

EFEITO DO CALCÁRIO CALCÍTICO NO pH RUMINAL¹

Reginaldo Nassar Ferreira², Miguel Joaquim Dias², Dirson Vieira², Denise Regina Macário³

ABSTRACT

Effect of Calcitic Calcarium on Ruminal pH

The experiment was carried at the Animal Husbandry Department of Goiás Federal University, Brazil. Twelve sheep were divided in blocks and confined in individual metabolic cages. Three isoprotein and isoenergetic concentrates with 0, 2 and 4% CaCO₃ were evaluated for ruminal fluid pH and blood levels of glucose and urea. One hour after a concentrate intake, ruminal fluid showed pHs of 5.66, 7.11 and 7.02, which were significantly different (P=0.05) eight hours (5.93, 7.20 and 7.11 for 0, 2 and 4% CaCO₃, respectively). Blood glucose averaged 86.20, 71.4, 58.87 and 77.22 mg/l after 1 hour and 75.4, 58.87 and 77.22 mg/ml after 8 hours, differing significantly at P=0.05. Blood urea values showed no significant difference between one and eight hour periods after intake. Values were 34.25, 37.77 and 31.55 mg/ml after one hour and 29.52, 34.42 and 27.85 mg/ml after eight hours. Results showed that CaCO₃ changes ruminal pH and products of fermentation and blood metabolites.

KEY WORDS: Calcitic calcarium, ruminal pH.

RESUMO

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás. Foram utilizados 12 ovinos, divididos em blocos e confinados em gaiolas individuais de metabolismo. Os tratamentos consistiam de três concentrados isoprotéicos e

1 - Entregue para publicação em junho de 1995.

2 - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás. C.P. 131. CEP - 74.001-970. Goiânia-GO.

3 - Zootecnista.

isoenergéticos contendo níveis de 0; 2 e 4% de calcário (CaCO_3). Foram analisados o pH do líquido ruminal, glicose e uréia séricas. Os valores médios do pH do líquido ruminal para uma hora após o consumo de concentrado foram de 5,66; 7,11 e 7,02, e para oito horas, 5,93; 7,20 e 7,11, para os níveis de 0; 2 e 4% de CaCO_3 , sendo esta diferença significativa ao nível de 5%. Os valores médios de glicose sanguínea, para uma hora, foram de 86,20; 71,05 e 85,17 mg/l, e para oito horas após o consumo dos concentrados, de 75,40; 58,87 e 77,22 mg/ml, com diferença significativa ($P,0,05$). Os valores de uréia sérica não apresentaram diferenças significativas e foram de 34,25; 37,77 e 31,55 mg/ml, para uma hora, e de 29,52; 34,42 e 27,85 mg/100 ml para 8 horas. Conclui-se pelos dados observados que o CaCO_3 altera o pH ruminal e, por consequência, os produtos da fermentação (AGV's) e os metabólitos sanguíneos.

PALAVRAS-CHAVE: Calcário calcítico, ph ruminal

INTRODUÇÃO

No desenvolvimento da fermentação ruminal, é normal a neutralidade do pH, porém este declina significativamente se grande quantidade de amido for ingerida, Hungate *et al.* (1952). Outros autores demonstraram que a acidose do rúmen está associada com um super crescimento de *Streptococcus bovis*, que, por sua vez, produz lactato em sua ação fermentativa, o que acidifica ainda mais o meio ruminal, Russel & Dombrowski (1980).

Dietas, contendo altas proporções de concentrados de forma física fina e densa, contendo ingredientes purificados, podem abaixar o pH do rúmen e a ingestão voluntária de matéria seca para ruminantes, Bhattacharya & Warner (1967).

A acidificação do pH ruminal pode levar à degradação de motilidade rúmen retículo, Hungate *et al.* (1952).

