

INFLUÊNCIA DE NÍVEIS DE CALCÁRIO NA DIGESTIBILIDADE APARENTE DE RAÇÃO BASEADA EM VOLUMOSOS PARA OVINOS¹

LUIZ MAURICIO CAVALCANTE SALVIANO² e DORINHA MIRIAM SILBER SCHMIDT VITTI³

RESUMO - Dezoito ovinos, mestiços de Suffolk, machos, com média de $34,42 \pm 0,74$ kg de peso vivo, divididos em dois blocos, foram utilizados para testar o efeito da adição de calcário (0,22; 0,93 e 2,32%) na ração sobre a digestibilidade. A ração constava de feno de capim "coast-cross" (*Cynodon dactylon*) (650 g), farinha de mandioca (150 g), uréia (15 g), NaH_2PO_4 (8,9 g) e micronutrientes (10 g). Os animais foram mantidos em gaiolas de metabolismo por dois períodos de 21 dias, com coleta total de fezes nos últimos 7 dias. No segundo período, foram coletadas amostras de líquido ruminal, via sonda esofágica. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso (exceto para pH e teor de Ca no rúmen), com dois blocos, três tratamentos e três repetições. As digestibilidades da matéria seca, matéria orgânica, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido e energia bruta decresceram linearmente ($P < 0,05$) com a adição de calcário na ração. A digestibilidade da proteína não foi afetada ($P > 0,05$). As concentrações de Ca e o pH das fezes tiveram crescimento linear com os níveis de calcário na dieta ($P < 0,01$). Os teores de Ca e o pH no rúmen não foram influenciados pelos tratamentos. A adição de calcário, nos níveis utilizados e nesse tipo de dieta, diminuiu a digestibilidade da ração.

Termos para indexação: *Cynodon dactylon*, cálcio, carneiro, pH ruminal.

INFLUENCE OF LIMESTONE LEVELS ON APPARENT DIGESTIBILITY OF ROUGHAGE-BASED DIET, BY SHEEP

ABSTRACT - Eighteen crossbred male sheep (mean weight 34.42 ± 0.74 kg) were used to study the effect of limestone addition (0.22; 0.93 and 2.32%), on apparent digestibility of the roughage-based diet. Ration was composed of *Cynodon dactylon* hay (650 g), cassava root meal (150 g), urea (15 g), NaH_2PO_4 (8.9 g) and trace-mineralized salt (10 g). Sheep were kept in metabolism cages for two periods of 21 days, with total fecal collection on the last 7 days. Additionally, in the second period, ruminal liquid was collected. Statistical analyses were performed using SAS procedures considering two blocks (except for ruminal liquid), three treatments and three replicates. The digestibilities of dry matter, organic matter, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and crude energy decreased linearly ($P < 0.05$) with the addition of limestone in the ration. Crude protein digestibility was not affected by the treatment ($P > 0.05$). Ca concentration, as well as fecal pH also increased linearly with limestone in the diet ($P < 0.01$). Ca content and pH of the ruminal liquid were not affected by the treatments. It was concluded that limestone addition to this type of diet reduces the digestibility of the ration.

Index terms: *Cynodon dactylon*, calcium, ruminal pH, lamb.

INTRODUÇÃO

O calcário tem sido utilizado como suplemento em muitas pesquisas que investigam o Ca na alimentação animal, tanto por seu efeito neutralizador da

acidez como pelo suprimento de Ca, situações que podem modificar a digestão dos alimentos e consequentemente o desempenho animal.

A adição de calcário tem sido usada em rações com altos níveis de concentrados, mas os resultados ainda são contraditórios. Enquanto alguns trabalhos revelaram efeitos benéficos da suplementação da ração com calcário, como elevação da digestibilidade da energia e proteína (Hironaka, 1988), outros apresentaram redução na eficiência alimentar e ganho de peso dos animais (Russel et al., 1980), e

¹ Aceito para publicação em 16 de fevereiro de 1998.

