retenção destes elementos (Nour & Thonney, 1988). Animais mantidos em dietas baseadas em cereais tendem a ser mais gordos e reter menos cálcio e fósforo que aqueles em dieta à base de forragens (Nutrients..., 1980; Thompson et al., 1988).

As proporções Ca:P na dieta podem ter influência nas perdas endógenas e na absorção de P pelos ruminantes (Cohen, 1980), bem como o aumento na deposição de minerais no esqueleto pode ser conseguido pelo uso de dietas alcalinogênicas tais como: dietas de cereais tratadas com NaHCO_3 ou baseadas em forragens de leguminosas e gramíneas (Abu Damir et al., 1990). Wan Zahari et al. (1989) e Rajaratne et al. (1990) encontraram significativos aumentos na retenção de minerais em ovinos quando a dieta continha relativamente altas concentrações de carbonato de cálcio (CaCO_3).

O objetivo deste trabalho foi o de estudar a retenção do fósforo nos tecidos e líquidos de ovinos que receberam dietas com diferentes proporções Ca:P.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados nove ovinos, mestiços de Suffolk, machos, castrados, com idade aproximada de 18 meses e peso vivo médio de 34,42kg, mantidos em gaiolas de metabolismo. A ração de manutenção fornecida constava de feno de capim *Coast cross* (650g), farinha de mandioca (150g), uréia (15g) e mistura de microelementos.

Os tratamentos constaram das seguintes proporções Ca:P na dieta; 0,75:1,0 (T1); 1,5:1,0 (T2) e 3,0:1,0 (T3). Para complementar as quantidades diárias de fósforo (3g/animal) e cálcio e, atingir as proporções desejadas desses elementos, foram fornecidos os seguintes suplementos: 8,9g/dia de fosfato de sódio (Na_2HPO_4) para todos os animais e 1,75; 7,38 e 18,63g/dia de cálcio (CaCO_3), respectivamente, para os tratamentos T1, T2 e T3. A ração total era fornecida em duas refeições diárias às 8 e 15 horas.

Após um período de adaptação de 21 dias, cada animal recebeu uma injeção endovenosa, através da veia jugular direita, de 7,4MBq de ^{32}P na forma de Na_2HPO_4 , livre de carregador. Logo após a injeção (cinco minutos), foram coletadas amostras de sangue, na veia jugular esquerda, e posteriormente as coletas foram realizadas a cada 24 horas, por um período de oito dias. O sangue foi centrifugado (3.000rpm/10min) e o plasma utilizado para determinação de P inorgânico (Fiske & Subbarow, 1925) e a atividade radioativa pelo efeito Cerenkov (Nascimento Filho & Lobão, 1977). As coletas de fezes e urina foram realizadas diariamente por sete dias, com determinações do P inorgânico e da radioatividade.

As determinações do P endógeno e da meia-vida biológica do ^{32}P no plasma foram realizadas através das atividades específicas nas fezes e no plasma (Luick & Lofgreen, 1957).

Oito dias após a injeção de material radioativo, todos os animais foram sacrificados, coletando-se amostras de fígado, rim, coração, músculo e costelas. As concentrações de P inorgânico nos tecidos foram determinadas pelo método do vanadatomolibdato, após digestão de 5g de tecido em ácido nítrico e ácido clorídrico (1:1). Para detecção da radioatividade foi realizada a digestão dos tecidos com ácido sulfúrico e a leitura pelo efeito Cerenkov, em cintilador líquido (Nascimento Filho & Lobão, 1977).

Calculou-se a retenção de ^{32}P (% dose/100g matéria fresca) e as atividades específicas padronizada ($\mu\text{Ci}^{32}\text{P}.\text{mgP}^{-1}/\text{mCi}^{32}\text{P inj}.\text{kgPV}^{-1}$) e relativa.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, considerando-se o delineamento experimental totalmente ao acaso, com três tratamentos e três repetições, e a comparação de médias feita pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de P em g/animal foi uniforme, no entanto, quando se levou em consideração o peso vivo (PV) dos animais, ficou em 87,57; 89,31 e 88,25g/kg PV, respectivamente para os tratamentos T1, T2 e T3, não havendo diferença significativa entre os tratamentos. O consumo de cálcio foi de 65,68; 133,22 e 263,64mg/kg PV para os tratamentos T1, T2 e T3 respectivamente. Estes consumos de Ca e P estão acima dos recomendados (AFRC, 1991) para manutenção desta categoria de animais.