O pH baixo pode também afetar a taxa de degradação de fibra pelas bactérias do rúmen (Weston 1988; Dawson & Allison 1988) sugerem que o pH abaixo de 5,5 representa a tolerância limite para algumas espécies de bactérias do rúmen. O pH ruminal tem sido diretamente relacionado com a concentração de ácidos graxos voláteis (AGV) no rúmen (Rumsey *et al.* 1970).

Segundo Erdman (1982), os ruminantes possuem três meios básicos de tamponar o pH ruminal alterado, seja pela ingestão de ácidos ou por

produções ácidas pelos microrganismos do rúmen. Os meios incluem: tampão natural da saliva, capacidade de tamponamento pela ingestão de alimento e adição de tampão na dieta. A falta desses fatores pode causar sérios efeitos na saúde e na produtividade do animal.

O presente trabalho objetivou estudar o efeito do calcário calcítico no pH do rúmen de animais, consumindo concentrado à base de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás.

Foram utilizados 12 ovinos, vacinados contra febre aftosa e vermifugados. Os ovinos foram divididos em blocos de acordo com o peso corporal e confinados em gaiolas individuais de metabolismo, dotadas de dispositivo para coleta de urina e fornecimento de água e ração.

Os tratamentos consistiram em três concentrados isoprotéicos e isoenergéticos, balanceados para conter 16% de proteína bruta (PB) e 3200 Kcal/Energia Digestível, contendo níveis de 0; 2 e 4% de calcário calcítico.

As proporções dos ingredientes dos concentrados estão expressas na Tabela 1 e a análise bromatológica do calcário calcítico, na Tabela 2.

Tabela 1. Composição percentual dos concentrados.

INGREDIENTES	TRATAMENTOS		
	A	B	C
Milho	83,00	80,94	78,91
Farelo de Soja	15,00	15,00	15,00
Uréia ¹	1,00	1,06	1,09
Sal Mineral ²	1,00	1,00	1,00
Calcário	0,00	2,00	4,00
TOTAL	100,00	100,00	100,00

Fonte: ¹ Petrofértil (45%)

² Pedigree Produtos Agropecuários Ltda (Fosgree 65).

Tabela 2. Composição do calcário.

ANÁLISE DO CALCÁRIO	
CaO	47,60%
PN	39,40%
MgO	3,00%
PRNT	81,67%
PORCENTAGEM RETIDA NAS PENEIRAS	
2,00 mm (10 mesh)	0,00%
0,84 mm (20 mesh)	0,70%
0,30 mm (50 mesh)	30,00%

O calcário foi adquirido junto à firma GOIÁSCAL LTDA e analisado no laboratório da empresa SOLOCRIA LTDA.

Os concentrados eram fornecidos aos ovinos pela manhã. Cada bloco recebeu uma quantidade proporcional aos pesos dos animais. O capim era fornecido *ad libitum*, duas vezes ao dia.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com 3 tratamentos e quatro repetições, em esquema fatorial 3x4. O experimento teve a duração de 16 dias, sendo 14 dias pré experimentais e dois dias de coleta.

As amostras de líquido ruminal foram coletadas com o auxílio de uma bomba de vácuo e sonda esofágica. O material era recebido em um erlenmeyer, sendo imediatamente medido o seu pH, nos tempos de uma e oito horas após a ingestão do concentrado.

O sangue dos ovinos foi obtido nos tempos de uma e oito horas após a ingestão do concentrado, por punção da veia jugular, em frascos com anticoagulante inibidor de glicose (EDTA-Fluoreto). Após a coleta, as amostras foram enviadas para análise laboratorial. A glicose foi determinada pelo método da ortotoluidina e a uréia, pelo método do diacetil modificado, conforme metodologia recomendada (LABTESB).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos com a medida do pH ruminal estão expressos na Tabela 3. Observa-se que o fornecimento de concentrado aos animais resultou em pH abaixo dos valores normais e que a adição de calcário calcítico (CaCO_3) elevou significativamente o pH, tanto a 2% quanto a 4% de CaCO_3 no concentrado. O tempo decorrido após a ingestão não mostrou alterações significativas na medida do pH ruminal.