² Méd. Vet., Ph.D., Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Caixa Postal 23, CEP 56300-000 Petrolina, PE.

³ Bióloga, Ph.D., Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Caixa Postal 96, CEP 13400-970 Piracicaba, SP.

outros, ainda, relataram não haver alteração no desempenho animal pela adição de calcário, a não ser nos níveis de Ca na dieta abaixo das exigências dos animais (Tissera et al., 1988).

Quanto ao efeito do calcário nas rações com altos níveis de volumosos, muito pouco se conhece. Rust & Owens (1982) encontraram aumento na digestão da fibra em novilhos com 50% de volumosos na dieta suplementados com 2,0%, comparado com 0,7% de calcário. Dowe et al. (1957) verificaram que elevando a suplementação de calcário na dieta com alto nível de volumoso (concentrado=1% do peso vivo), reduzia-se o ganho de peso dos novilhos. El Tayeb et al. (1984) estudando o efeito da suplementação de calcário em rações com alto nível de concentrado e alto nível de volumoso, em ovinos, encontraram que em rações com alto nível de concentrado (75%) a suplementação com calcário diminuiu a digestibilidade da matéria orgânica, mas não afetou a digestão da matéria seca ou da fibra. As dietas com alto nível de volumoso (65%) tiveram menores digestibilidades da matéria seca, matéria orgânica, amido, energia, proteína, fibra em detergente ácido e celulose, quando os níveis de calcário na ração foram aumentados.

O objetivo deste estudo foi investigar o efeito de diferentes níveis de calcário como suplemento de ração, baseada em volumoso, na digestibilidade aparente em ovinos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 18 ovinos, mestiços de Suffolk, machos, castrados, com 12 a 18 meses de idade e peso vivo médio de 34,42±0,74 kg, divididos em dois períodos experimentais de 21 dias. A ração experimental, calculada para manutenção, era composta de feno de capim "coast-cross" (650 g), farinha de mandioca (150 g), uréia (15 g), NaH₂PO₄ (8,9 g), micronutrientes (10 g) e suplementada com 0,22; 0,93 e 2,32% de calcário (tratamentos Ca_{0,22}; Ca_{0,93} e Ca_{2,32}, respectivamente). Tais níveis de suplementação correspondem ao consumo total de 2,25; 4,50 e 9,00 g de cálcio/animal/dia, respectivamente. A ração total diária, cuja composição química do feno e do concentrado está na Tabela 1, foi subdividida e oferecida aos animais em duas refeições diárias, às 8 e às 15 horas.

Os animais foram mantidos em gaiolas de metabolismo, equipadas com dispositivo para separação de fezes e

urina e bebedouros com água potável à vontade. Os períodos de coleta total de fezes (7 dias) foram precedidos de períodos de adaptação (14 dias). As coletas de fezes foram feitas diariamente com retirada de alíquotas de 10%, que foram armazenadas à temperatura abaixo de zero °C. No final de cada período experimental preparou-se uma amostra composta, por animal, para posterior análise. No segundo período, adicionalmente, foram coletadas, através de sonda esofágica, amostras de líquido ruminal. Amostras do feno e do concentrado (farinha de mandioca + uréia + microminerais) foram coletadas e armazenadas para posterior análise.

As análises bromatológicas do feno, do concentrado e das fezes foram realizadas de acordo com a Association of Official Analytical Chemists (1980). As fibras detergente neutro (FDN) e detergente ácido (FDA) foram determinadas pelos métodos de Goering & Van Soest (1970). A energia bruta foi determinada por bomba calorimétrica, e o cálcio analisado por espectrometria de absorção atômica (Zagatto et al., 1979). A preparação das fezes para determinação do pH foi realizada pela maceração e homogeneização de 30 g de fezes frescas, diluídas em 30 mL de água deionizada e a leitura feita em potenciômetro. As determinações de pH da urina e do líquido ruminal foram feitas usando-se o material fresco e leitura em potenciômetro. O líquido ruminal foi filtrado e diluído em água destilada 1:20 (v/v).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com dois blocos, três tratamentos e três repetições. Correlações e regressões lineares e quadráticas entre os diversos parâmetros foram analisadas, por intermédio do sistema de análises estatísticas (SAS, 1986). Os parâmetros relacionados ao Ca no rúmen e pH nas fezes e no rúmen foram

TABELA 1. Composição química da dieta de ovinos submetidos a diferentes níveis de calcário na ração.