As concentrações de P no plasma foram de 4,46; 5,71 e 5,62mg/100ml, respectivamente, para os tratamentos T1, T2 e T3, havendo uma tendência ($P=0,078$) para que a proporção Ca:P de 1,5:1,0 favorecesse a maior concentração de P no plasma. Estas concentrações de P no plasma estão dentro da variação normal encontrada de 4 - 9mg/100ml, indicadas por Thompson Junior (1978).

A meia vida biológica do fósforo no plasma (T 1/2) foi de 62,57; 78,83 e 70,80 horas para os tratamentos T1, T2 e T3 respectivamente, não havendo diferença significativa entre os tratamentos. Entretanto houve tendência do tratamento T2 (Ca:P de 1,5:1,0) apresentar maior meia-vida biológica, indicando maior tempo de reciclagem do fósforo. Estes valores de meia-vida biológica são semelhantes aos encontrados por Vitti et al. (1992) para diferentes fontes de P e mais baixos que os encontrados por Louvadini (1995) para ovinos consumindo dietas semelhantes às deste estudo.

Os dados referentes ao metabolismo do fósforo nos tecidos estão na Tab. 1.

Tabela 1. Matéria seca (MS), P, retenção de ^{32}P e atividades específicas (AE) relativa e padronizada, em tecidos de ovinos submetidos a diferentes proporções Ca:P na dieta

Tecido	MS(%)	P(mg/g MS)	Retenção (%dose/100g)	AE relativa	AE padronizada
Fígado	29,02±0,39	10,86±0,57	0,500±0,050	0,098±0,012	0,0169±0,015
Rim	18,06±0,82	9,61±0,63	0,310±0,030	0,069±0,009	0,118±0,008
Músculo	23,01±0,46	6,73±0,39	0,061±0,011	0,019±0,004	0,033±0,004
Coração	21,75±1,37	6,54±0,65	0,240±0,030	0,080±0,011	0,138±0,026
Osso	76,54±1,57	91,09±6,98	0,750±0,190	0,020±0,007	0,030±0,008

As percentagens de matéria seca (MS) dos diferentes tecidos foram de 29,02; 18,06; 23,01; 21,75 e 76,54% respectivamente para fígado, rim, músculo, coração e osso, não havendo diferença significativa entre os tratamentos ($P>0,05$).

Os valores médios de P inorgânico nos tecidos foram de 91,90; 10,86; 9,61; 6,73 e 6,54mg/g MS para osso, fígado, rim, músculo e coração, respectivamente, não havendo influência dos tratamentos (proporções Ca:P na dieta) nos teores de P inorgânico dos tecidos estudados. Como a dieta básica de forragem (feno de capim *coast cross*) já era alcalinogênica (Fredeen et al., 1988), a adição de carbonato de cálcio parece não ter tido maior influência no balanço ácido-base dos animais e favorecido a uma maior retenção de P nos tecidos, nos tratamentos com maior proporção Ca:P, como encontrado por Wan Zahari et al. (1989) e Rajaratne et al. (1990).

Os teores de P nos ossos foram de 88,10; 90,61; 94,57mg/kg MS para os tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente, os quais, mesmo não sendo diferentes entre tratamentos ($P>0,05$), mostraram tendência de aumento de P nos ossos com o aumento do consumo de Ca. Braithwaite (1981) verificou que em dietas com baixo nível de Ca não há retenção de Ca nos ossos e, deste modo, o P também não é retido, sendo o excesso de P em relação ao Ca excretado. Rajaratne et al. (1994) também observaram maior retenção de P quando o teor de Ca na dieta era maior. Isto ocorre porque, com maior nível de Ca nos fluidos e tecidos, há maior requerimento de P pelo animal e, conseqüentemente, há maior absorção deste elemento pelo aumento de eficiência de absorção.

