

ESTUDO DA EFICIÊNCIA DO CALCÁRIO CALCÍTICO, DO CARBONATO DE CÁLCIO E DO ÓXIDO DE MAGNÉSIO NO CONTROLE DO pH RUMINAL

EUCLIDES REUTER DE OLIVEIRA¹, DARCI SILVA DE OLIVEIRA DIAS², REGINALDO NASSAR FERREIRA²,
CLÉVERSON SANTOS ACYPRESTE², DIRSON VIEIRA², MIGUEL JOAQUIM DIAS²

1. Bolsista CAPES - PRODOC - UFG.

2. Professores da Universidade Federal de Goiás - Caixa Postal 131 - Campus II Samambaia

RESUMO

O experimento foi desenvolvido no Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás, com o objetivo de estudar o comportamento do pH ruminal, da glicemia sérica e da uréia em ovinos que receberam calcário calcítico, carbonato de cálcio e óxido de magnésio na dieta. Foram utilizados dezesseis ovinos machos, da raça Santa Inês, confinados em gaiolas metabólicas individuais contendo bebedouro e cocho para o fornecimento de volumosos e concentrados. Os tratamentos constituíram-se de quatro rações concentradas isoprotéicas e isoenergéticas, contendo 16% de proteína bruta e 3.300 Kcal de energia digestível e níveis de 0% na dieta controle, 1% de calcário calcítico, 1% de carbonato de cálcio e 1% de óxido de magnésio. O delineamento empregado foi inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, com os tratamentos nas parcelas e os períodos nas subparcelas. Utilizaram-se quatro repetições para

avaliar os quatro tratamentos, sendo cada unidade experimental constituída por um animal. O período experimental foi de nove dias, sendo sete dias de pré-experimento e dois dias de coleta. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott. Os valores médios do pH do líquido ruminal obtidos para cada tratamento, zero hora após a ingestão de alimento, foram 7,65; 7,88, 7,32 e 7,66 ($P>0,05$), e para quatro horas após o consumo 6,42; 6,65; 7,56 e 6,56 ($P<0,01$) respectivamente. Os valores médios da uréia para zero hora foram 24,83; 26,86, 21,96 e 28,53 mg/100 mL ($P<0,01$) e para quatro horas foram 27,20; 28,99, 23,65 e 48,07 mg/100 mL ($P<0,01$) respectivamente. Os valores médios da glicose sérica para zero hora foram 67,07; 65,08, 60,51 e 62,22 mg/100 mL ($P<0,05$) e para quatro horas foram 74,49; 65,85, 70,70 e 66,51 mg/100 mL ($P<0,05$) respectivamente. Conclui-se que o carbonato de cálcio foi mais eficaz no controle do pH ruminal após quatro horas da ingestão de alimento.

PALAVRAS-CHAVE: Concentrados, dietas, produção de saliva, proteína bruta, tamponante.

SUMMARY

EFFICIENCY OF THE CALCITIC LIMESTONE, CALCIUM CARBONATE AND MAGNESIUM OXIDE TO CONTROL RUMINAL pH

The experiment was carried out in the Animal Production Department of the Veterinary School (Goiás Federal University), in order to study the behavior of ruminal pH, blood levels of glucose and urea. Sixteen male Santa Inês sheep were distributed individually in metabolic crates, equipped with waterer and feeder, for forage and concentrate. The treatments were four isoproteic and isoenergetic concentrates containing 16% of crude protein, and 3,300 Kcal of digestible energy with levels of 0% in

control diet, 1% calcitic limestone, 1% calcium carbonate and 1% of magnesium oxide. The experiment was designed in a completely randomized split-split model in a period of nine days, seven days for adaptation and two for collection, with four treatments and four replicates of one animal each constitution. The averages of the treatments were compared by the Scott-Knott's test. The pH of the ruminal fluid at zero hour after a concentrate intake, for treatments were 7.65; 7.88; 7.32 and 7.66 and for four hours 6.42; 6.65; 7.56 and

6.56 respectively. The average levels of urea for zero hour were 24.83; 26.86; 21.96 and 28.53 mg/100 mL and for four hours were 27.20; 28.99; 23.65 and 48.07 mg/100 mL, respectively for all treatments. The average values of blood glucose for zero hour were 67.07, 65.08; 60.51 and 62.22 mg/

100 mL and for four hours were 74.49; 65.85; 70.70 and 66.51 mg/100 mL, respectively. The calcium carbonate was the most efficient for the ruminal pH control, four hours after a concentrate intake.

