

Ácidos graxos voláteis no rúmen de vacas alimentadas com diferentes teores de concentrado na dieta

[Volatile fatty acids in rumen of cows fed different concentrate level diets]

S.R. Goularte¹, L.C.V. Ítavo^{2,8}, G.T. Santos³, C.C.B.F. Ítavo⁴, L.C.S. Oliveira⁵, S.P. Favaro²,
A.M. Dias², R.A.A. Torres Junior⁶, C.M.M. Bittar⁷

¹Aluna de pós-graduação - Universidade Católica Dom Bosco – UCDB - Campo Grande, MS - Bolsista FUNDECT

²Universidade Católica Dom Bosco – UCDB - Campo Grande, MS

³Universidade Estadual de Maringá – UEM - Maringá, PR

⁴Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS - Campo Grande, MS

⁵Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD - Dourados, MS

⁶Embrapa Gado de Corte – CNPGC - Campo Grande, MS

⁷Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ - Piracicaba, SP

⁸Bolsista de produtividade CNPq

RESUMO

Avaliou-se o efeito de teores de concentrado na dieta sobre a concentração de ácidos graxos voláteis no líquido ruminal de bovinos. Foram utilizadas quatro vacas mestiças, fistuladas no rúmen, com peso médio de 442,15kg, distribuídas em quadrado latino 4x4, divididos em quatro períodos de 14 dias, sendo 11 de adaptação e três para coleta de dados. Foi utilizada a silagem de milho, como volumoso, e milho, sorgo, farelo de soja, casca de soja, ureia e gordura protegida, como concentrado. As dietas foram formuladas para 13% de proteína bruta (PB), utilizando-se proporções de 30; 40; 50 e 60% de concentrado. Não houve influência do tratamento para concentrações de ácido acético, isobutírico, butírico, isovalérico e valérico. O ácido propiônico e a proporção acetato:propionato apresentaram concentrações máximas em 8,44 e 8,14 horas após a alimentação, respectivamente. Os ácidos graxos totais não foram influenciados pelos tratamentos, com concentração máxima em 7,68 horas após a alimentação, juntamente com valores mínimos de pH entre seis e nove horas. Dietas com até 60% de concentrado na matéria seca total não influenciaram as concentrações de ácidos graxos voláteis do rúmen.

Palavras-chave: bovino, acetato, butirato, gordura protegida, propionato

ABSTRACT

The influence of concentrate levels from the diet on the content of volatile fatty acids in rumen fluid of cattle was evaluated. Four rumen fistulated crossbred cows, weighting around 442.15kg, were distributed in 4x4 Latin square schedule, divided into four periods of 14 days, 11 for adaptation and three for data collection. Corn silage was used as roughage, and corn, sorghum, soybean meal, soybean hulls, protected fat and urea, as concentrate. Diets were formulated with 13% crude protein (CP), using the proportions of 30, 40, 50 and 60% concentrate. There was no influence of treatment for the following acid concentrations: acetic, isobutyric, butyric, isovaleric and valeric. The propionic acid content and the ratio acetate: propionate showed values of 8.44 and 8.14 hours after feeding, respectively. The total fatty acids were not affected by treatments, with maximum concentration at 7.68 hours after feeding, with minimum pH values between six and nine hours. Diets containing up to 60% of concentrate in dry matter did not influence the concentrations of rumen volatile fatty acids.

Keywords: cattle, acetate, butyrate, fat by pass, propionate

Recebido em 17 de abril de 2010

Aceito em 2 de setembro de 2011

E-mail: sandra.goularte@gmail.com

INTRODUÇÃO

A principal fonte de energia para os ruminantes são os ácidos graxos voláteis (AGV) produzidos no rúmen pela fermentação microbiana de carboidratos e, em alguns casos, da proteína, sendo o acético, propiônico e butírico os principais (Berchielli *et al.*, 2006). As proporções molares de acetato:propionato:butirato são variáveis, sendo encontrados valores de 75:15:10, em dietas ricas em carboidratos fibrosos, até 40:40:20, em dietas ricas em carboidratos não fibrosos (CNF), com o total de AGV entre 60 e 150mM/mL de líquido ruminal, sendo estes ácidos reflexo da atividade microbiana e da absorção através da parede ruminal.