Tabela 3. Valores médios de pH do líquido ruminal de ovinos para diferentes tratamentos, nos períodos de uma e oito horas após a ingestão.

PERÍODO	TRATAMENTOS			MÉDIA
	A	B	C	
1 HORA	5,66 a	7,11 b	7,02 b	6,59
8 HORAS	5,93 a	7,20 b	7,11 b	6,75
MÉDIA	5,69	7,15	7,06	-

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) entre si.

O fornecimento de grandes quantidades de carboidratos de fácil degradação no rúmen, como o amido e a sacarose, pode levar ao acúmulo de lactato no rúmen e, com isto, ao rebaixamento do pH (Styler 1970).

Em ruminantes, os alimentos são primeiramente fermentados no rúmen por ação de microrganismos. A fermentação de carboidratos no rúmen leva à produção de ácidos graxos voláteis (AGV), em maior proporção os ácidos acético, butírico e propiônico. Uma das propriedades da saliva é tamponar o pH do rúmen pela secreção de íons bicarbonato (100 a 140 mEq). A saliva seria, então, primeira tentativa de defesa contra a acidificação do rúmen pela produção normal de AGV; mas ela, apenas, não é um tampão eficiente contra todos os ácidos produzidos. A saliva não é efetiva contra ácidos fortes, como o ácido (Hungate *et al.* 1952).

Tabela 4. Valores médios de glicose sanguínea de ovinos em mg/100 ml, para os diferentes tratamentos, nos períodos de uma e oito horas após a ingestão.

PERÍODO	TRATAMENTOS			MÉDIA
	A	B	C	
1 HORA	86,20 a ¹	71,05 b	85,17 a	80,80
8 HORAS	75,40 a	58,87 b	77,22 c	70,49
MÉDIA	80,80	64,96	81,19	-

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) entre si.

Tabela 5. Valores médios de uréia sanguínea de ovinos em mg/100ml, para os diferentes tratamentos, nos períodos de uma a oito horas após a ingestão.

PERÍODO	TRATAMENTOS			MÉDIA
	A	B	C	
1 HORA	34,25	37,77	31,55	34,52
8 HORAS	29,52	34,42	27,85	30,60
MÉDIA	31,88	36,09	29,70	-

No presente trabalho este efeito foi notado nos animais do tratamento A, que apresentaram pH baixo (5,66 e 5,93). Estas observações devem ter relação com as considerações feitas por Styler (1970) - um aumento da produção de ácido láctico pela ação dos microrganismos do rúmen nos carboidratos solúveis, levando à formação de ácido láctico que não foi efetivamente tamponado pela saliva, causa o rebaixamento do pH.

Kaufman (1976), usando vacas em lactação, determinou a relação linear entre o pH e fibra em detergente ácido (FDA), onde $\text{pH} = 5,34 + 0,056 \text{ FDA}$. Em dietas, contendo baixa concentração de fibra, a adição de tamponante resulta em um aumento do pH. Emery & Brown (1961) observaram que o efeito de tamponante adicionado no rúmen é consideravelmente maior quatro a oito horas após iniciada a alimentação, quando o pH do rúmen tende a subir 0,59 ($P < 0,001$).

Segundo Dawson & Allison (1988), o pH de 5,5 representa o limite de tolerância para algumas espécies de bactérias no rúmen, e o pH baixo também pode afetar a taxa de degradação de fibra por algumas bactérias celulolíticas. Para os autores, a ingestão de sais tamponantes para manter o pH não previne completamente a degradação de fibra.

Brattacharya & Warner (1967), trabalhando com a ingestão intra-ruminal de água, ácido fosfórico, ácido láctico e ácido acético, observaram uma redução do pH ruminal e uma significativa redução do consumo de feno nos animais que receberam ácido fosfórico, ácido láctico e ácido acético, em relação aos animais que receberam água.

