

INFLUÊNCIA DA PROPORÇÃO DE CÁLCIO E FÓSFORO NA DIETA, NAS PERDAS ENDÓGENAS E NA ABSORÇÃO DE FÓSFORO EM OVINOS¹

LUIZ MAURÍCIO CAVALCANTE SALVIANO² e DORINHA MIRIAM SILBER SCHMIDT VITTI³

RESUMO - Dezoito ovinos machos, peso médio de 34,4 kg, divididos em dois blocos, foram utilizados para estudo do efeito de três proporções Ca:P (0,75:1,0, 1,5:1,0 e 3,0:1,0) na dieta sobre as perdas endógenas e a absorção real de fósforo (P). Os ovinos foram mantidos em gaiolas de metabolismo e receberam dietas contendo: feno de capim-coastcross (650 g), farinha de mandioca (150 g), uréia (15 g) e mistura de microminerais. No 22^a dia de cada período experimental, cada animal recebeu, na veia jugular, uma injeção de 7,4 MBq de ³²P. Amostras de sangue, fezes e urina foram coletadas por oito dias, para determinação das perdas endógenas de P. O P endógeno fecal (51:36 mg/kg PV) e o P total excretado (83,92 mg/kg PV) não foram significativamente diferentes (P>0,05). A absorção real de P e o coeficiente de absorção referente aos tratamentos 0,75:1,0, 1,5:1,0 e 3,0:1,0 foram de 49,2, 62,7 e 55,2 mg/kg PV, e de 0,56, 0,70 e 0,63, com diferença significativa (P<0,05) entre 1,5:1,0 e 0,75:1,0 em ambos os parâmetros. Foi observada correlação entre o P absorvido e o P endógeno fecal (r=0,82; P<0,001). A proporção Ca:P de 1,5:1,0 propiciou melhor absorção de P do que a de 0,75:1,0, e, apesar de não ser significativamente melhor que a de 3,0:1,0, consumiu menos carbonato de cálcio.

Termos para indexação: fósforo radioativo, metabolismo do fósforo, fósforo endógeno.

INFLUENCE OF CALCIUM AND PHOSPHORUS RATIO IN DIET, ON ENDOGENOUS LOSSES AND ABSORPTION OF PHOSPHORUS BY SHEEP

ABSTRACT - Eighteen crossbred male sheep (mean weight 34.4 ± 3.1 kg) were used to study the effect of three Ca:P ratios (0.75:1.0; 1.5:1.0 e 3.0:1.0). Sheep were kept in metabolic crates and received diets containing *Cynodon dactylon* hay (650 g), cassava root meal (150 g), urea (15 g) and trace-mineralized salt. At the 22nd day each animal received, through the jugular vein, an injection of 7.4 MBq of radiophosphorus (³²P). Blood, feces and urine samples were collected for 8 days. Total P excretion (83.92 mg/kg LW) and endogenous fecal P (51.36 mg/kg LW) were not significantly different (P>0.05). P absorbed and coefficient of absorption for the (0.75:1.0; 1.5:1.0 e 3.0:1.0) treatments were 49.2, 62.7 and 55.2 mg/kg LW, and 0.56, 0.70 and 0.63, with significant difference (P<0.05) between 1.5:1.0 and 0.75:1.0 for both parameters. Positive correlation was observed between P absorbed and endogenous fecal P (r=0.82, P<0.001). Ca:P ratio of 1.5:1 seems to be the most indicate as it enhanced better P absorption indices than Ca:P ratio of 0.75:1, and tended to be better than Ca:P ratio of 3:1.

Index terms: radioactive phosphorus, endogenous phosphorus, phosphorus metabolism.

INTRODUÇÃO

Fósforo é um nutriente essencial aos animais, e como fosfato, é envolvido na maioria das ativida-

des metabólicas do corpo, bem como na formação dos ossos. Como as pastagens tropicais, em geral, são deficientes em P, é necessário a suplementação deste elemento para os animais em pastejo. Para uma suplementação adequada é preciso o conhecimento do seu metabolismo e de seu inter-relacionamento com outros minerais.

A homeostase de P nos ruminantes é determinada basicamente pela secreção salivar de P (P endógeno) e pela excreção do excesso deste P através das fezes (Scott et al., 1985). Os níveis de P no plasma podem indicar o "status" de P dos animais, havendo correlação linear positiva entre os

¹ Aceito para publicação em 23 de setembro de 1997. Financiado pelo CNPq e FAPESP.