A população microbiana do rúmen geralmente converte os carboidratos fermentados em 60 a 70% de ácido acético, 18 a 22% de ácido propiônico, 13 a 16% de ácido butírico e 2 a 4% de ácido valérico (Teixeira e Teixeira, 2001), os quais podem prover até 80% da exigência diária de energia dos ruminantes (Bergman, 1990).

A remoção-absorção dos AGV do rúmen-retículo ocorre por dois processos: absorção passiva, pela parede do órgão, e passagem com a fase fluída para o omaso (Tamminga e Van Vuuren, 1988). Se a taxa de produção excede a de remoção, existe acúmulo de AGV no rúmen, podendo desencadear distúrbios metabólicos (Barker *et al.*, 1995), com efeitos negativos sobre o desempenho e a saúde dos animais.

A ingestão de alimentos rapidamente fermentescíveis, por exemplo, aumenta a atividade microbiana, causando substancial flutuação nos produtos finais da fermentação (ácidos graxos voláteis e amônia) e no pH ruminal, fato que pode refletir no aproveitamento dos demais nutrientes da dieta (Costa *et al.*, 2008). A quantidade em excesso de concentrado fornecido a animais de alta produção pode acarretar problemas metabólicos e tem sido relacionada com a possível diminuição nas proporções de butirato e acetato ruminal.

A utilização de fontes de gordura representa uma opção para reduzir o desequilíbrio energético, incrementando a densidade energética da dieta e mantendo um balanço mais adequado entre carboidratos fibrosos e não fibrosos (Balieiro-

Neto e Melloti, 2007). A suplementação lipídica também tem sido associada com a redução na população de protozoários (Ivan *et al.*, 2001), o que pode alterar as proporções de AGV, sendo provavelmente um fator promotor de depressão da gordura do leite (Ørskov e Ryle, 1990).

Os suplementos lipídicos insaturados apresentam, em doses elevadas, efeito tóxico sobre as bactérias do rúmen, sobretudo a população celulolítica (Nagaraja *et al.*, 1997), alterando a proporção acetato:propionato, em razão da produção de propionato à custa de acetato, e também da redução da produção de metano e da diminuição da amônia ruminal. Uma das maneiras de diminuir esses efeitos é o uso de gordura na forma protegida, como, por exemplo, ácidos graxos insaturados complexados com cálcio, que não são utilizados pelos microrganismos do rúmen, com aproveitamento intestinal (Jenkins, 1993).

Estudos sobre os pontos de controle da lipólise e da bio-hidrogenação podem promover oportunidades de se descobrir os efeitos positivos e negativos sobre a fermentação microbiana (Ítavo *et al.*, 2005). Dessa forma, este trabalho teve o objetivo de avaliar a produção de ácidos graxos voláteis no rúmen de vacas leiteiras não lactantes, alimentadas com diferentes teores de concentrado na dieta.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o experimento, foram utilizadas quatro vacas leiteiras, mestiças e não lactantes, fistuladas no rúmen, com peso médio de 442,15kg. As vacas permaneceram estabuladas, em sistema *tie stall*, com água à vontade e arraçoamento uma vez ao dia, de forma a manter as sobras em torno de 5% do fornecido, em base de matéria seca.

O ensaio foi dividido em quatro períodos experimentais, de 14 dias, compreendendo 11 dias de adaptação à dieta e três dias de coletas, totalizando 56 dias de ensaio, em quadrado latino 4x4 (quatro tratamentos e quatro períodos). Diariamente, nos períodos de adaptação e de coletas, foram feitas pesagens e amostragens da silagem, do concentrado oferecido e das sobras, sendo amostra composta por animal/período. Após a amostragem, o material foi colocado em sacos plásticos, devidamente identificados e

Ácidos graxos voláteis...

congelados a -15°C, para posteriores análises bromatológicas segundo Silva e Queiroz (2002).