Componentes	Feno	Concentrado ¹
Matéria seca (%)	90,23	86,29
Proteína bruta (%)	5,40	21,73
Energia bruta (Kcal/g)	4,45	3,58
Fibra detergente neutro (%)	84,62	31,16
Fibra detergente ácido (%)	43,48	2,47
Cálcio (%)	0,50	0,90
Fósforo (%)	0,14	1,40

¹ Farinha de mandioca + uréia + NaH₂PO₄ + micronutrientes.

analisados como inteiramente casualizado, visto só terem sido observados no segundo período experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de alimentos foi uniforme (Tabela 2), por tratar-se de ração de manutenção. A relação volumoso:concentrado, excetuando a suplementação com calcário, foi de 78:22, considerada como de alto nível de volumoso.

A digestibilidade da matéria seca (DMS) decresceu linearmente com o aumento dos níveis de calcário na ração (Tabela 2), passando de 54,32% (Ca_{0,22}) para 50,75% (Ca_{2,32}). Não obstante a pequena diferença entre os níveis de matéria seca e matéria orgânica na ração, as digestibilidades destas duas frações foram bem correlacionadas ($r=0,99$; $P<0,0001$). O consumo de Ca (mg/kg PV) foi correlacionado negativa e linearmente (Fig. 1) com a digestibilidade da matéria orgânica (DMO).

A digestibilidade da FDN (DFDN) teve um comportamento semelhante aos da DMS e DMO (Tabela 2), com as quais está bem correlacionada ($r=0,93$; $P<0,0001$), passando de 54,29% (Ca_{0,22}) para 51,19% (Ca_{2,32}).

Os coeficientes de digestibilidade da energia bruta (DEB) e da FDA (DFDA), também decresceram significativamente ($P<0,05$) com a elevação dos níveis de calcário na dieta (Tabela 2), no entanto a DFDA apresentou tendência, não significativa ($P>0,05$), a uma resposta quadrática, crescendo com

o nível médio (Ca_{0,93}) e decrescendo com o nível alto de calcário (Ca_{2,32}).

A digestão da proteína bruta (DPB) não sofreu influência dos níveis de calcário na dieta dos carneiros, embora tenha apresentado uma tendência de digestibilidade maior no nível médio de calcário (Ca_{0,93}).

Os teores de Ca e o pH no líquido ruminal (Tabela 3) não sofreram influência da adição de calcário nas dietas ($P>0,05$).

As concentrações de Ca nas fezes, bem como o pH das fezes (Tabela 3) cresceram com os níveis de calcário na ração, revelando diferença significativa entre as dietas ($P<0,01$). Os valores de pH nas fezes apresentaram relação quadrática com o consumo de Ca (Fig. 2).

A suplementação com níveis crescentes de calcário na ração provocou decréscimo linear nas digestibilidades da MS, MO, FDN, EB e FDA. Em rações com altos níveis de concentrado a suplementação com calcário tem aumentado a digestibilidade da proteína bruta, da energia bruta (Hironaka, 1988) e do amido (Tissera et al., 1988). Goetsch & Owens (1985) e Christiansen & Webb Junior (1990b), não encontraram efeito da adição de calcário na ração sobre as DMS e DMO, embora discordem em termos das digestões nos níveis ruminal e pós-ruminal. A suplementação de Ca e outros minerais em ração para ovinos, baseada em volumosos (Van Houtert & Leng, 1991), provocou decréscimo na DMS.