² Méd. Vet., M.Sc., Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Caixa Postal 23, CEP 56300-000 Petrolina, PE. E-mail: lmcshalvi@cpatsa.embrapa.br

³ Bióloga, Ph.D., Centro de Energia Nuclear na Agricultura (USP/CENA), Caixa Postal 96, CEP 13400-970 Piracicaba, SP. E-mail: dovitti@cena.usp.br

níveis de P no plasma e o consumo de P da ração (Field et al., 1984; Braithwaite, 1985; Ternouth & Sevilla, 1990).

As perdas endógenas fecais de P podem variar de acordo com a quantidade de P ingerido, com a qualidade da dieta e com a individualidade animal; além disso, é aventada, ainda, a possibilidade de uma competição pelo P absorvido entre o mecanismo de secreção e a necessidade de produção do animal (Agricultural and Food Research Council, 1991).

Embora a absorção de P pelos ruminantes ainda não esteja totalmente conhecida, sabe-se que alguns fatores influenciam e determinam esta absorção, tais como: pH no intestino, níveis e proporções de Ca e P na dieta, vitamina D, outros minerais, além da individualidade animal e da genética (Reid, 1980; Field et al., 1983; Field & Wooliams, 1984).

Estudos do inter-relacionamento no metabolismo do Ca e do P têm mostrado que mudanças no metabolismo do Ca podem ser causadas por variações nos níveis de P, e vice-versa (Challa et al., 1989). No entanto, as pesquisas que procuram correlacionar a proporção Ca:P com a absorção de P têm mostrado algumas contradições, tais como: a) o problema de absorção de P se manifesta quando a razão Ca/P é inferior a 1 (Wise et al., 1963); b) a melhor absorção ocorre na proporção Ca:P de 1:1 (Ricketts et al., 1970); c) a absorção de Ca e P é proporcional ao consumo destes dois elementos (Schneider et al., 1985); d) quanto maior o teor de Ca na dieta, menor é a eficiência de absorção de P (Field et al., 1983); e) a proporção Ca:P não tem influência na absorção de P (Wan Zahari et al., 1994).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de dietas contendo diferentes proporções Ca:P na absorção e nas perdas endógenas de P em ovinos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 18 ovinos, mestiços de suffolk, machos, castrados, com idade entre 12 e 18 meses e peso vivo médio de 34,42 kg, divididos em dois blocos (períodos experimentais). Os animais permaneceram em gaiolas de metabolismo e receberam diariamente ração composta de: 650 g de feno de capim-coastercross (*Cynodon dactylon* L. Pears), 150 g de farinha de mandioca, 15 g de uréia e mistura mineral (Tabela 1). A composição bromatológica da dieta é indicada na Tabela 2.

TABELA 1. Quantidade dos constituintes das dietas oferecidas diariamente aos animais nos diversos tratamentos.

Constituinte	Proporções Ca:P		
	0,75:1,0	1,5:1,0	3,0:1,0
Feno (g)	650	650	650
Farinha de mandioca (g)	150	150	150
Uréia (g)	15	15	15
Mistura mineral ¹ (g)	10	10	10
NaH ₂ PO ₄ (g)	8,88	8,88	8,88
CaCO ₃ (g)	1,75	7,38	18,63

¹ CuSO₄ (0,03 g); CoSO₄ (0,0008 g); MnSO₄ (0,148 g); KI (0,009 g); ZnSO₄ (0,32 g); FeSO₄ (0,457 g); NaCl (3,4 g); MgO (1,61 g); S (4,0 g).

TABELA 2. Composição bromatológica das dietas experimentais com base na matéria seca.