Os tratamentos consistiram na variação da proporção volumoso:concentrado 70:30; 60:40; 50:50 e 40:60, com base na matéria seca. As dietas foram formuladas com teor de proteína

bruta em torno de 13%, utilizando-se ureia pecuária como fonte suplementar de nitrogênio. O volumoso utilizado foi silagem de milho, e o concentrado foi à base de milho (20%), sorgo (20%), farelo de soja (27%), casca de soja (20%), suplemento mineral, ureia (2%) e gordura protegida (9%) (Tab. 1).

Tabela 1. Composição percentual de ingredientes da dieta e teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN), em função do teor de concentrado

Nutriente	Concentrado (%)			
	30	40	50	60
Composição da dieta (% MS)				
Silagem de milho	68,69	59,36	49,71	40,08
Concentrado ¹	29,67	39,54	49,74	59,82
Ureia	1,64	1,10	0,55	0,00
Composição químico-bromatológica ²				
MS (%)	51,37	56,02	60,67	65,32
MO (%MS)	95,98	96,48	96,49	98,73
PB (%MS)	13,50	13,28	12,96	12,91
EE (%MS)	3,23	3,68	4,13	4,71
FDN (%MS)	53,48	51,75	50,02	48,29

¹Concentrado: 27% de farelo de soja ; 20% de milho grão moído; 20% de casca de soja; 20% de sorgo grão moído; 9,0% de gordura protegida; 2% de ureia e 2% de núcleo mineral.

²Análises realizadas de acordo com Silva e Queiroz (2002).

No último dia de cada período experimental, foram realizadas coletas de líquido ruminal, visando à determinação do pH, N-NH₃ e concentrações de ácidos graxos voláteis, com início antes do fornecimento da dieta, tomados como tempo zero e 3, 6, 9 e 12 horas após a alimentação.

O material coletado foi filtrado em camadas de gaze a fim de se obter 100mL de líquido ruminal. Imediatamente, foi determinado o pH em potenciômetro digital e em seguida, adicionado 1mL de solução de ácido clorídrico (HCl) 1:1. As amostras foram armazenadas em recipientes plásticos a -5°C. A análise de ácidos graxos voláteis foi realizada na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

Para determinação de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), as amostras foram centrifugadas a 15.000g (4°C), durante 50 minutos, e em seguida, analisadas em cromatógrafo líquido-gasoso (Hewlett Packard 5890 Series II GC, coluna empacotada cabopack, 3m), com temperatura do forno de 120°C, equipado com integrador (Hewlett Packard 3396 Series II Integrator) e injetor automático (Hewlett Packard 6890 Series

Injector) à temperatura de 106°C, e detector tipo FID a 190°C. O gás de arraste utilizado foi o nitrogênio, sem rampa de aquecimento. O padrão interno utilizado foi o ácido 2-metilbutírico, sendo acrescentados, em cada tubo para leitura em cromatógrafo, 100µL do padrão interno, 800µL da amostra e 200µL de ácido fórmico. Uma mistura de ácidos graxos voláteis com concentração conhecida foi utilizada como padrão externo para a calibração do integrador (Campos *et al.*, 2004).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o pacote estatístico SAS (Statistical ... [200-]).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito de interação tempo de coleta do líquido ruminal *versus* proporção de concentrado ($P>0,05$) sobre os AGV estudados. As médias apresentadas para os ácidos acético e propiônico foram de 57,7% e 23,7%, respectivamente, dentro da faixa de normalidade apresentada por Berchielli *et al.* (2006), entre 54 e 74%, para o

ácido acético, e 16 e 27%, para o ácido propiônico.

A maior concentração de ácido acético ocorreu com 46,2% de concentrado, e não houve diferença significativa com relação às concentrações de ácido acético nos diferentes tempos de amostragem, em função da proporção de concentrado da dieta (Tab. 2). Ao trabalharem com polpa cítrica em substituição da silagem de milho, Nogueira *et al.* (2005) também não observaram efeito significativo na concentração de ácido acético, com obtenção de valores iguais a 67,25; 66,22 e 66,49mM/mL para teores de 40, 60 e 80% de polpa cítrica, respectivamente.