Os cereais são rapidamente fermentados no rúmen. Isto incrementa o desenvolvimento de novas células microbianas e a produção de AGV, mas também pode mudar as células microbianas relativas à produção de AGV e aumentar a concentração de propionato ou butirato, em relação à concentração de acetato (Leng 1982). Quando aumenta a produção de propionato, mais propionato é absorvido pelo animal e este pode ser utilizado para produção de glicose (Judson & Leng 1973). Estas informações são condizentes com o presente trabalho, quando se constatou que a concentração de glicose sanguínea pode alterar significativamente ($P,0,05$) o pH ruminal. Essa alteração foi constatada com mais evidência nos tratamentos A e B, onde determinamos, para o tratamento A, um pH de 5,66 e 5,93 para uma hora e oito horas após a ingestão do concentrado, respectivamente, ao mesmo tempo que determinamos uma glicemia (mg%) de 86,2 para uma hora e de 75,4 para oito horas. Quando analisamos o tratamento B, o pH foi de 7,11 e 7,20 para uma e oito horas após a ingestão do concentrado (2% CaCO_3), respectivamente, e a glicemia baixou para 71,4 em uma hora e para 58,87 em oito horas após a ingestão do concentrado. Esses resultados se assemelham com as observações de Erdman *et al.* (1982), quando o pH subiu de 0,15 para 0,26 com o uso de MgO e NaHCO_3 , respectivamente, e a relação: butirato, nas mesmas condições, subiu 0,65 e 0,52, respectivamente, em dietas de baixa proporção de forragem.

Contrariando observações do presente trabalho, Bhattacharya & Warner (1967) não observaram alterações significativas na glicose sanguínea de novilhos testados com infusão intra-ruminal de água, ácido fosfórico, ácido láctico e ácido acético. Mille *et al.* (1993) não encontraram diferenças significativas no pH do fluido ruminal, concentração de hidrogênio e AGV's, quando compararam vacas com dietas tamponadas e não tamponadas.

Trabalhando com o calcário em níveis constantes (0,96) e testando o carbonato de sódio (NaHCO_3) e o cloreto de cálcio (CaCl_2), Wagner *et al.* (1993) não observaram alterações na taxa de diluição/hora, na taxa de passagem de silagem de milho e no total de AGV. A adição de CaCl_2 provoca menor relação acetato propionato. Segundo os autores, isto pode estar relacionado com a acidez de CaCl_2 e com efeito tamponante de NaHCO_3 .

A amônia absorvida no trato digestivo é convertida em uréia pelo fígado e pode ser excretada pela urina ou transferida para o trato digestivo e degradada pelos microrganismos no rúmen. A reciclagem da uréia no rúmen é uma importante fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana, a qual, por sua vez, é uma importante suplementação de aminoácidos para o animal após a passagem pelo intestino delgado.

A quantidade de uréia reciclada no rúmen, tanto pela saliva quanto pela parede ruminal, é diretamente relacionada com a quantidade de uréia sintetizada, a qual, por sua vez, é relacionada com a ingestão de nitrogênio e a degradação da dieta nitrogenada (Obara 1988).

Egan (1980) relata que a elevada produção e absorção de produtos finais da digestão microbiana no rúmen (propionato, butirato e CO_2) estão associados com o aumento de permeabilidade da parede ruminal para uréia. O mecanismo, no entanto, não é bem elucidado.

Nas condições do presente trabalho, onde as dietas foram isonitrogenadas, os possíveis efeitos do tratamento na fermentação ruminal não alteraram os níveis de uréia sanguínea.

Esta observação também é relatada por Bhattacharya & Warner (1967), que observaram valores de 31,46; 26,28; 29,29 e 25,11 mg% de uréia no sangue de novilhos que receberam injeção ruminal de água, ácido fosfórico, ácido láctico e ácido acético, respectivamente.