KEY WORDS: Concentrates, crude protein, diet, saliva output.

INTRODUÇÃO

Quantidades maiores de grãos de cereais e outros alimentos concentrados passaram a ser utilizadas na composição das dietas dos animais, fazendo com que proporções de até 80% a 90% de concentrado na matéria seca sejam encontradas. Nesses casos, a produção de saliva, veículo dos agentes tamponantes naturais dos ruminantes, influenciada pelo tipo e quantidade de alimento ingerido, é diminuída pela redução do tempo de ruminação (EMERICK, 1975).

Segundo EROMAN et al. (1982), os ruminantes possuem três meios básicos de tamponamento do pH ruminal: pela ingestão ou produção de ácidos pelos microorganismos do rúmen, pelo tampão natural da saliva e por adição de tampão na dieta.

O carbonato de cálcio, o calcário calcítico e o óxido de magnésio são compostos utilizados para manutenção do pH de um meio, dentro de uma determinada amplitude específica, característica de cada agente tamponante. São caracterizados como um sal de um ácido, óxido ou hidróxido fraco que neutralizam ácidos presentes em componentes alimentares ou que são produzidos durante a digestão e o metabolismo de nutrientes (STAPLE & LOUGH, 1989). A capacidade de tamponamento de uma substância é função da relação entre o número de equivalentes de ácido ou base adicionados e a variação ocorrida nos valores de pH do meio, sendo mais alta quando o pH do meio for igual ao seu pKa. Normalmente, os agentes tamponantes oferecem resistência às mudanças de pH dentro de uma faixa de uma unidade de seu pKa (ARMENTANO & SOLORZANO, 1988).

Segundo MILLER et al. (1993), a avaliação do pH e a verificação da capacidade das substâncias tamponantes da dieta devem ser usadas para prever a necessidade de suplementação dietética para

controlar o equilíbrio ácido-básico no rúmen, marcada pela estabilidade do processo fermentativo.

Objetivou-se, com esta pesquisa, avaliar o comportamento do pH ruminal, glicemia sérica e uréia em ovinos que receberam calcário calcítico, carbonato de cálcio e óxido de magnésio na dieta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás, no período de 20 a 29 de julho de 1995.

Foram utilizados 16 ovinos, com idade média de 18 meses, peso médio 54 kg, castrados, vacinados contra febre aftosa e submetidos ao controle de endo e de ectoparasitas. Os animais foram mantidos em regime de confinamento, distribuídos aleatoriamente em gaiolas metabólicas individuais, contendo bebedouros e cochos para fornecimento de volumoso e de concentrado.

Os tratamentos foram formados a partir de um concentrado padrão ao qual foram adicionados calcário calcítico, carbonato de cálcio e óxido de magnésio constituindo os tratamentos. Os concentrados testados foram balanceados para serem isoprotéicos e isoenergéticos (Tabela 1), sendo as frações calculadas para atender às exigências nutricionais sugeridas pelo NRC (1988) e a composição dos alimentos proposta por CAMPOS (1995).

As rações experimentais, compostas de concentrado e volumoso (silagem de milho), e a água foram fornecidas *ad libitum* às 8:00 e às 14:00 h. A proporção de volumoso/concentrado obedeceu a uma relação 30/70, na base da matéria seca. As amostras do líquido ruminal foram obtidas com auxílio de uma bomba de vácuo acoplada a uma sonda oroesofágica tipo Schambye e Sorensen. O ma-

terial foi recebido em um Kitassato, com medição imediata do pH ruminal por potenciômetro, nos tempos de 0 e 4 horas após a ingestão do concentrado. O sangue dos ovinos foi colhido nos tempos similares aos da coleta do líquido ruminal por punção da

veia jugular, em frasco com anticoagulante (EDTA). A glicose foi determinada pelo método da ortotoluidina e a uréia pelo método do diacetil modificado de acordo com DANIEL (1970) com o uso de kits comerciais.

TABELA 1. Composição dos concentrados experimentais (em percentual), para os tratamentos.

