



NÍVEIS DE FOSFATO BICÁLCICO NA ALIMENTAÇÃO DE CAPRINOS. DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES DA DIETA.

MAURO SARTORI BUENO², DORINHA MIRIAM SILBER SCHMIDT VITTI³, EDUARDO ANTONIO DA CUNHA², LUIZ EDUARDO DOS SANTOS² e DOMINGOS SANCHEZ RODA².

RESUMO: Foram utilizados nove caprinos machos castrados da raça Alpina, com peso vivo médio de 34,7 kg, alojados em gaiolas de digestibilidade e distribuídos em dois blocos repetidos no tempo. Os animais receberam, durante 28 dias, dieta composta de feno (700g/dia) e concentrado (200g/dia) sem suplementação, com 5,2 ou 10,4g /dia de fosfato bicálcico (FBIC). Nos sete últimos dias mediu-se a produção de fezes para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CD) da matéria seca (MS) e orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), extrativo-não-nitrogenado (ENN), fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT). O aumento na ingestão de fosfato bicálcico ocasionou um aumento linear positivo ($P < 0,05$) no teor de P plasmático, no CDMO e CDMS, sem, contudo, alterar a concentração salivar de P, o CDPB, CDFB, CDEE, CDENN, CDFDN e valores de NDT. Face ao aumento da digestibilidade de alguns nutrientes devido ao aumento da ingestão de FBIC, pode-se concluir que a dieta sem suplementação apresentou, provavelmente, níveis inadequados de Ca e P para a atividade microbiana no rúmen.

Termos para indexação: digestibilidade, fósforo, plasma, saliva.

DICALCIUM PHOSPHATE ON GOAT FEEDING. APPARENT DIGESTIBILITY OF DIET NUTRIENTS

SUMMARY: Nine Alpine castrated males goats averaging 34,7 kg, were kept in digestibility cages and allocated into two blocks. The animals remained 28 days in hay (700 g/day) and concentrate (200 g/day) diets without or with 5.2 or 10.4 g/day of dicalcium phosphate (FBIC). Feces outputs were measured on the seven last days to determine the apparent digestibility coefficient (DC) of nutrients. The increase in FBIC ingestion led to a linear increase ($P < 0.05$) in the plasmatic P and in OMDC and DMDC, and did not change the salivary P neither CPDC, CFDC, NDFDC and TDN. The increase in the DC of some nutrients due to the increase in FBIC intake lead to the conclusion that levels of Ca and P in the not supplemented diet was insufficient for microbial activity in the rumen

Index Terms: digestibility, phosphorus, plasma, saliva.

INTRODUÇÃO

Os teores de Ca e, principalmente, os de P solúveis no rúmen podem afetar o desenvolvimento dos

microrganismos ruminais quando estão em quantidades inferiores ao seu requerimento, reduzindo a digestibilidade do alimento (GUNN e TERNOUTH, 1994a, GUNN e TERNOUTH, 1994b). O P é necessário

¹ Parte da Tese de Doutorado apresentada pelo primeiro autor ao CENA/USP, Piracicaba, SP. Projeto financiado pela FAPESP - Recebido para publicação em outubro de 1997

² Instituto de Zootecnia, Seção de Ovinos e Caprinos, CP-60, CEP- 13460-000, Nova Odessa, SP

³ Centro de Energia Nuclear na Agricultura, USP, Piracicaba, SP.



aos microorganismos do rúmen em maiores quantidade que o Ca, pois é componente dos nucleotídeos, fosfolípidos e pirofosfatos (DURAND e KAWASHIMA, 1980)

Os teores de Ca no rúmen são dependentes diretamente do Ca dietético (AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL, 1980), contudo, o teor de P ruminal depende parcialmente do P dietético, sendo que, quantidade considerável provém da saliva (AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL, 1980 e TERNOUTH et al., 1985).

A concentração de P na saliva é mantida pelo P plasmático e este é função do consumo de P pelo animal. Quando o animal está em dieta com níveis baixos de P, a saliva pode manter, por algum tempo, o nível adequado de P ruminal através da retirada das reservas lábeis do elemento do organismo animal, como tecidos moles e ossos. Contudo, após período prolongado, em dieta deficiente, pode ocorrer depleção das reservas lábeis de P acarretando diminuição dos níveis plasmáticos e, conseqüentemente, diminuição do teor de P salivar e ruminal (ANNENKOV, 1982).