Para o ácido propiônico, a concentração máxima ocorreu com 8,78h após alimentação, com a dieta de 39,7% do concentrado. Nogueira *et al.* (2005), ao utilizarem diferentes teores de polpa cítrica em substituição ao milho na dieta de bovinos Nelore, observaram concentração máxima de ácido propiônico duas horas após a alimentação com dieta apenas de milho, atribuindo esse fato ao teor de amido na dieta, que proporcionou maior produção de propionato. No presente trabalho, apesar do aumento dos teores de concentrado, aparentemente não houve rápida degradação dos carboidratos, o que é indicado pelos valores altos de pH (Fig. 1), sugerindo um ambiente ruminal mais favorável para microrganismos celulolíticos.

Tabela 2. Médias da concentração (mM/mL) de ácidos acético e propiônico, e proporção acético:propiônico (C2:C3) no líquido ruminal de vacas alimentadas com diferentes teores de concentrado em função do tempo (h) pós-prandial

Tempo (horas)	Concentrado (%)			
	30	40	50	60
	ácido acético ¹			
0	45,42±7,89	53,90±11,48	46,03±7,78	59,13±13,70
3	55,21±4,73	73,38±6,49	66,28±7,09	51,31±11,76
6	43,43±12,08	50,66±5,91	64,31± 5,42	53,61± 13,12
9	60,26±11,56	52,07±1,99	59,74±8,44	44,27±5,78
12	52,02±8,47	55,81±4,50	70,39±4,56	55,18±18,96
	ácido propiônico ²			
0	10,46±1,82	12,59±3,20	10,64±1,72	13,73±2,98
3	16,71±1,11	19,41± 0,76	25,73±6,62	21,63±10,27
6	20,48±7,73	33,27±11,42	23,39±4,94	24,44±11,14
9	36,85±10,57	33,52±12,78	27,49±8,22	29,16±11,31
12	22,17±9,30	34,01±8,43	18,95±0,57	22,42±8,75
	proporção acético:propiônico (C2:C3) ³			
0	4,38±0,19	4,72±0,60	4,38±0,30	4,21±0,28
3	3,30±0,16	3,77±0,23	3,09±0,67	3,49±0,90
6	2,43±0,60	2,32±0,78	3,15±0,62	3,09±0,75
9	2,28±0,83	2,06±0,44	2,63±0,57	2,54±0,89
12	3,53±0,94	2,10±0,63	3,74±0,33	2,87±0,75

P > 0,05; r² = coeficiente de determinação; t = tempo; n = concentrado (%).

¹Y = -17,2847 + 3,35734.n - 0,0363608.n² (r² = 0,79).

²Y = -16,0349 + 1,10647.n - 0,0104698.n² (r² = 0,73).

³Y = 4,60679 - 0,00664592.n + 0,0000817878.n² - 0,0292886.t² + 0,000831072.n.t (r² = 0,77).

A proporção acetato:propionato (C2:C3) apresentou comportamento quadrático em função do tempo (Tab. 2), semelhante aos padrões apresentados por Teixeira e Teixeira (2001), que indicaram a proporção de C2:C3 ideal entre 2:1 e 4:1. Ao diminuírem a proporção de volumoso de 70% para 40% em dietas de vacas secas, Rodrigues *et al.* (2000) não observaram efeito

significativo na proporção de C2:C3, resultado confirmado no presente trabalho.

Resultados distintos foram verificados por Balieiro-Neto e Melloti (2007), que observaram efeito da queda na proporção acetato:propionato, com incremento nas porcentagens de ácido propiônico, ao usarem de 3 e 6% de gordura na dieta de bovinos e com 60% de volumoso, o que,

provavelmente, favoreceu a lipólise, em função dos valores de pH, contribuindo para presença de ácidos graxos livres no meio. Tal fato não poderia ter ocorrido neste experimento, uma vez

que as médias de pH permaneceram acima de 6,2, considerado como condição mínima para melhoria da ação de bactérias fibrolíticas (Fig. 1).