TABELA 2. Consumo e digestibilidade influenciados pelos níveis de calcário na dieta de ovinos.

Parâmetros	Níveis de calcário (%)		
	0,22	0,93	2,32
Consumo			
Matéria seca (g/dia)	776,63	782,26	793,51
Matéria orgânica (g/dia)	728,54	728,54	728,54
Digestibilidade (%)			
Matéria seca	54,32	54,27	50,75
Matéria orgânica	55,63	55,42	51,84
Energia bruta	54,17	54,26	51,67
Proteína bruta	63,10	64,72	62,12
Fibra detergente neutro	54,29	54,40	51,19
Fibra detergente ácido	40,47	43,44	36,34

Os resultados deste estudo foram semelhantes aos verificados por El Tayeb et al. (1984), que encontraram relações quadráticas para DMO, DMS, DEB, DPB e digestibilidade do amido, em relação ao aumento de calcário na dieta de ovinos alimentados com volumosos (75%). O nível de 1,5% de suplemento de calcário apresentou resultados mais elevados, em termos de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, FDN, FDA e celulose, que os níveis de 0,6 e 3,0% de calcário. A DFDN decresceu linearmente com a adição de calcário na ração. Neste estudo não foi detectado efeito quadrático, embora houvesse tendência nos casos da DPB e DFDA, provavelmente porque os níveis de calcário usados foram menores. Não obstante a relação ter sido linear, a grande redução na digestibilidade ficou mais aparente entre os níveis de 0,93 e 2,23%.

Christiansen & Webb Junior (1990b) também não encontraram resposta da DPB ao aumento de calcário na ração. Mas Hironaka (1988) refere-se a um coeficiente de digestibilidade da proteína bruta maior quando os animais foram suplementados com calcário na dieta.

A resposta do pH do rúmen à adição de calcário é variável (Haaland & Tyrrel, 1982; Haaland et al., 1982; Keyser et al., 1985); o calcário é mais reativo em pH baixo e perde sua reatividade rapidamente com pH acima de 5,5 (Keyser et al., 1985). A pequena resposta do pH do rúmen à adição de calcário, observada neste trabalho, pode estar relacionada ao seu alto valor médio (6,5), provocado pelo alto nível de volumoso na ração (Yano & Kawashima, 1988), bem como às quantidades de MS consumidas, que eram limitadas.

Ao contrário deste trabalho, Durand et al. (1982) relataram que a concentração de Ca no rúmen au-

menta com a quantidade de Ca na dieta. Os níveis de Ca no rúmen alteram a digestão pela redução na digestibilidade da matéria orgânica e do amido neste órgão (Goetsch & Owenst, 1985). Durand & Kawashima (1980) sugerem que o excesso de Ca pode reduzir a digestão ruminal pela ligação do Ca à parede celular das bactérias. Aumentos lineares nos teores de Ca nas fezes, em relação ao consumo de Ca, têm sido apresentados por Goetsch & Owens (1985) em estudos com novilhos de raça leiteira.

Correlações positivas entre pH fecal e o consumo

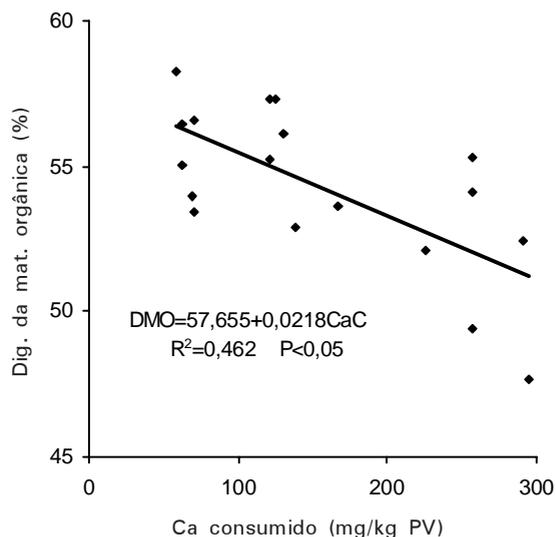


FIG. 1. Relação entre o Ca consumido (CaC) e a digestibilidade da matéria orgânica (DMO) em ovinos submetidos a diferentes níveis de calcário na ração.