Ingredientes (Kg)	Tratamentos			
	Controle	Calcário calcítico	Carbonato de cálcio	Óxido de magnésio
Milho moído	82,60	80,95	80,95	80,95
Farelo de soja	15,31	15,00	15,00	15,00
Uréia ¹	1,07	1,05	1,05	1,05
Sal mineralizado ²	1,02	1,00	1,00	1,00
Calcário calcítico ³	—	2,00	—	—
Carbonato de cálcio ²	—	—	2,00	—
Óxido de magnésio ²	—	—	—	2,00
Total (%)	100	100	100	100
PB (%)	16	16	16	16
ED (Kcal)	3.200	3.200	3.200	3.200

1. Uréia Petrofértil – Petrofértil Ltda. – Rio de Janeiro, RJ.

2. Fosgree 65. Pedegree – Produtos Agropecuários Ltda. – Goiânia, GO.

3. Calcário Calcítico – Goiáscal Ltda. – Goiânia, GO.

Foi empregado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, com os tratamentos nas parcelas e os períodos nas subparcelas. Utilizaram-se quatro repetições para avaliar quatro tratamentos, sendo cada unidade experimental constituída por um animal. O período experimental foi de nove dias, em que sete dias foram de pré-experimento e dois dias de coleta.

As análises de variância foram feitas com auxílio do SISVAR (SISTEMA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA), segundo FERREIRA (2000).

O modelo estatístico utilizado foi $Y_{ijk} = u + t_i + e_{ij} + p_j + pt_{ij} + e_{ijk}$, em que:

Y_{ij} = efeito do calcário calcítico, carbonato de cálcio e óxido de magnésio i nos horários de coleta j na repetição k;

u = efeito da média;

t_i = efeito do calcário calcítico, carbonato de cálcio e do óxido de magnésio aplicado no animal;

e_{ij} = erro ocorrido na produção da unidade experimental que recebeu os tratamentos i na repetição k;

p_j = efeito dos horários de coleta j;

pt_{ij} = efeito da interação dos tratamentos e os horários de coleta;

e_{ijk} = erro experimental em nível da subparcela que recebeu os tratamentos i e os horários de coleta j na repetição k.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os valores médios de pH do líquido ruminal de ovinos para diferentes tratamentos nos períodos de zero e quatro horas após a ingestão (Tabela 2), a análise estatística dos resultados do período zero hora não revelou haver interação entre as quatro dietas ($P > 0,05$) indicando que os valores de pH se comportaram de maneira semelhante ao longo do tempo (Tabela 2). Isso sugere que o padrão de fermentação no rúmen não foi alterado e o líquido do rúmen manteve sua capacidade tamponante. Segundo KROMANN (1975), embora o meio proporcione uma proporção molar de AGV (moles de acetato:

propionato: butirato), a produção não foi suficiente para inferir na média do pH encontrado.

Os valores do pH ruminal às quatro horas após a ingestão da dieta apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,01$) e o carbonato de cálcio foi o que proporcionou maior valor do pH

em relação aos demais (Tabela 2). A variação ocorrida no pH poderia ser atribuída a fatores não estudados na presente pesquisa, tais como tempo de ruminação, tamanho de partícula e teor de fibra da dieta, conforme indicação de McDonald et al. (1975) e Pontes (1981).

TABELA 2. Valores médios de pH do líquido ruminal de ovinos para diferentes tratamentos nos períodos de zero e quatro horas após a ingestão.

Tratamentos	Períodos pós-ingestão		Médias
	0	4	
Controle	7,65 a A	6,42 b B	7,04
Calcário calcítico	7,88 a A	6,65 b B	7,26
Carbonato de cálcio	7,32 a A	7,56 a A	7,44
Óxido de magnésio	7,66 a A	6,56 b B	7,11
Médias	7,63	6,79	—
CV % (1) = 14,71			
CV % (2) = 4,12			

1. Médias com a mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$).

Para o carbonato de cálcio não houve diferença entre 0 e 4 horas, contrariamente às demais substâncias em que os valores de pH registrados foram mais baixos às quatro horas após a alimentação ($P < 0,01$), à semelhança dos resultados encontrados por PANDE & SHUKLA (1981), que observaram reduções no pH de 2 a 4 horas após a ingestão dos alimentos. A grande quantidade de carboidratos facilmente fermentáveis da dieta, no intervalo de quatro horas, explicaria o baixo valor de pH ruminal encontrado nesse período. De acordo com CASTRO (1989), carboidratos solúveis que alcançam o rúmen são rapidamente fermentados e produzem AGVs em períodos curtos de tempo proporcionando queda do pH ruminal devido, em parte, à menor ensalivação proporcionada pelo menor tempo de ruminação.