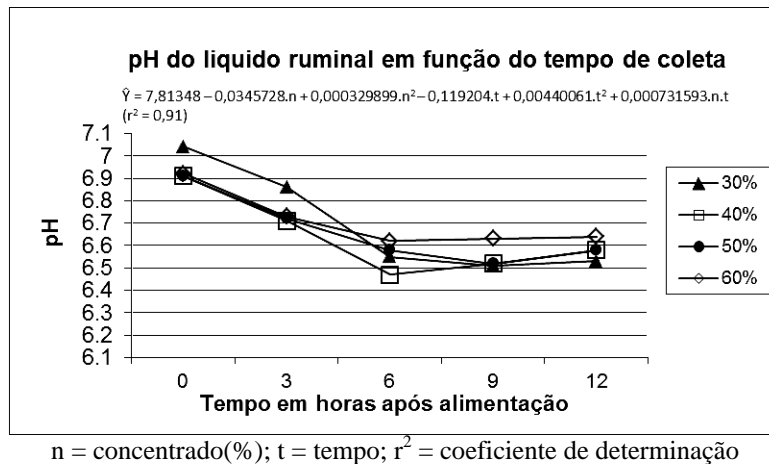


Figura 1. Variação do pH ruminal em função do tempo (h) após alimentação nas diferentes porcentagens de concentrado.

Não houve efeito significativo dos teores de concentrado sobre a concentração dos ácidos isobutírico, butírico, isovalérico e valérico (Tab. 3). As concentrações máximas ocorreram entre sete e oito horas após a alimentação, e com máximo de 47% de concentrado na dieta.

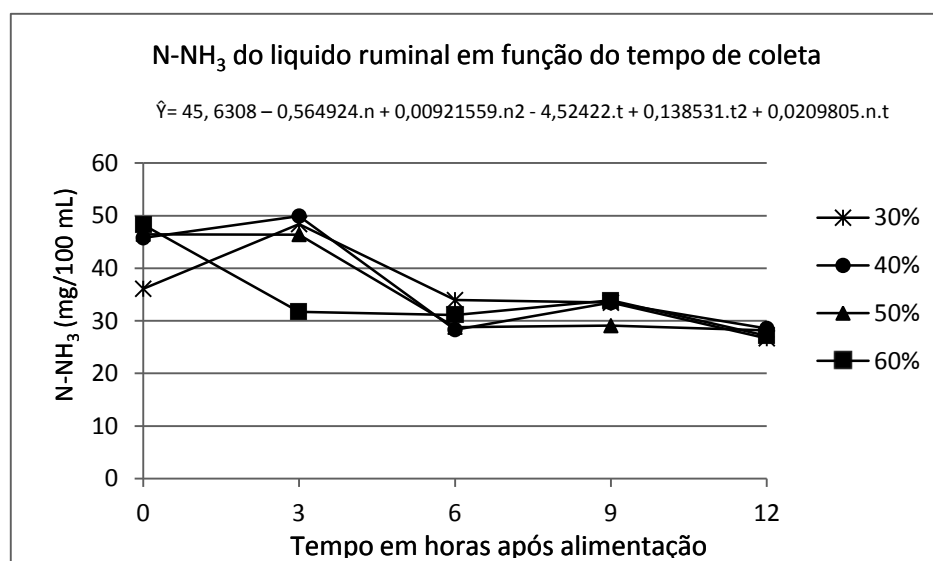
O uso de ureia nas dietas com 30, 40 e 50% de concentrado no presente experimento provavelmente favoreceu o aumento inicial da concentração de nitrogênio amoniacal (Fig. 2), que culminou com aumento da concentração de ácidos até teores de 50% do concentrado na dieta, e aparente diminuição com teores de 60%. Reduções de ácido butírico têm sido relacionadas a altas porcentagens de concentrado, com o uso de diferentes fontes de gordura na dieta de bovinos, indicando queda no número ou na atividade de alguns microrganismos, em razão do efeito tóxico dos lipídios (Vargas *et al.*, 2001; Eifert *et al.*, 2005; Balieiro-Neto e Melotti, 2007).