Esses níveis de P inorgânico nos tecidos são compatíveis com os citados na literatura. Vitti et al. (1992), trabalhando com ovinos, em cuja dieta a proporção Ca:P era de 2:1, obtiveram valores de 11,12; 10,carbonato 19 e 6,4mgP/g MS respectivamente para fígado, rim e músculo, e teor de P inorgânico nos ossos de 40mg/g MS, bem abaixo do observado neste trabalho (91,09mg/g MS). Ternouth

& Sevilla (1990), em trabalhos com ovinos, em dietas com proporção Ca:P de 1,5:1,0, encontraram resultados semelhantes aos deste trabalho em termos de teores de P inorgânico nos ossos (97,53mgP/g MS).

O efeito da elevação do teor de cálcio na dieta sobre a concentração do P inorgânico nos tecidos resultou em regressão linear negativa entre o consumo de Ca (CaCS) e os valores de P inorgânico nos rins ($P_{\text{rim}} = 10,38 - 0,15 \text{ CaCS}$; $P < 0,05$).

As concentrações de P inorgânico nos músculos, por outro lado, foram bem correlacionadas, linear e negativamente com a razão Ca/P no plasma dos carneiros (Fig. 1). Isso sugere que, a elevação de Ca na dieta e/ou o aumento na razão Ca/P no plasma podem influir negativamente na retenção de P pelos tecidos dos animais.

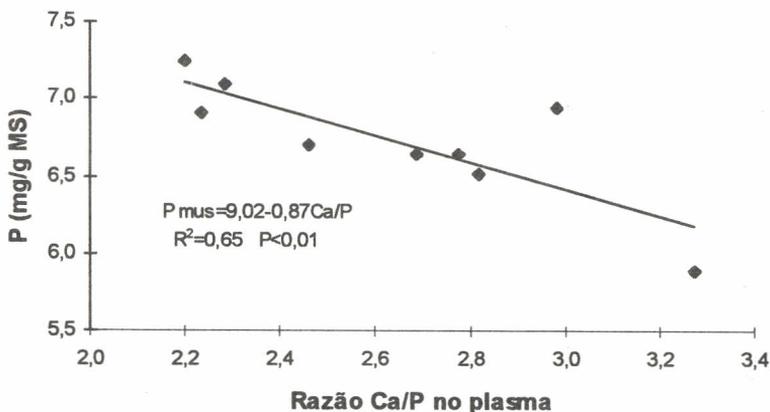


Figura 1. Relação entre a razão Ca/P no plasma (Ca/P) e P nos músculos (P mus) de ovinos submetidos a dietas com diferentes proporções Ca:P

Embora os teores de P na dieta oferecida fossem uniformes (3g/animal/dia), quando convertidos em mg/kg PV, foram encontradas pequenas diferenças entre as quantidades consumidas pelos animais. Essas diferenças propiciaram a análise de correlação deste parâmetro com os outros. Encontrou-se correlação entre o consumo de P e a concentração de P no tecido dos rins (Fig. 2). Isso indica que as concentrações de P nos rins cresceram com o consumo de P até uma faixa de 80 a 82mg/kg PV, decrescendo daí em diante.