O objetivo deste estudo foi determinar a digestibilidade aparente, com caprinos, de dieta de baixo valor nutritivo suplementadas com níveis crescentes de fosfato bicálcico.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado no biotério da Seção de Ciências Animais do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. Foram utilizados nove caprinos machos castrados da raça Alpina, com aproximadamente um ano de idade e peso vivo médio de 34,7kg, mantidos em gaiolas de digestibilidade com coletor de fezes. Os animais foram alimentados com feno de coast cross (*Cynodon dactylon* L. Pears) colhido em estádio avançado de desenvolvimento (700g/dia) e concentrado (200g/dia) (Quadros 1 e 2) durante 28 dias. Os tratamentos consistiram da dieta sem suplementação (tratamento 0), ou suplementação com 5,2 (tratamento 1) ou 10,4 g/dia (tratamento 2) de fosfato bicálcico (FBIC).

No 21º dia foram coletadas amostras de sangue da veia jugular, em tubos heparinizados. O material foi centrifugado a 3000 rpm por 10 minutos, o plasma foi coletado, desproteinizado com solução de ácido tricloroacético (10%) e feita a determinação do teor de P-inorgânico (FISKE e SUBBAROW, 1925). Foram retiradas, também, amostras de saliva da boca dos animais com auxílio de esponjas e o teor de P foi determinado como no plasma.

Nos sete dias seguintes foram mensuradas as produções de fezes de cada animal. Coletaram-se

alíquotas de 10%, as quais foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos e congeladas; posteriormente, formaram amostras compostas por animal e foram analisadas.

Quadro 1 - Formulação das dietas experimentais:

Ingredientes	Tratamentos		
	0	1	2
Feno (g)	700	700	700
Farinha de mandioca (g)	190	190	190
Uréia (g)	10	10	10
Enxofre elementar (g)	0,45	0,45	0,45
Óxido de magnésio (g)	0,83	0,83	0,83
Cloreto de sódio (g)	3,50	3,50	3,50
Microelementos ¹ (mg)	164,5	164,5	164,5
Fosfato bicálcico ² (g)	--	5,2	10,4

¹-CuSO₄: 19,66mg; CoSO₄: 0,48mg; MnSO₄: 64,6mg;

ZnSO₄: 79,14mg; Na₂SeO₄: 0,33mg; KI: 0,36mg.

²-95,6% de MS; 89,06% de MM; 20,24% de P; 23,30% de Ca e 208,7ppm de F.

Quadro 2 - Composição químico-bromatológica das dietas (em porcentagem da matéria seca):

Variáveis	Tratamentos		
	0	1	2
MS (%)	82,56	82,56	82,56
MO	96,37	95,79	94,95
PB	8,12	8,25	8,47
FB	30,03	30,42	30,07
EE	1,33	1,34	1,31
ENN	56,91	55,82	55,10
FDN	70,28	70,95	70,63
Ca	0,22	0,38	0,54
P	0,10	0,23	0,37
Ca:P	2,2:1	1,7:1	1,5:1

As amostras do alimento e das fezes foram secas a 65°C até peso constante e determinaram-se os teores de matéria seca (MS) a 100°C, proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), extrativo não nitrogenado (ENN), e matéria orgânica (MO), segundo o ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (1970) e fibra em detergente neutro (FDN), segundo VAN SOEST e WINE (1967). O teor de P das amostras dos alimentos, suplemento fosfórico e fezes foi determinado, nas cinzas solubilizadas, pelo método colorimétrico descrito por SARRUGE e HAAG (1974).

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CD) foram obtidos segundo metodologia convencional. Os valores de nutriente digestíveis totais (NDT) foram estimado através do seguinte cálculo: NDT (%) = {(%PB do alimento x CDPB) + (%FB do alimento x CDFB) + [(%EE do alimento x CDEE) x 2,25] + (%ENN do alimento x CDENN) }.

Após a coleta de dados os animais permaneceram por 52 dias em baias coletivas recebendo dieta com



nível adequado de Ca e P até o início do segundo bloco experimental, quando o procedimento anterior foi repetido.

Foi utilizado delineamento em blocos ao acaso (3 tratamentos e 2 blocos repetidos no tempo) com 3 repetições por tratamento/bloco, sendo as variáveis submetidas à análise de regressão com os níveis de fosfato bicálcico consumidos. Como não foi detectado a diferença estatística significativa entre blocos, este fator foi retirado da análise de variância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quadro 3 - Consumo de matéria seca (MS), de cálcio e de fósforo, valores de P no plasma e na saliva de caprinos alimentados com níveis crescentes de fosfato bicálcico.