Componente	Proporções Ca:P		
	0,75:1,0	1,5:1,0	3,0:1,0
Matéria seca (%)	89,7	89,7	89,7
Cinzas (%)	6,4	6,4	6,4
Proteína bruta (%)	8,7	8,7	8,7
Extrato etéreo (%)	0,7	0,7	0,7
Fibra bruta (%)	30,1	30,1	30,1
Cálcio (%)	0,3	0,6	1,2
Fósforo (%)	0,4	0,4	0,4

Os tratamentos constaram de três diferentes proporções Ca:P na dieta: 0,75:1,0; 1,5:1,0 e 3,0:1,0. O P da dieta foi fixado em 3 g/animal/dia, e, para se atingir as proporções Ca:P desejadas, foram fornecidos os seguintes suplementos: 8,9 g/dia de fosfato de sódio (NaH₂PO₄) a todos os animais e 1,75; 7,38 e 18,63 g/dia de carbonato de cálcio (CaCO₃) aos animais dos tratamentos 0,75:1,0; 1,5:1,0 e 3,0:1, respectivamente. A ração total era fornecida em duas refeições diárias, às 8 e 15 horas.

Após 21 dias de adaptação às rações, cada animal recebeu uma injeção (0,5 mL), pela veia jugular, de 7,4 MBq de ³²P na forma de Na₂HPO₄, livre de carregador. Logo após a injeção (5 minutos) e a cada 24 horas de intervalo, por oito dias, foram coletadas amostras de sangue. Neste período, as coletas de fezes e de urina foram realizadas diariamente, pela manhã, com retirada de alíquotas de 10% do total excretado.

As amostras de sangue foram centrifugadas (3.000 rpm) por 10 minutos para separar o plasma. As amostras de urina foram diluídas em ácido tricloroacético (10%). O teor de P inorgânico determinado por

colorimetria (Fiske & Subbarow, 1925), o de Ca por espectrometria de absorção atômica (Zagatto et al., 1979) e a contagem da atividade foi feita por efeito Cerenkov (Nascimento Filho & Lobão, 1977).

As amostras de fezes foram maceradas, homogeneizadas, secadas (100°C), e incineradas (500°C). As cinzas foram solubilizadas em ácido sulfúrico, e a determinação da radioatividade, pelo efeito Cerenkov (Nascimento Filho & Lobão, 1977). Para determinação de Ca e P, as cinzas foram submetidas a digestão em ácido clorídrico, e a determinação de P, por colorimetria (Sarruge & Haag, 1974), e a de Ca, por espectrometria de absorção atômica (Zagatto et al., 1979).

Utilizando-se as atividades específicas das fezes e do plasma, calculou-se o P endógeno fecal, e por meio deste, determinou-se a eficiência de absorção do P da dieta (Vitti, 1989).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com dois blocos, três tratamentos e três repetições. Foram realizadas análises de variância, correlação, regressão e teste de comparação de médias (Tukey).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 estão os dados referentes ao peso vivo (PV) e os consumos de Ca, P e matéria seca (MS), dos ovinos nos diversos tratamentos. Os consumos de matéria seca e P, embora uniformes em termos de animais, quando expressos em relação ao PV, apresentaram pequena e não significativa variação (P>0,05) entre tratamentos. Estes níveis médios de consumo de matéria seca (22,46 g/kg de PV) e de P (88,38 mg/kg PV) são considerados adequados para manutenção desta categoria de animais (Agricultural and Food Research Council, 1991).

TABELA 3. Peso vivo (PV), consumo de matéria seca (MS), de cálcio, e de fósforo em ovinos submetidos a diferentes proporções de Ca:P na dieta.

Parâmetro	Proporções Ca:P ¹		
	0,75:1,0	1,5:1,0	3,0:1,0
Peso vivo (kg)	32,42a	34,00a	34,42a
Consumo de MS (g/kg PV)	21,92a	23,36a	22,09a
Consumo de P (mg/kg PV)	87,57a	89,31a	88,25a
Consumo de Ca (mg/kg PV)	65,68a	133,97b	263,64c

¹ Letras diferentes na linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (P<0,01).

Ternouth & Sevilla (1990) indicaram que ovinos recebendo rações deficientes em P tiveram redução involuntária de 30% a 40% no consumo de matéria seca.

Os níveis de consumo de Ca foram de 65,68; 133,32 e 263,64 mg/kg de PV nos tratamentos 0,75:1,0; 1,5:1,0 e 3,0:1, respectivamente, refletindo a proporção oferecida aos animais. Mesmo no nível mais baixo, o consumo de Ca foi superior ao recomendado pelo Agricultural and Food Research Council (1991), para manutenção desta categoria de animais.