TABELA 3. Ca e pH nas fezes e no rúmen em ovinos submetidos a diferentes níveis de calcário na dieta.

Parâmetros	Níveis de calcário (%)		
	0,22	0,93	2,32
Ca no rúmen (mg/dL)	13,73 ± 1,73	20,20 ± 5,35	17,80 ± 2,93
Ca nas fezes (mg/kg PV)	93,76 ± 21,21	123,55 ± 12,83	221,47 ± 13,81
pH no rúmen	6,50 ± 0,07	6,56 ± 0,01	6,51 ± 0,02
pH nas fezes	7,19 ± 0,04	8,02 ± 0,12	8,26 ± 0,02

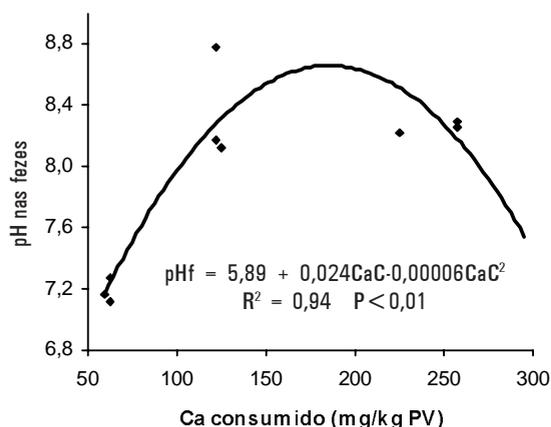


FIG. 2. Relação entre o Ca consumido (CaC) e o pH nas fezes (pHf) em ovinos submetidos a diferentes níveis de calcário na dieta.

de cálcio têm sido relatadas por outros pesquisadores (Haaland & Tyrrel, 1982; Haaland et al., 1982; Goetsch & Owens, 1985; Christiansen & Webb Junior, 1990b). Concordando com Christiansen & Webb Junior (1990a), as mudanças em pH fecal parecem não ter contribuído para a elevação dos coeficientes de digestibilidade da ração, embora Chalupa & Kronfeld (1983) tenham encontrado relação negativa entre pH fecal e percentagem de amido nas fezes.

Como foi observado anteriormente, estudos de respostas ao suplemento de calcário, citados na literatura, apresentam resultados variáveis. Os resultados deste trabalho indicam que as concentrações de Ca e o pH no rúmen não têm efeito sobre a digestão, e que os teores de Ca fecal são negativamente correlacionados com a digestibilidade da ração.

CONCLUSÃO

A adição de calcário na ração de ovinos submetidos a dietas com elevadas proporções de volumosos reduz a digestibilidade aparente da matéria seca da ração.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo (FAPESP),