Variáveis	Tratamentos			Regressão
	0	1	2	
Peso vivo (kg)	34,4 + 1,12	34,8 + 0,81	34,8 + 0,93	-
MS consumida (%pv ¹)	2,10 + 0,15	2,05 + 0,12	2,08 + 0,21	-
Ca consumido (mg/kg pv ¹)	49,32 + 2,56	88,23 + 5,89	122,22 + 9,56	**
P consumido (mg/kg pv ¹)	22,43 + 2,66	51,74 + 12,46	81,49 + 13,72	**
P saliva (mg/100 ml)	80,20 + 16,82	83,99 + 33,74	89,39 + 27,67	ns
P plasma (mg/100 ml)	4,86 + 1,11	6,06 + 1,61	6,27 + 0,81	*

¹.Peso vivo

**-(P<0,01), *(P<0,05); ns-(P>0,05)

O consumo de matéria seca foi próximo a 2% do peso vivo, que, segundo o NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1981), corresponde ao valor de consumo de matéria seca para manutenção.

O teor de P-inorgânico no plasma dos animais aumentou linearmente (P<0,05) com a suplementação crescente de fosfato na dieta. Pode-se observar que a pequena ingestão de P no tratamento 0 causou diminuição acentuada do seu valor plasmático em relação ao tratamento 1 e evidencia consumo insuficiente de P.

O aumento na ingestão de fosfato bicálcico pelos animais não causou efeito na concentração de P na saliva (P>0,05) e mostrou médias com elevados valores de desvio padrão. Isso indica que essa variável não foi uma boa indicadora do consumo de P pelos animais e estes resultados concordam com VITTI et al. (1988), em estudo com bezerras. Pode-se presumir que a coleta de saliva na boca do animal, não representa a secreção salivar da parótida que, segundo TERNOUTH et al. (1985), é responsável pela reciclagem do P-endógeno.

O CDMO (Quadro 4) mostrou acréscimo linear (r=0,84; P<0,05) com o aumento da suplementação fosfatada. A interpretação biológica dos resultados mostra que a ingestão de Ca e P provenientes do fosfato foi efetiva em aumentar esse valor no tratamento 1 em comparação ao tratamento 0, contudo, um aumento maior na ingestão de fosfato bicálcico (tratamento 2)

A quantidade de Ca e P consumida aumentou linearmente (P<0,01) com a suplementação crescente de fosfato bicálcico (Quadro 3). Os animais do tratamento sem suplementação fosfórica ingeriram quantidade razoável de Ca (1,7 g/dia) e baixa de P (0,8 g/dia) devido aos seus baixos teores na dieta básica sem suplementação (Quadro 3). O NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1981) preconiza o valor de 2,0 g de Ca e 1,4 g de P/animal/dia para caprinos em manutenção e em condições de estabulação total. Desta maneira, as quantidades de P consumidas diariamente podem ser consideradas como insuficiente, adequada e elevada, nos tratamentos 0, 1 e 2, respectivamente.

não levou a um incremento do CDMO. Provavelmente, os animais sem suplementação de fosfato bicálcico encontravam-se com teor insuficiente desses elementos no ambiente ruminal e quando se suplementou, como no tratamento 1, o nível adequado foi conseguido, contudo, um aumento maior na ingestão de fosfato bicálcico, como no tratamento 2, não melhorou a resposta. O período de tempo em que os animais foram submetidos à dieta parece ter sido suficiente para causar depleção das suas reservas de P, como foi averiguado pela diminuição dos teores de P endógeno constatado por BUENO e VITTI (1996a) e dos teores de P de alguns tecidos (BUENO e VITTI, 1996b) ao utilizarem dietas com teores inadequados de P para esses mesmos animais. A depleção das reservas lábeis de P acarretou uma diminuição do P plasmático (Quadro 3) e, provavelmente, do P salivar, diminuindo os teores de P ruminal (TERNOUTH et al. 1985), afetando o desenvolvimento dos microrganismos ruminais (DURAND e KAWASHIMA, 1980; GUNN e TERNOUTH, 1994a, GUNN e TERNOUTH, 1994b). Estes resultados concordam com os de BASS et al. (1981) para vacas em lactação e com PETRI et al. (1988) com cabras em lactação, utilizando dietas deficientes em P. Os valores de CDMO foram inferiores aos encontrados por GIHAD (1976), para caprinos alimentados com feno de gramínea nativa, e por BUENO et al. (1995), com caprinos alimentados com



Quadro 4 - Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e da matéria orgânica (CDMO) e valores de nutriente digestíveis totais (NDT).