Resultados semelhantes foram encontrados por WHEELER & NOLLER (1976) e SCHAEFER et al. (1982), ao estudarem o efeito do carbonato de cálcio em vacas leiteiras consumindo silagem de milho e concentrado na proporção 60:40. Eles verificaram que não houve aumento significativo no pH do fluido ruminal. Para ENSMINGER et al. (1990), embora o calcário calcítico e o carbonato de cálcio

sejam consideradas fontes de cálcio suplementar, elas exercem pequeno ou nenhum efeito tamponante no rúmen.

Os benefícios da utilização de calcário calcítico e carbonato de cálcio podem estar ligados às afirmações de ENSMINGER et al. (1990), indicando que essas substâncias apresentam benefício como tamponante intestinal. Segundo WHEELER (1980), o calcário calcítico é uma substância tamponante intestinal mais eficiente porque a sua absorção no trato gastrointestinal é relativamente demorada.

Quanto ao óxido de magnésio, resultados semelhantes foram relatados por ENSMINGER et al. (1990), ao notarem que, apesar de sua função como substância tamponante no rúmen e intestino inferior não seja clara, mostra-se mais eficiente quando em meio ácido.

Resultados do pH ruminal, nesta pesquisa, foram diferentes dos obtidos por TEH et al. (1987), que estudaram o efeito do óxido de magnésio e mostraram diferença na melhora do metabolismo ruminal pelo aumento do pH. Tamponantes combinados com o óxido de magnésio aumentaram o volume ruminal e o desaparecimento da digesta. Esses

autores justificam que a renovação do tamponante utilizado foi devida ao maior consumo de água ou ao aumento na osmolaridade ruminal, o que aumenta a absorção de nutrientes. Resultados semelhantes foram relatados por SCHAEFER et al. (1982) com vacas leiteiras fistuladas, utilizando hidróxido de magnésio e carbonato de magnésio. Foi observado aumento no pH ruminal comparado ao tratamento controle, mas não houve diferença ($P>0,05$) entre tratamentos.

Em estudos conduzidos por EROMAN et al. (1982), a suplementação de MgO na dieta com relação 40 : 60 de volumoso e concentrado aumentou o pH ruminal. A habilidade do MgO para regular o pH ruminal e o desempenho do animal pode ser explicado pelo tamanho e solubilidade da partícula (NRC, 1988).

TEH et al. (1987) observaram, em experimentos com novilhos usando dietas suplementadas com óxido de magnésio, aumento do pH ruminal, que permaneceu alto até 6 horas pós-alimentação.

Outro fato a ser considerado da ausência de efeito desses tamponantes em nível ruminal, mas que reflete o uso favorável dessas substâncias, pode ser atribuído às afirmações de WHEELER & NOLLER (1976) e WILLIAM & WHEELER (1980), que evi-

denciam o efeito dessas substâncias no meio intestinal e não-ruminal. No intestino, o calcário calcítico e o óxido de magnésio promoveriam uma melhor eficiência da dieta, atribuída, em parte, ao pH intestinal, que fornece um meio mais favorável para a atividade da α -amilase pancreática.

Para os valores médios de uréia para os diferentes tratamentos nos períodos de 0 e 4 horas após a ingestão (Tabela 3), encontrou-se significância ($P<0,01$) para a interação dos períodos \times dietas. Acredita-se que essa resposta seja devida ao efeito dos cátions oriundos do calcário calcítico e do óxido de magnésio, que podem apresentar efeito positivo provocado pela influência dos íons sobre a permeabilidade da membrana celular e a passagem da amônia ou outros metabólitos nitrogenados, segundo SILVA & LEÃO (1979). Para esses autores, a urease é uma enzima que age intracelularmente, e o cálcio e o magnésio aumentam essa ação, caracterizando maiores valores dessas substâncias para a uréia plasmática.

Quanto à diferença nos períodos zero e quatro horas ($P<0,01$), no tratamento com óxido de magnésio, talvez se justifica por ser o rúmen o principal local para sua absorção (KOLB, 1984).

TABELA 3. Valores médios de uréia para os diferentes tratamentos nos períodos de zero e quatro horas após a ingestão.

Tratamentos	Períodos pós-ingestão		Médias
	0	4	
Controle	24,83 b A	27,20 b A	26,02
Calcário calcítico	26,86 a A	28,99 b A	27,93
Carbonato de cálcio	21,96 b A	23,65 c A	22,80
Óxido de magnésio	28,53 a B	48,07 a A	38,30
Médias	25,54	31,98	—
CV % (1) = 20,18			
CV % (2) = 9,07			

1. Médias com a mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ($P>0,05$).

Apesar de terem ocorrido diferenças no comportamento do pH na interação períodos \times tratamentos, essa variável não caracterizou influência nos valores de uréia plasmática na maioria das substâncias pesquisadas. Segundo KOLB (1984), os valores de

pH acima de 6 e a capacidade tamponante do fluido ruminal são garantidos principalmente pelo sistema tampão bicarbonato/ H_2CO_3 , interferindo dessa forma, de maneira semelhante, para todos os tratamentos.