A inclusão de ureia na dieta de ruminantes pode aumentar a população de microrganismos celulolíticos, e na presença de amido existe efeito estimulatório sobre tal população, que pode evitar a rápida fermentação a ácido láctico, o que dificulta a diminuição do pH do líquido ruminal e promove estabilidade do processo fermentativo

(Nogueira Filho *et al.*, 2001; Coelho *et al.*, 2003), assim como aumento na concentração de nitrogênio amoniacal.

Concentrações ruminais de isovalerato e isobutirato são indicativos de fermentação de aminoácidos, os quais quando em altos teores, favorecem o acúmulo de tais AGVs, principal fator de redução do pH (Vargas *et al.*, 2001), o que não foi observado no presente trabalho (Fig. 1). Christensen *et al.* (1994) verificaram tendência de redução de isovalerato em dietas suplementadas com óleo de milho e sebo bovino, sem efeito sobre o pH ruminal.

Bernardes *et al.* (2007), ao fornecerem caroço de algodão a bezerras, com 90 dias de idade, observaram pH ruminal semelhante ao de um animal adulto e demonstraram que o caroço de algodão foi capaz de manter o pH ruminal na faixa favorável ao crescimento de bactérias celulolíticas. Neste experimento, também não foi verificado efeito do teor de concentrado com relação ao pH, que se manteve estável, com médias acima de 6,4 em todos os tratamentos (Fig. 1), indicando não haver acidificação do meio, mesmo na dieta com 60% de concentrado, estando dentro da faixa aceitável para máximo crescimento microbiano e máxima digestão de fibra, entre 6 e 7 (Hoover e Stokes, 1991).



n = concentrado(%); t = tempo; r² = coeficiente de determinação

Figura 2. Variação do N-NH₃ ruminal (mg/100 mL) em função do tempo (h) após alimentação nos diferentes teores de concentrado.

Tabela 3. Médias das concentrações (mM/mL) dos ácidos isobutírico, butírico, isovalérico e valérico no líquido ruminal de vacas alimentadas com diferentes teores de concentrado em função do tempo (h) pós-prandial

Tempo (horas)	Concentrado (%)			
	30	40	50	60
	Isobutírico ¹			
0	1,31±0,14	1,53±0,41	2,13±0,42	1,50±0,41
3	1,17±0,04	1,32±0,04	1,37±0,12	0,96±0,18
6	1,01±0,10	0,86±0,09	1,20±0,13	0,97±0,19
9	0,92±0,17	1,02±0,10	1,46±0,40	0,92±0,15
12	0,80±0,09	0,98±0,09	1,27 ±0,02	1,00±0,19
	Butírico ²			
0	7,35±2,39	12,46±3,23	11,45±1,02	12,56±2,88
3	10,80±0,83	13,17±0,59	14,93±1,11	11,60±2,85
6	9,37±2,12	12,46±1,87	14,05±0,45	11,97±2,51
9	18,82±7,26	15,75±1,14	15,05±1,74	14,56±1,85
12	8,44±1,73	14,14±1,51	13,12±0,73	12,04±3,31
	Isovalérico ³			
0	2,21±0,31	2,58±0,59	3,45±0,64	2,65±0,70
3	2,05±0,13	2,27±0,16	2,64±0,38	1,88±0,36
6	1,93±0,10	1,87±0,05	2,38±0,22	1,90±0,17
9	2,03±0,30	2,04±0,23	2,70±0,70	2,07±0,33
12	1,48±0,18	2,02±0,14	2,15±0,07	1,85±0,34
	Valérico ⁴			
0	1,14±0,14	1,34±0,32	1,32±0,34	1,78±0,43
3	1,84±0,20	1,94±0,08	2,31±0,14	1,68±0,40
6	1,48±0,37	1,95±0,26	2,24±0,19	1,53±0,34
9	1,94±0,17	2,02±0,06	2,86±0,79	1,74±0,46
12	1,31±0,34	1,84±0,10	1,90±0,15	1,58±0,40

P>0,05; r² = coeficiente de determinação; t= tempo; n= concentrado (%).

¹Y=-1,00474 +0,119081.n - 0,00128594.n² - 0,142467t + 0,00758457.t² + 0,000155301.n.t (r²=0,72).