Os dados referentes aos valores de Ca e P no plasma e nas fezes encontram-se na Tabela 4. O teor médio de P no plasma foi de 5,26 mg/dL, não havendo diferença significativa (P>0,05) entre tratamentos. Entretanto, quando se analisam os blocos separadamente, encontra-se 1,5:1,0 superior a 0,75:1,0 no bloco II (P<0,05), o que indica uma tendência de que a proporção Ca:P de 1,5:1,0 favoreça a concentração de P no plasma. Essas concentrações de P no plasma estão dentro da variação de 4-9 mg/dL indicadas por Thompson Junior (1978).

Field et al. (1983, 1985) e Wan Zahari et al. (1990) encontraram níveis mais altos de P no plasma (acima de 8,0 mg/dL), usando dietas com teores de Ca e P semelhantes aos deste estudo; no entanto, não encontraram efeito da elevação de Ca na dieta sobre o P no plasma. As diferenças nos teores de P no plasma e a resposta ao aumento da proporção Ca:P, em comparação com os citados trabalhos, parecem estar associadas, em parte, à idade dos animais, que neste estudo eram mais velhos, apresentando, por-

TABELA 4. Teores de Ca e P no plasma e nas fezes em ovinos submetidos a diferentes proporções Ca:P na dieta.

Parâmetro	Proporções Ca:P ¹		
	0,75:1,0	1,5:1,0	3,0:1,0
P no plasma (mg/dL)	4,46a	5,71a	5,62a
P nas fezes (mg/kg PV)	84,58a	83,14a	84,07a
Ca no plasma (mg/dL)	11,60a	11,55a	12,00a
Ca nas fezes (mg/kg PV)	93,76a	123,55b	146,26b
Ca/P no plasma	2,66a	2,27a	2,19a

¹ Letras diferentes na linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (P<0,05).

tanto, menores exigências em P e menor assimilação.

Verificou-se correlação positiva entre P consumido e P no plasma ($r=0,51$ $P<0,05$). Braithwaite (1985) e Ternouth & Sevilla (1990) encontraram também correlações semelhantes, contestadas por Coates & Ternouth (1992). Parece que existem outros fatores a interferir nos níveis de P no plasma.

A concentração média de Ca no plasma foi de 11,72 mg/dL, e não há diferença significativa entre tratamentos. Estes valores estão dentro da variação esperada de 9-12 mg/dL e indicam que teores de Ca no plasma não são afetados pelo consumo de Ca (Fisher et al., 1972).

As razões Ca/P no plasma foram de 2,66; 2,27 e 2,19, respectivamente, para 0,75:1,0; 1,5:1,0 e 3,0:1,0, e não houve diferença significativa entre tratamentos. Embora não significativos, esses resultados contrariam os esperados. Field et al. (1983) e Wan Zahari et al. (1990) encontraram relação inversa entre as concentrações de Ca e P no plasma, com o aumento da proporção Ca:P na dieta de ovinos.

A excreção de P total nas fezes foi de 83,92 mg/kg de PV, em média (Tabela 4), nos três tratamentos, o que representa 95% do P consumido (Tabela 3). Não houve diferença significativa entre os tratamentos, o que indica que o aumento de Ca na dieta não teve influência na digestibilidade aparente do P.

Verificou-se relação quadrática positiva entre o P consumido e o P excretado (Fig. 1). O aspecto curvilíneo desta regressão parece estar de acordo com Louvadini & Vitti (1994) ao constatarem que, quando o consumo de P ultrapassava valores de 100 mg/kg de PV a excreção de P estabilizava.

Os valores médios de P excretado na urina ($<0,30$ mg/kg de PV) foram insignificantes, o que confirma que a maior parte do P é excretado pelas fezes. Challa et al. (1989) indicam que o P na urina só cresce quando o P no plasma está acima de 2,3 mol/L, limite este não atingido neste estudo.