FERREIRA et al. (1995) não encontraram diferenças significativas na uréia no sangue ao avaliarem tratamentos com dietas isonitrogenadas que continham teores variados de calcário como substâncias

tamponantes. De acordo com VILELA & SILVESTRE (1985), presume-se que a uréia no rúmen foi utilizada pelos microorganismos na síntese de proteína.

TABELA 4. Valores médios de glicose sangüínea de ovinos em mg/100mL para diferentes tratamentos nos períodos de zero e quatro horas após a ingestão.

Tratamentos	Períodos pós-ingestão		Médias
	0	4	
Controle	67,07 a B	74,49 a A	70,78
Calcário calcítico	65,08 a A	65,85 b A	65,47
Carbonato de cálcio	60,51 a B	70,70 a A	65,61
Óxido de magnésio	62,22 a A	66,51 b A	64,37
Médias	63,72	69,39	—
CV % (1) = 16,12			
CV % (2) = 5,28			

1. Médias com a mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$).

Observou-se na Tabela 4 que houve diferença significativa entre os valores médios de glicose sangüínea dos tempos zero e quatro horas em relação ao tratamento-controle e o carbonato de cálcio ($P < 0,05$). Isso pode ser explicado pelo fato de que, após a refeição, as concentrações de glicose sangüínea podem estar consideravelmente mais elevadas do que em jejum, mas, em um período de tempo relativamente curto, as concentrações retornam ao nível anterior à ingestão de alimentos. Talvez o intervalo de observação tenha sido muito longo e que não pudesse detectar comportamento semelhante em todos os tratamentos.

KOLB (1984) considera os valores de 30 a 50 mg/100 mL de glicose como níveis normais no plasma de ovinos, e, neste trabalho, foram verificados valores de 62,22 a 74,49 mg/100 mL de glicose. Isso pode ser explicado pelos resultados de EVANS & BUCHANAN-SMITH (1975), que ao substituírem parte da forragem por concentrado para ovinos verificaram um aumento tanto na concentração de glicose plasmática como na taxa de entrada de glicose na corrente sangüínea. MIZUBUTI (1983), trabalhando com bovinos, relatou que, quando a ração era formada de maior porcentagem de concentrado, os teores de glicose plasmática eram superiores àque-

les oriundos de rações com maior porcentagem de volumoso, independente do consumo restrito ou voluntário.

Experimentos como os de BHATTACHARYA & WARNER (1967) e FERREIRA et al. (1995), ao pesquisarem substâncias tamponantes, não encontraram qualquer mudança entre os grupos quando avaliada a glicose sangüínea.

Resultado contrário foi encontrado por MARTIN (1991), que cita o magnésio como cofator das enzimas que atuam no ciclo de Krebs (piruvato carboxilase e piruvato oxidase) favorecendo o metabolismo da glicose.

CONCLUSÕES

O carbonato de cálcio foi mais eficaz no controle do pH ruminal após quatro horas da ingestão do alimento.

Sugere-se a realização de mais trabalhos para avaliações em intervalos de tempos mais curtos, para observar o efeito tamponante e os mecanismos de ação do calcário calcítico, carbonato de cálcio e óxido de magnésio.