Tratamentos	CDMO	CDMS	NDT
	-----%-----		
0	44,21 ± 2,51	43,53 ± 1,52	49,48 ± 1,72
1	47,18 ± 12,15	46,09 ± 1,84	48,77 ± 2,23
2	47,60 ± 1,94	46,20 ± 2,56	50,67 ± 1,61
Regressão	*	*	ns
Equação	Y = 44,63 + 0,32 X	Y = 43,50 + 0,26 X	-

*-(P<0,05); ns-(P>0,05); Y - variável dependente e X - g de fosfato bicálcico/ animal/dia

feno de coast cross colhidos com 45 ou 60 dias de crescimento.

O aumento na ingestão do suplemento fosfatado levou a um aumento linear ($r=0,78$; $P<0,05$) do CDMS. Este resultado concorda com os de SEVILLA e TERNOUTH (1980), que também encontraram efeito da suplementação fosfórica nesta variável em outras espécies de ruminantes. Os valores encontrados para o CDMS foram inferiores aos encontrados por GIHAD (1976) e BUENO et al. (1995).

A regressão entre a ingestão de fosfato bicálcico e os valores de CDPB (Quadro 5) não apresentou efeito significativo ($P>0,05$), denotando que o aumento na ingestão de Ca e P e, provavelmente, seu aumento no ambiente ruminal, não resultou em melhora nesta variável, discordando dos resultados de FISHWICK et al. (1977), para vacas em lactação. Os valores de CDPB foram inferiores aos de BUENO et al. (1995) para caprinos alimentados com feno de gramínea.

Quadro 5 - Coeficientes de digestibilidade aparente de alguns nutrientes das dietas.

Tratamento	CDPB	CDFB	CDEE	CDENN	CDFDN
	-----%-----				
0	40,78 ± 1,54	45,76 ± 1,71	18,28 ± 4,49	50,44 ± 11,95	37,78 ± 2,33
1	43,09 ± 2,55	45,35 ± 2,39	16,23 ± 4,58	49,69 ± 3,68	37,18 ± 1,79
2	44,16 ± 3,36	45,08 ± 3,92	17,35 ± 5,65	52,99 ± 1,09	38,90 ± 2,36
regressão	ns	ns	Ns	ns	ns
ns - (P>0,05)					

O aumento na suplementação com fosfato bicálcico na dieta dos animais não modificou o CDFB e o CDFDN, denotando que o aumento da ingestão de Ca e P não melhorou a digestibilidade destes nutrientes. Os valores de CDFDN encontrados por BUENO et al. (1995) e de CDFB por MTENGA e SHOO (1990), com caprinos alimentados com volumosos, foram superiores aos encontrados neste estudo.

O aumento da ingestão de fosfato bicálcico não afetou os valores de CDEE ($P>0,05$) e mostra que essa variável também não foi aumentada com a suplementação de Ca e P. Os valores encontrados foram baixos, denotando a pequena utilização dessa fração nutritiva, o que concorda com BUENO et al. (1995), que também encontraram valores de CDEE mais baixos que os das demais frações nutritivas.

Não houve efeito da ingestão crescente de fosfato bicálcico sobre o CDENN ($P>0,05$), pois, sendo o extrativo não nitrogenado estimado a partir dos demais componentes da análise proximal, refletiu seus resultados. Os valores encontrados foram similares aos de BUENO et al. (1995) e aos de GIHAD (1976).

Os valores de NDT não foram afetados pela ingestão de fosfato bicálcicos ($P>0,05$) e os valores encontrados foram inferiores aos de BUENO et al. (1995) para feno de coast cross de bom valor nutritivo.

CONCLUSÕES

1 - A suplementação com fosfato bicálcico melhora a digestibilidade aparente da matéria seca e da matéria orgânica de dietas pobres em P.