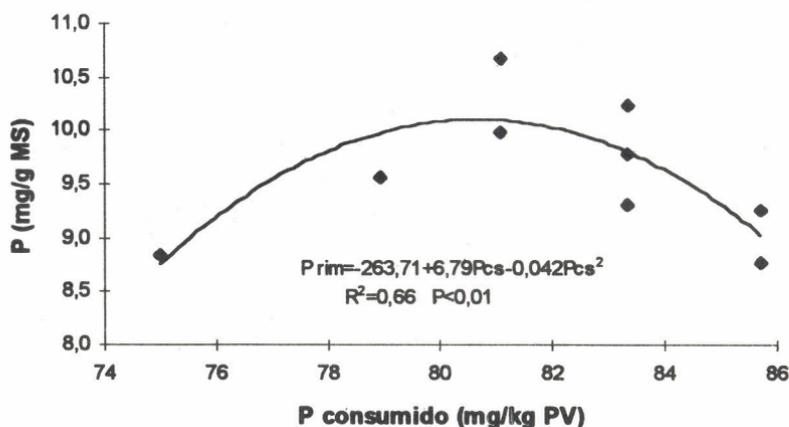


Figura 2. Relação entre o consumo de P (Pcs) e o teor de P no rim (P rim) de ovinos submetidos a dietas com diferentes proporções Ca:P

No que concerne à retenção de ^{32}P pelos tecidos, houve diferença significativa em termos de tecidos ($P < 0,01$), não havendo, no entanto, efeito de tratamentos na retenção de ^{32}P . O osso foi o tecido que apresentou maior retenção (0,75%), seguido pelo fígado (0,50%), rim (0,31%), coração (0,24%) e músculo (0,061%). Estes resultados estão de acordo com os de outros trabalhos (About-Hussein et

al., 1968; Vitti et al., 1992). A retenção de ^{32}P é maior nos tecidos que apresentaram maior concentração de P, ou seja, aqueles que têm maior afinidade pelo elemento ou maior capacidade de retenção pela célula. Foi encontrada correlação positiva entre a porcentagem de P nos tecidos e a retenção de ^{32}P em ovinos (Vitti et al., 1992).

A ordem de retenção de ^{32}P nos tecidos pode ser influenciada também pelo lapso de tempo de injeção do material radioativo, abate e coleta das amostras. Em experimentos onde as coletas foram realizadas 24 horas após a aplicação do radionuclídeo (Lobão & Crocomo, 1974), a ordem de retenção foi: fígado, osso, rim e coração. No caso de coleta após tempo mais longo, como no presente experimento (216 horas após a aplicação), o osso situa-se em primeiro lugar, com maior retenção. A correlação entre tecidos, em termos de retenção de P, pode ser considerada baixa, exceto para fígado e músculo ($r=0,83$; $P<0,01$).

Foram encontradas diferenças significativas ($P<0,05$) entre os tecidos em relação às atividades específicas padronizada e relativa. A atividade específica padronizada é calculada levando-se em consideração o peso vivo dos animais e o cálculo de atividade relativa é feito para remover o efeito de diferentes condições fisiológicas e dos processos metabólicos, como a formação do osso. As atividades específicas foram maiores para fígado e coração e menores para osso e músculo. Isto implica em maior atividade metabólica naqueles órgãos e menor nestes. Annenkov (1982) também indicou que o P foi metabolizado a taxas mais lentas nos ossos e cérebro, enquanto o fígado apresentou metabolismo mais rápido.