A inclusão de bicarbonato de sódio em rações de ruminantes pode elevar o pH e causar um decréscimo na relação propionato/acetato (Roger *et al.* 1982). Os mesmos autores observaram que resposta similar pode ser observada com cloreto de sódio e que a ação do bicarbonato de sódio não pode ser explicada somente pela sua ação tamponante. Thonson *et al.* (1975) mostraram que sais, taxa de diluição do fluido e lavagem do amido não fermentado do rúmen pode elevar o pH ruminal. Esses autores também notaram um aumento de disponibilidade de proteína microbiana.

Sais tamponantes podem agir pela lavagem de microrganismos para fora do rúmen depois da morte da célula ou predação de protozoários, levando a uma reciclagem do nitrogênio microbiano.

A capacidade tamponante do carbonato é baseada no equilíbrio de HCO_3^- , H^+ , H_2CO_3 , CO_2 e H_2O :



Le Ruyet & Tucker (1992), em estudos *in vitro*, mostram que a adição de bicarbonato de sódio aumenta a capacidade tamponante de incubação ruminal, prevenindo o decréscimo do pH.

Warner & Stacy (1965) estudaram a osmolaridade ruminal pela ingestão de 1,5 litro de água intra-ruminal em carneiros. Observaram que inicialmente a osmolaridade caiu em 30%, mas retornam a concentração em 10 horas. Segundo Hungate *et al.* (1952), a osmolaridade ruminal é fundamental para ruminantes. O aumento da pressão osmótica retira líquido do LEC para o rúmen, provocando uma hemoconcentração e o inverso como uma hemodiluição, com reflexo na perda urinária.

Russel & Chows (1993) consideram que a suplementação de bicarbonato de sódio provoca, nos ruminantes, um aumento na concentração de bicarbonato no fluido ruminal, tamponando o sistema com CO_2 e diminuindo a concentração de H^+ livre, e assim aumentando o pH. Por outro lado, o bicarbonato adiciona sais de Na e K ao meio, aumentando a osmolidade, a ingestão de água e a consequente diluição. Isto poderia levar a um maior fluxo de carboidratos de rápida degradação por fora do rúmen, diminuindo o propionato e fornecendo o acetato.

Rogers *et al.* (1979) sugerem que o uso de sais aumenta a taxa de diluição do rúmen, com o correspondente aumento da eficiência digestiva dos microrganismos do rúmen e o consequente aumento de ingestão da dita. Clarck *et al.* (1989) relataram que o calcário possui solubilidade e efeito tamponante limitado em pH ruminal de 6,5, porém sua solubilidade pode aumentar em pH 5,5. Para Palmquist (1979), com a queda do pH ruminal e a liberação do cálcio do calcário, o cálcio vai rapidamente formar outro sal.

CONCLUSÕES

Nas condições do presente trabalho, conclui-se que a adição do calcário na ração de ruminantes altera o pH ruminal, com a consequente alteração da flora ruminal e dos produtos por sua ação fermentativa. Essas

alterações se evidenciam na alteração de metabólitos sanguíneos como a glicose. Resta, porém, a indefinição do mecanismo de ação deste sal, que pode ser sua reação com radicais ácidos do meio ou sua ação osmótica e subsequente lavagem desses radicais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bhattachara, A.N. & R.G. Warner.** 1967. Rumen pH as a fator for controlling feed intake in ruminantes. *Journal of Dairy Science*, 50(7):1116-9.
- Clark, J.H.; A.W. Plegge, C.L. Davis & G.C. McGoy.** 1989. Effects of calcium carbonate on ruminal fermentation nutrient digestibility, and cow performance. *Jornal of Dairy Science*, 72:493.
- Dawson, K.A. & M.J. Allison.** 1988. Digestive disorders and nutritional toxicity. In: *The rumen microbial ecosystem*. Elsevier Science Publishers.
- Egan, A.R.** 1980. Host animal-rumen relationships. *Proc. Nutri. Soc.*, 39:79-87.
- Emery, R.S. & L.D. Brown.** 1961. Effect of feeding sodium and potassium bicarbonate on milk fat, rumen pH, and volatile fatty acid production. *Journal of Dairy Science*, 44:1899.
- Erdman, R.A.; R.W. Hemken & L.S. Bull.** 1982. Dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide for early postpartum lactating dairy cow. Effects on production, acid-base metabolism, and digestion. *Journal of Dairy Science*, 65:712.
- Hungate, R.E.; R.W. Dougherty, M.P. Bryant & R.M. Coelho.** 1952. Microbiological and physiological changes associated with acute indigestion in sheep. *Cornel Veterinarian*, 42:423-9.
- Judson, G.L. & R.A. Leng.** 1973. Studies on the control of gluconeogenesis in sheep: effect on propionate, casein, and butyrate infusions. *Br. Jour. Nutri.*, 29:175-95.
- Kaufman, W.** 1976. Influence of composition of the ration and the feeding frequency on pH regulation in the rumen feed intake in ruminants. *Livest. Prod. Sci.*, 3:103.
- Labtest Sistema Diagnóstico.** Sistema para diagnóstico clínico. Belo Horizonte, Ad. n.p.