pelo apoio financeiro dado à realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists**. 13.ed. v.38, n.3, Washington, DC, 1980. 1018p.
- CHALUPA, W.F.; KRONFELD, D.S. Buffers for dairy cattle. **Animal Nutrition Health**, May/June, v.38, n.3, p.50-56, 1983.
- CHRISTIANSEN, M.L.; WEBB JUNIOR, K.E. Nitrogen utilization and digestibility of aminoacids by lambs fed high-concentrate diet with limestone or magnesium oxide. **Journal of Animal Science**, Albany, v.68, n.7, p.2095-2104, 1990a.
- CHRISTIANSEN, M.L.; WEBB JUNIOR, K.E. Intestinal acid flow, dry matter, starch and protein digestibility and aminoacid absorption in beef cattle fed a high-concentrate diet with defluorinated rock phosphate, limestone or magnesium oxide. **Journal of Animal Science**, Albany, v.68, n.7, p.2105-2118, 1990b.
- DOWE, T.W.; MATSUSHIMA, J.; ARTHAUD, V.H. The effects of adequate and excessive calcium when fed with adequate phosphorus in growing rations for beef calves. **Journal of Animal Science**, Albany, v.16, n.4, p.811-820, 1957.
- DURAND, M.; KAWASHIMA, R. Influence of minerals in rumen microbial digestion. In: RUCKEBUSH, Y.; THIVEND, P. **Digestive physiology and metabolism in ruminants**. Westport: AVI, 1980. p.375-408.
- DURAND, M.R.E.; BERTIER, B.; HANNEQUART, G.; GUEGUEN, L. Influence d'une subcarence en phosphore et d'un excès de calcium alimentaire sur la phosphatémie et les teneurs en phosphore et calcium contenus de rumen du mouton. **Reproduction, Nutrition, Development**, Paris, v.22, n.5, p.865-879, 1982.
- EL TAYEB, A.E.; GALYEAN, M.L.; KIESLING, H.E. Influence of limestone level in high concentrate and high roughage diets on site and extent of digestion in lambs. **Journal of Animal Science**, Albany, v.59, n.1, p.217-226, 1984.

- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis**. Washington, DC: USDA, 1970. (Animal Research Science. Agriculture Handbook, 379).
- GOETSCH, A.L.; OWENS, F.N. Effects of calcium source and level on site of digestion and calcium levels in the digestive tract of cattle fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, Albany, v.61, n.4, p.995-1003, 1985.
- HAALAND, G.L.; TYRREL, H.F. Effects of limestone and sodium bicarbonate buffers on rumen measurements and rate of passage in cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v.55, n.4, p.935-942, 1982.
- HAALAND, G.L.; TYRREL, H.F.; MOE, P.W.; WHEELER, W.E. Effect of crude protein level and limestone buffer in diets fed at two levels of intake on rumen pH, buffering capacity and volatile fatty acid concentrations of cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v.55, n.4, p.943-950, 1982.
- HIRONAKA, R. The effect of calcium supplementation of an all-concentrate diet for beef cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.68, n.1, p.199-203, 1988.
- KEYSER, R.B.; NOLLER, C.H.; WHELLER, L.J.; SCHAEFER, D.M. Characterization of limestones and their effects in vitro and in vivo dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.69, n.6, p.1376-1389, 1985.
- RUSSEL, J.R.; YOUNG, A.W.; JORGENSEN, N.A. Effect of sodium bicarbonate and limestone additions to high grain diets on feedlot performance and ruminal and fecal parameters in finishing steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.51, n.4, p.996-1002, 1980.
- RUST, S.R.; OWENS, F.N. **Effects of limestone on digestibility of feedlot diets**. Norman: Oklaroma State University, 1982. 154p. (Oklaroma State University. Miscellaneous Publications, 112).
- SAS INSTITUTE. **SAS system for linear models**. Cary, NC, 1986. 211p.
- TISSERA, G.H.; VANDERSALL, J.H.; ERDMAN, R.A. Effects of limestone on starch digestion in Holstein steers. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.71, n.3, p.754-761, 1988.
- VAN HOUTERT, M.F.J.; LENG, R.A. A note on the effects of high levels of dietary calcium, phosphorus and sodium on nutrient utilization by sheep offered a roughage-based diet. **Animal Production**, Edinburgh, v.53, p.249-252. 1991.
- YANO, F.; KAWASHIMA, R. Effects of feeding with different grain-forage ratios on mineral concentrations of rumen fluid in sheep. **Memoirs of the College of Agriculture Kyoto University**, n.131, p.7-12, 1988.
- ZAGATTO, E.A.G.; KRUG, F.J.; BERGAMIN FILHO, H.; JORGENSEN, S.S.; REIS, B.F. Merging zones in flow injection analysis. Part 2. Determination of calcium, magnesium and potassium in plant material by flow injection atomic absorption and flame emission spectrometry. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v.104, p.279-284, 1979.