2 - A suplementação fosfatada aumenta o teor de P plasmático e não causa efeito no teor de P da saliva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. The nutrient requirement of ruminant Livestock. Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351 p.
- ANNENKOV, B.V. Kinetics of mineral metabolism in organs and tissues. In: GEORGIEVSKII, V.I.,



- ANNENKOV, B.N., SAMOKIN, V.T (Ed.). Mineral nutrition of animals. London: Butterworths, 1982. p.257-271.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICUTURAL CHEMISTS Official methods of analysis. 14.ed. Washington, 1970. 1015 p.
- BASS, J. M. et al. The effects of supplementary phosphorus on the voluntary consumption and digestibility of low phosphorus straw-based diet given to beef cows during pregnancy and early lactation. J. of Agric. Sci., Cambridge, v. 97, pt.2, p.365-372, 1981.
- BUENO, M.S., VITTI, D.M.S.S. Absorção e excreção de fósforo em caprinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., Fortaleza, 1996. Anais... Fortaleza:Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996a. p. 255-256.
- _____. Cinética do fósforo em tecidos de caprinos In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., Fortaleza, 1996. Anais. Fortaleza, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996b. p. 252-254.
- BUENO, M.S. et al. Idade de corte e forma de fornecimento do feno de coast cross (*Cynodon dactylon* (L.) PERS) para caprinos. I.Digestibilidade aparente e consumo. B. Indústria. anim.,Nova Odessa, n.52, n.2, p.95-102, 1995.
- DURAND, M., KAWASHIMA, R. Influence of mineral in rumen microbial digestion. In: RUCKEBUSCH, Y. e THIVEND, P. (Ed.). Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants. Westport: Avi, 1980. p.375-408.
- FISHWICK. et al. The effects of dietary phosphorus inadequacy during pregnancy and lactation on the voluntary intake and digestibility of oat straw by beef cows and the performance of their calves. J. of Agric. Sci., Cambridge, v.88, p. 143-150, 1977.
- FISKE, C. H., SUBBARROW, Y. The colorimetric determination of phosphorus. J. of Biol. Chem, Bethesda, v.66, n.2, p. 375-400, 1925.
- GIHAD, E. A. Intake, digestibility and nitrogen utilization of tropical natural grass by goats and sheep. J. of Anim. Sci., New York, v.43, n.4, p.879-883, 1976.
- GUNN, K.J.T., TERNOUTH, J.H. The urinary excretion of purine derivatives in sheep offered nitrogen and phosphorus deficient diets. In: AUSTRALIAN SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION, 20., Perth, 1994. Proceedings... Perth: 1994a. p. 444.
- _____. The effect of phosphorus deficiency upon ruminal microbial activity and nitrogen balance in lambs. In: AUSTRALIAN SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION, 20., Perth, 1994. Proceedings... Perth: 1994b. p.445.
- MTENGA, L.A., SHOO, R.A. Growth rate, feed intake and feed utilization of small east african goats supplemented with *Leucaena leucocephala*. Small Rum. Res., Amsterdam, v.3, p. 9-18, 1990.
- NATIONAL RESEACH COUNCIL. Nutrient requirements of goat Angora, dairy and meat goat in temperate and tropical countries. Washington: National Academic Press, 1981. 87 p.
- PETRI, A. et al. Response of lacting goats to low phosphorus intake. 2. Nitrogen transfer from rumen ammonia to rumen microbes and proportion of milk protein derived from microbial amino acids. J. of Agric. Sci., Cambridge, v.111, pt.2, p.265-271, 1988.
- SARRUGE, J.R., HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba: ESALQ/USP, 1974. 56 p.
- SEVILLA, C.C, TERNOUTH, J.H. Effect of different dietary levels of calcium and phosphorus in sheep In: AUSTRALIAN SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION, 13., Perth, 1980. Proceedings... Perth: 1980. p. 449.
- TERNOUTH, J.H. et al. Phosphorus metabolism in ruminants. I. Techniques for phosphorus depletion. Aust. J. of Agric. Res., Melbourne, v.36, n.4, p.637-645, 1985.
- VAN SOEST, P.J., WINE, R.H. Use of detergent in the analysis of fibrous feeds. IV. The determination of plant cell wall constituents. J. of Assoc. Anal. Chem., Washington, v.50, n.1, p.50-55, 1967.
- VITTI, D.M.S.S. et al. Métodos para diagnóstico da deficiência de fósforo em ruminantes. Pesq. agrop. bras., Brasília, v.23, n.6, p. 645-651, 1988.