Na Tabela 5 estão os dados de perdas endógenas fecais, absorção real e coeficiente de absorção de P. As perdas endógenas fecais foram muito elevadas, em média 51,36 mg/kg de PV, não havendo diferença significativa entre tratamentos. Estes valores

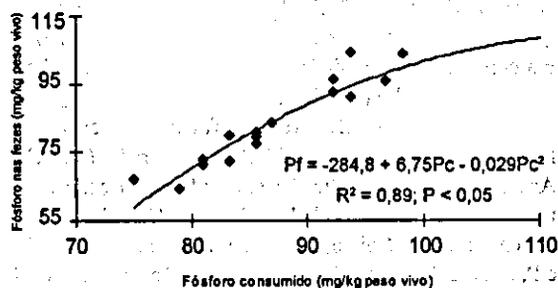


FIG. 1. Relação entre consumo de P (P_c) e o P excretado nas fezes (P_f) em ovinos submetidos a diferentes proporções de Ca:P na dieta.

TABELA 5. Perda endógena fecal, absorção real e coeficiente de absorção de P em ovinos submetidos a diferentes proporções Ca:P na dieta.

Parâmetro	Proporções Ca:P ¹		
	0,75:1,0	1,5:1,0	3,0:1,0
P endógeno fecal (mg/kg PV)	46,17a	56,55a	51,35a
P absorvido (mg/kg PV)	49,17a	62,72b	55,15ab
Coefficiente absorção de P	0,56a	0,70b	0,63ab

¹ Letras diferentes na linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P<0,01$).

de P endógeno correspondem a 61,19% do P total excretado e a 51,34% do P consumido, o que sugere que os níveis de Ca utilizados não influíram significativamente nas perdas endógenas fecais de P. Resultados semelhantes foram encontrados por Field et al. (1983, 1985).

Esses valores de perdas endógenas de P são maiores do que os encontrados por Field et al. (1985) e Wan Zahari et al. (1994). Essa ocorrência pode ser explicada, em parte, pelo feno fibroso usado na ração, provocando maior salivacção, conseqüentemente mais P endógeno que com as rações usadas nos citados trabalhos, baseadas em cereais. A correlação positiva entre perdas endógenas fecais e P no plasma ($r=0,77$; $P<0,01$) está de acordo com resultados encontrados por Ternouth (1989).

A razão Ca/P no plasma foi correlacionada linear e negativamente com a quantidade de P endógeno excretado nas fezes ($P_{end}=14,05+7,09x$; $P<0,01$), o que indica que nesses níveis de Ca e P no

plasma, quanto mais cresce a razão Ca/P no plasma, mais diminuem as perdas endógenas fecais de P. Rajaratne et al. (1994) elevaram os níveis de Ca no plasma por infusão de Ca na veia. Constataram que houve aumento de P no plasma, maior retenção de Ca e P, e redução nas perdas endógenas fecais de P, devido ao aumento na demanda de P pelo animal e uma melhora na eficiência de absorção de P.

A correlação positiva entre as perdas endógenas fecais de P e a absorção de P ($r=0,82$; $P<0,01$) confirma a importância do P endógeno fecal na determinação da absorção de P. A relação de P no plasma com absorção de P foi linear (Fig. 2), o que sugere que a concentração de P no plasma é que determina a absorção de P. Challa & Braithwaite (1988) sugerem que a boa correlação de P absorvido com o teor de P no plasma indica que o P plasma é que determina o P salivar, e, conseqüentemente, a taxa de secreção.

Os valores de absorção foram de 49,17; 62,72 e 55,15 mg/kg de PV, respectivamente, para 0,75:1,0; 1,5:1,0 e 3,0:1,0, tendo sido encontrada diferença significativa ($P<0,05$) entre os tratamentos 1,5:1,0 e 0,75:1,0. Estes resultados se assemelham aos encontrados por Ricketts et al. (1970), que trabalhando com bovinos e usando proporções Ca:P de 1:1, 4:1 e 8:1, encontraram maior absorção na proporção Ca:P de 1:1, o que contraria Wan Zahari et al. (1994) ao afirmarem que a proporção Ca:P não tem influência na absorção de P.

Esses valores de absorção de P podem ser considerados baixos, visto que os níveis de Ca e P na dieta eram suficientes para permitir o máximo de absorção. Os baixos valores de absorção de P encontrados neste estudo podem estar relacionados

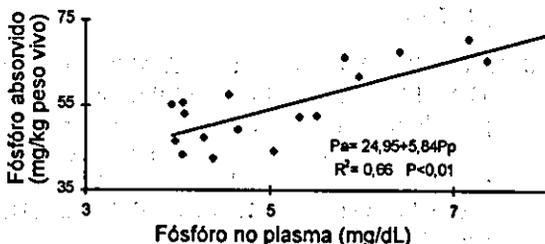


FIG. 2. Relação entre P no plasma (Pp) e P absorvido (Pa) em ovinos submetidos a diferentes proporções de Ca:P na dieta.

com as quantidades de P provenientes da ração (35,33%), que podem ser de baixa disponibilidade biológica (Challa et al., 1989), ao contrário do P inorgânico do suplemento mineral, que é quase 100% disponível.