REFERÊNCIAS

- ARMENTANO, L. E.; SOLORZANO, L.C. Choice of buffers should be dipped on diet, environment. **Feedstuffs**, v. 60, n. 3, p. 19-62, 1988.
- BHATTACHARYA, A. N.; WARNER, R. G. Rumen pH as a factor for controlling feed intake in ruminants. **Journal of dairy science**, v. 50, n. 7, p. 1116-1119, 1967.
- CAMPOS, J. **Tabelas para cálculo de rações**. 2. ed. Viçosa: UFV 1995. 64p.
- CASTRO, F. B. **Avaliação do processo de digestão do bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum sp.L*) auto-hidrolisado em bovinos**. Piracicaba, 1989. 123p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP São Paulo, 1989.
- DANIEL, G. R. C. The determination of glucose by ortho-toluidine method. **Clinical Chemistry**, v. 6, p. 159-170, 1970.
- ENSMINGER, M. E.; OLDFIELD, J. E.; HEINEMANN, W. W. **Feeds & Nutrition**. 2. ed. California: Ensminger, 1990. p. 491-526.
- EMERICK, R. J. Buffering acidic and high concentrate ruminant diets. In: _____. **Buffers in ruminant physiology and metabolism**. Pennsylvania Church & Dwight Company, 1975. p.127-139.
- EROMAN, R. A.; HEMKEN, R. W.; BULL, L. S. Dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide for early postpartum lactating dairy cows : effects on production, acid-base metabolism, and digestion. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 65, n. 7, p. 712-731, May. 1982.
- EVANS, E.; BUCHANAN-SMITH, J. G. Effect upon glucose metabolism of feeding a low-or high-roughage diet at two levels of intake to sheep. **British Journal Nutrition**, v. 33, p. 33-44, 1975.
- FERREIRA, D. F. **Sistema de análise estatística para dados balanceados**. Lavras : UFLA/DEX/SISVAR, 2000.
- FERREIRA, R. N.; DIAS, M. J.; VIEIRA, D.; MACÁRIO, D. R. Efeito do calcário calcítico no pH ruminal. **Anais das Escolas de Agronomia e Veterinária da UFC**, v. 26, n. 1, p. 41 - 52, 1995.
- KOLB, E. A fisiologia da digestão e da absorção. In: _____. **Fisiologia veterinária**. 4. ed. Guanabara: Rio de Janeiro, 1984. p. 105-197.
- KROMANN, R. P. Buffering capacity as influenced by dietary physical characteristics. In: _____. **Buffers In Ruminant Physiology and Metabolism**. New York: Church & Dwight Company, 1975. p.107-126.
- MARTIN, L. C. T. **Confinamento de bovinos de corte**. 1 ed. São Paulo: Nobel, 1991.
- MCDONALD, P.; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, J. F. D. **Nutrição Animal**. Zaragoza: Acribia, 1975.
- MILLER, T. P.; TUCHER, W. B.; LEMA, M.; SHIN, I. S.; HOGUE, J. F.; ADAMS, D. Influence of dietary buffer value index on the ruminal milieu of lactating dairy cows fed soaghum silage and graln. **Journal of dairy science**, v. 76, n. 11, p. 3571-3579, 1993.
- MIZUBUTI, I.Y. **Metabolitos sangüíneos em diferentes grupos genéticos de bovinos submetidos a dois níveis nutricionais**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1983. 58p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 6. ed. Washington: National Academy Press, 1988, 157.
- PANDE, M. B.; SHUKLA, P. C. Effect of feeding digestible crude protein levels and urea of rumen liquor nitrogen fractions and volatile fatty acids. **Indian veterinary journal**, v. 58, n. 11, p. 894-900, 1981.
- PONTES, M. Papel de la fibra en la alimentación de los ruminantes. **Avance in Alimentación y Mejora Animal**, v. 22, n. 10, p. 411, 1981.
- SCHAEFER, D. M.; WHEELER, J. L.; NOLLER, C. H.; KEYSER, R. B.; WHITE, J. L. Neutralization of acid in the rumen by magnesium oxide and magnesium carbonate. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 65, n. 5, p. 732-739, 1982.

SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979.

STAPLE, C. R.; LOUGH, D. S. Efficacy of supplemental dietary neutralizing agent for lactating dairy cows: a review. **Animal feed science technology**, p.277-303, 1989.

TEH, T. H.; HEMKEM, R. W.; BREMEL, D. H.; HARMONET, R. J. Comparison of buffers on rumen functions, turnover rate and gastric secretion in folstein steers. **Animal Feed Science and Tecnology**, Amsterdam, v. 17, n. 4, p.257-270, Jan. 1987.

VILELA, H.; SILVESTRE, J.R.A. **Uréia**. Brasília: Embrater, 1985. Informe Técnico.

WHEELER, W. E. Gastrointestinal tract pH enviroment and the influence of buffering materials on the performance of ruminants. **Journal of animal science**, v. 51, n. 1, p. 224-235, 1980.

WHEELER, W. E.; NOLLER, C. H. Limestone buffers in complete fixed rations for dairy cattle. **Journal of dairy science**, Lafayette, v. 59, n. 10, p. 1788-1793, Mar.1976.

WILLIAM, E.; WHEELER, W. E. Effect of limestone buffers on digestibility of complete diets and on performance by dairy cows. **Journal of dairy science**, Lafayette, v. 63, n. 11, p. 1848 - 1848, Mar. 1980.