CONCLUSÕES

Os animais submetidos a dietas com proporções Ca:P de 1,5:1,0, tenderam a ter níveis superiores de fósforo no plasma e maior meia-vida biológica do fósforo do que os dos outros tratamentos. De um modo geral, as diferentes proporções Ca:P utilizadas não influíram nos níveis de retenção de P nos tecidos. Houve, no entanto, uma tendência dos níveis de P crescerem nos ossos e diminuir nos rins com a elevação dos níveis de cálcio na dieta. Os diversos tecidos apresentaram diferença significativa em termos de retenção de P, na seguinte ordem: ossos (0,75%) > fígado (0,50%) > rim (0,31%) > coração (0,24%) > músculo (0,061%), sendo a maior retenção naqueles tecidos que apresentam maior concentração de P.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ABOUT-HUSSEIN, E.R.M., RAFFAT, M.A., EL GIND, I.M. et al. Metabolism of P-32 in sheep. *J. Sci. Res.*, v.20, p.28-32, 1968.
- ABU DAMIR, H., SCOTT, D., THOMPSON, J.K. et al. The effect of a change in blood acid-base status on body composition and mineral retention in growing lambs. *Anim. Prod.*, v.51, p.527-534, 1990.
- AFRC technical committee on responses to nutrients. A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle. *Nutr. Abstr. Rev. Serv. B: Livest. Feed. Feed.*, v.61, p.573-612, 1991.
- ANENKOV, B.N., Kinetics of mineral metabolism in organ and tissue. In: GEORGIEVSKII, V.I., ANNENKOV, B.N., SAMOKHIN, V.T. *Mineral nutrition of animals*. London: Butterworths, 1982. p.257-263.
- ARAJARATNE, A.A.J., SCOTT, D., BUCHAN, W. Effect of a change in phosphorus requirement on phosphorus kinetics in the sheep. *Rev. Vet. Sci.*, v.56, p.262-264, 1994.
- BRAITHWAITE, G.D. Effect of 1- α hydroxycholecalciferol on calcium and phosphorus metabolism in sheep given high or low calcium diets. *J. Agric. Sci.*, v.96, p.291-299, 1981.
- COHEN, R.D.H. Phosphorus in rangeland ruminant nutrition: a review. *Livest. Prod. Sci.*, v.7, p.25-32, 1980.
- FISKE, C.H., SUBBAROW, Y. The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.*, v.66, p.375-400, 1925.
- FREDEEN, A.H., DEPETERS, E.J., BALDWIN, R.L. Effects of acid disturbances caused by differences in dietary fixed ion balance on kinetics of calcium metabolism in ruminants with high calcium demand. *J. Anim. Sci.* v.66, p.174-184, 1988.
- LOBÃO, A.O., CROCOMO, O.J. Retenção de fósforo radioativo (32-P) em tecidos de ovinos. *Bol. Ind. Anim.*, v.31, p.261-291, 1974.
- LOUVADINI, H. *Perda endógena de fósforo em ovinos suplementados com diferentes níveis do elemento na dieta*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 1995. 88p. Tese (Doutorado em Energia Nuclear).
- LUICK, J.R., LOFGREEN, G.P. An improved method for the determination of metabolic fecal P. *J. Anim. Sci.*, v.16, p.201-206, 1957.
- NASCIMENTO FILHO, V.F., LOBÃO, A.O. Detecção de P-32 em amostras de origem animal e vegetal por efeito Cerenkov, cintilação líquida, e detector Geiger-Mueller. Piracicaba: CENA, 1977. 25P. (Boletim Científico, 48).
- NOUR, A.Y.M., THONNEY, M.L. Minerals of carcass soft tissues and bone of serially slaughtered cattle as affected by biological type and management. *J. Agric. Sci.*, v.111, p.41-49, 1988.

- NUTRIENT requirement of ruminant livestock: London: Agricultural Research Council, 1980.
- RAJARATNE, A.A.J., SCOTT, D., THOMPSON, J.K. et al. The effect of variation in dietary calcium supply on the phosphorus requirements of growing lambs. *Anim. Prod.*, v.51, p.135-142, 1990.
- TERNOUTH, J.H., SEVILLA, C.C. The effects of low levels of dietary phosphorus upon the dry matter intake and metabolism of lambs. *Aust. J. Agric. Res.*, v.41, 0.175-184, 1990.
- THOMPSON JR., W.R. Phosphorus in animal nutrition. In: PHOSPATE INSTITUTE. *PHOSPHORUS of agriculture: a situation analysis*. Atlanta: Potash and Phosphate Institute, 1978. p.126-158.
- THOMPSON, J.K., GELMAN, A.L., WEDDELL, J.R. Mineral retention and body composition of grazing lambs. *Anim. Prod.*, v.46, p.53-62, 1988.
- VITTI, D.M.S.S., ABDALLA, A.L., MEIRELLES, C.F. Cinética do fósforo em ovinos suplementados com diferentes fontes de fosfatadas através da técnica de diluição isotópica. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.44, p.227-233, 1992.
- WAN ZAHARI, M., THOMPSON, J.K., SCOTT, D. et al. Effect of growth rate on mineral retention and body composition of growing lambs. *Anim. Prod.*, v.49, p.443-450, 1989.