O aumento de Ca na dieta teve uma relação quadrática positiva com a absorção de P expresso pela equação:

$$P_{abs} = 27,23 + 0,41x + 0,0011x^2; (P < 0,05)$$

a qual sugere que com níveis muito elevados de Ca haveria uma diminuição da absorção ou uma saturação do mecanismo absorptivo.

Os coeficientes de absorção de P apresentam valores de 0,56; 0,70 e 0,63, respectivamente, em relação a 0,75:1,0; 1,5:1,0 e 3,0:1,0. Foi encontrada diferença ($P<0,05$) entre os tratamentos e 1,5:1,0; 0,75:1,0. Braithwaite (1985) e Field et al. (1985) encontraram coeficientes de absorção superiores a estes 0,74 e 0,87, respectivamente. Baixos coeficientes de absorção são mais prováveis de ocorrer quando as dietas contêm altas concentrações de P, muito acima dos requerimentos (Challa et al., 1989); outros fatores como baixa disponibilidade do P da ração (Field et al., 1984), idade dos animais (Agricultural Research Council, 1965) e genética dos animais (Field et al., 1983) também influenciam no coeficiente de absorção do P.

CONCLUSÕES

1. As diferentes proporções Ca:P utilizadas na dieta não afetam a excreção de P nas fezes e na urina, a excreção de Ca na urina, nem as perdas endógenas fecais de P.
2. A adição de maior quantidade de Ca na ração (Ca:P de 3,0:1,0) não traz benefício algum, em termos de absorção e eficiência de absorção de P.
3. A proporção Ca:P de 1,5:1,0 é considerada a melhor.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro dado à realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (London, UK). Technical Committee on Response to Nutrients: A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle. **Nutrition Abstracts and Reviews. Series B: Livestock Feeds and Feeding**, Farnham Royal, v.61, n.9, p.573-612, 1991.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (London, UK). **The nutrient requirements of farm livestock**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1965. p.14-18.
- BRAITHWAITE, G.D. Endogenous faecal loss of phosphorus in growing lambs and the calculation of phosphorus requirements. **Journal of Agricultural Science, Cambridge**, v.105, p.67-72, 1985.
- CHALLA, J.; BRAITHWAITE, G.D. Phosphorus and calcium metabolism in growing calves with special emphasis on phosphorus homeostasis. I. Studies of the effect of changes in the dietary phosphorus intake on phosphorus and calcium metabolism. **Journal of Agricultural Science, Cambridge**, v.110, p.573-581, 1988.
- CHALLA, J.; BRAITHWAITE, G.D.; DHANOA, M.S. Phosphorus homeostasis in growing calves. **Journal of Agricultural Science, Cambridge**, v.112, p.217-226, 1989.
- COATES, D.B.; TERNOUTH, J.H. Phosphorus kinetics of cattle grazing tropical pastures and implications for the estimation of their phosphorus requirements. **Journal of Agricultural Science, Cambridge**, v.119, p.401-409, 1992.
- FIELD, A.C.; KAMPHUES, J.; WOOLIAMS, J.A. 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.; WOOLIAMS, J.A. Genetic control of phosphorus metabolism in sheep. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.64, p.232-233, 1984. Supplement.
- FIELD, A.C.; WOOLIAMS, 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.
- FIELD, A.C.; WOOLIAMS, J.A.; DINGWALL, R.A.; MUNRO, C.S. Animal and dietary variation in the absorption and metabolism of phosphorus by sheep. **Journal of Agricultural Science, Cambridge**, v.103, p.283-291, 1984.
- FISHER, L.J.; LISTER, E.E.; JORDAN, W.A.; BROSSARD, G.A.; WAUTHY, J.M.; COMEAU, J.E.; PROULX, J. Effect of plane of nutrition, confinement system and forage preservation on supplemental mineral intake and content of mineral in the blood of pregnant cows. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.52, p.693-702, 1972.
- FISKE, C.H.; SUBBAROW, Y. The colorimetric determination of phosphorus. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v.66, p.375-400, 1925.
- LOUVADINI, H.; VITTI, D.M.S.S. Perdas endógenas de fósforo em ovinos com diferentes níveis do elemento na dieta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.1, p.145-149, jan.1994.
- NASCIMENTO FILHO, V.F.; LOBÃO, A.O. **Deteção de P-32 em amostras de origem animal e vegetal por efeito Cerenkov, cintilação líquida e detector GM**. Piracicaba: CENA, 1977. 25p. (Boletim Científico, 48).
- RAJARATNE, A.A. J.; SCOTT, D.; BUCHAN, W. Effect of a change in phosphorus requirement on phosphorus kinetics in the sheep. **Research in Veterinary Science**, Oxford, v.56, p.262-264, 1994.
- REID, R.L. Relationship between phosphorus nutrition of plants and the phosphorus nutrition of man. In: KHAWANEH, F.E.; SAMPLE, E.C.; KAMPATH, E.J. (Eds.). **The role of phosphorus in agriculture**. Madison: American Society of Agronomy, 1980. p.847-86.
- RICKETTS, R.E.; WEINMAN, D.E.; CAMPBELL, J.R.; TUMBLESON, M.E. Effects of three calcium to phosphorus ratios on calcium and phosphorus metabolism in steers, as measured by radiophosphorus and radiocalcium. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v.31, n.6, p.1023-1026, 1970.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. Determinação colorimétrica do fósforo. In: SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**.