- Leng, R.A.** 1982. Modification of rumen fermentation. In Nutritional limits to animal production from pastures. Commonwealth Agricultural Bureaux. p. 427-53.
- Miller, T.P., W.B. Tucker, M. Lema, L.S. Shin, J.F. Hogue & G.D. Adams.** 1993. Influence of dietary buffer value index on the ruminal milieu of lactating dairy cows fed sorghum silage and grain. *Journal of Dairy Science*, 76:3571-9.
- Obara, Y.S.** 1988. Quantitative aspects of appearance of recycled urea in the digestive tract of goats. *Journ. Agric. Res.*, 21:284-90.
- Palmquist, D.L., T.C. Jenkins & J.A.E. Joyner.** 1986. Effect of dietary fat and calcium source on insoluble soap formation in the rumen. *Journal of Dairy Science*, 69:1020.
- Rogers, J.A., C.L. Davis & J.H. Clark.** 1982. Alteration of rumen fermentation, milk fat synthesis and nutrient utilization with mineral salts in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 65:577.
- Rogers, J.A., B.C. Marks, C.L. Davis & J.H. Clark.** 1979. Alteration of rumen fermentation in steers by increasing rumen fluid dilution rate with mineral salts. *Journal of Dairy Science*, 62:1599-1605.
- Russel, J.B. & D. Dombrowski.** 1980. Effect of pH on the efficiency of growth by pure culture of rumen bacteria in continuous culture. *Applied and Environmental Microbiology*, 39:604-10.
- Rumsey, T.S., P.A. Putman & R.R. Oltjen.** 1970. Influence of level and type on ruminal pH, VAF, respiratory rate and EKG patterns of steers. *Journal Animal Science*, 31:608.
- Russel, J.B. & J.M. Chow.** 1993. Another theory for the action of ruminal buffer salts: decreased starch fermentation and propionate production. *Journal of Dairy Science*, 76:826-30.
- Slyter, L.L.** 1970. Influence of acidosis on rumen function. *Journal Animal Science*, 43:910.
- Thomson, D.J., D.E. Beever, D.C. Mundell, M.L. Elderfield & G.D. Harrison.** 1975. The effect of altering dilution rate on the pattern of fermentation in the rumen. *Proceedings of Nutrition Society*, 34:111-2.
- Wagner, K.M., J.L. Firkins, M.L. Eastridge & B.L. Hull.** 1993. Replacement of corn silage with wheat middlings and calcium chloride or sodium bicarbonate for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 76:564-74.

- Wagner, C.I. & B.D. Stacy. 1965.** Solutes in the rumen of the sheep. *Q.J. Exp. Physiol.*, 50:169.
- Weston, R.H. 1988.** Factors limiting the intake of feed intake of beef by sheep. The effects of concentrate supplements on the voluntary consumption and digestion of a medium-quality roughage. *Australian Journal Agriculture Research.*, 39:255-75.