- Piracicaba: ESALQ, Departamento de Química, 1974. p.6-58.
- SCHNEIDER, K.M.; TERNOUTH, J.H.; SEVILLA, C.C.; BOSTON, R.C. A short-term study of calcium and phosphorus absorption in sheep fed on diets high and low in calcium and phosphorus. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, v.36, p.91-105, 1985.
- SCOTT, D.; WHITELAW, F.G.; BUCHAN, W.; BRUCE, L.A. The effect of variation in phosphorus intake on salivary phosphorus secretion, net intestinal phosphorus absorption and faecal endogenous excretion in sheep. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v.105, p.271-277, 1985.
- TERNOUTH, J.H. Endogenous losses of phosphorus by sheep. *Journal of Agricultural Science*, v.113, p.291-297, 1989.
- TERNOUTH, J.H.; SEVILLA, C.C. The effects of low levels of dietary phosphorus upon the dry matter intake and metabolism of lambs. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, v.41, p.175-184, 1990.
- THOMPSON JUNIOR, W.R. Phosphorus in animal nutrition. In: POTASH AND PHOSPHATE INSTITUTE. *Phosphorus for agriculture: a situation analysis*. Atlanta, 1978. p.126-158.
- VITTI, D.M.S.S. *Avaliação da disponibilidade biológica de fósforo do fosfato bicálcico, Patos-de-Minas, Tapira, e finos de Tapira para ovinos pela técnica de diluição isotópica*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 1989. 83p. Tese de Doutorado.
- WAN ZAHARI, M.; SCOTT, D.; LOVERIDGE, N.; BUCHAN, W.; MILNE, J. The effect of high phosphorus intake on calcium and phosphorus retention and bone turnover in growing lamb. *Experimental Physiology*, Cambridge, v.79, p.175-181, 1994.
- WAN ZAHARI, M.; THOMPSON, J.K.; SCOTT, D.; BUCHAN, W. The dietary requirements of calcium and phosphorus for growing lambs. *Animal Production*, Edinburgh, v.50, p.301-307, 1990.
- WISE, M.B.; ORDOVEZA, A.L.; BARRICK, E.R. Influence of variation in dietary calcium: phosphorus ratio on performance and blood constituents of calves. *Journal of Nutrition*, Philadelphia, v.79, p.79-84, 1963.
- ZAGATTO, E.A.G.; KRUG, F.J.; BERGAMIN FILHO, H.; JORGENSON, S.S.; REIS, B.F. Merging zones in flow injection analysis. Part II. Determination of calcium, magnesium and potassium in plant material by flow injection atomic absorption and flame emission spectrometry. *Analytical Chemistry*, Amsterdam, v.104, p.279-284. 1979.