²Y= - 12,1352 + 0,962412.n - 0,00954294.n² + 1,23786t - 0,0540539.t² - 0,00911044.n.t (r²=0,41).

³Y= - 1,68797 + 0,193017.n - 0,00202219.n² - 0,111412.t + 0,00579589.t² - 0,000325235.n.t (r²=0,66).

⁴Y= - 2,53924 + 0,175967.n - 0,00184199.n² + 0,199366.t - 0,012469.t² - 0,000574218.n.t (r²=0,57).

Os AGV totais apresentaram média geral de 96,36 mM/mL (Tab. 4), com concentração máxima em 8,40 horas após alimentação e 45% de concentrado na dieta, aproximadamente. A não observação de alterações com aumento do teor de concentrado indica que o volumoso utilizado (silagem de milho) foi de excelente qualidade, sendo fundamental na manutenção das condições ruminais. Ítavo *et al.* (2000) observaram comportamento quadrático em função do tempo nos resultados de AGV, no líquido ruminal de ovinos submetidos ao bagaço de laranja na dieta. Segundo Cameron *et al.* (1991), a concentração total ou proporções de AGV no fluido ruminal não são modificadas em situações nas quais a digestibilidade dos nutrientes não é influenciada pelas dietas.

Ao utilizarem óleo de soja em combinação com monensina em dietas de vacas lactantes, Eifert *et al.* (2005) também não observaram influência nos AGV totais, com média de 99,43mM/mL. Resultados similares ao desta pesquisa (Tab. 4) já haviam sido obtidos por Chapaval *et al.* (2008), que, ao analisarem diferentes proporções de volumoso e concentrado, não observaram efeito da proporção de concentrado na dieta sobre a soma dos AGV dosados. O uso de lipídios saturados e insaturados tem demonstrado pequenos ou insignificantes efeitos sobre os parâmetros ruminais (Palmquist *et al.*, 1993; Valinote *et al.*, 2006), o que sugere que a gordura usada nas dietas tenha estimulado a atividade microbiana ruminal, sem alteração na produção total de ácidos graxos voláteis.

Tabela 4. Médias das concentrações (mM/mL) dos AGV totais no líquido ruminal de vacas alimentadas com diferentes teores de concentrado em função do tempo (h) pós-prandial

Tempo (horas)	Concentrado (%)			
	30	40	50	60
0	67,89±11,13	84,41±18,82	75,02±9,74	91,35±20,91
3	87,78±6,69	111,49±6,75	113,27±7,06	89,07±19,92
6	77,70±19,35	101,05±15,40	107,56±4,09	94,43±22,21
9	120,81±15,71	106,42±13,55	109,29±13,08	92,73±16,86
12	86,23±15,36	108,80±5,37	107,78±4,41	94,07±26,80

P>0,05; r²= coeficiente de determinação; t= tempo; n= concentrado (%).

Y= -56,0612 + 5,99406.n - 0,0615236. n² + 7,83304.t - 0,319962.t² (r²=0,58).

As concentrações máximas de AGV total ocorreram por volta de oito horas após alimentação, coincidindo com valores mínimos de pH e N-NH₃ (Fig. 1 e 2), entre seis e oito horas. Valores máximos de AGV obtidos por Ítavo *et al.* (2000) ocorreram três horas após alimentação, concomitantemente com valores mínimos de pH, devido à relação inversamente proporcional, o que também foi observado no presente trabalho.

CONCLUSÃO

Os diferentes teores de concentrado na dieta não interferiram na concentração de ácidos graxos voláteis no líquido ruminal de vacas, assim podem-se utilizar dietas com até 60% de concentrado sem alterações nos parâmetros ruminais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALIEIRO-NETO, G.; MELLOTI, L. Produção de ácidos graxos voláteis e contagem de protozoários ruminais em bovinos suplementados com gordura. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, v. 44, p. 115-121, 2007.
- BARKER, I.K.; VAN DREUMEL, A.A.; PALME, N. The alimentary system. In: JUBB, K.V.F.; KENNEDY, P.C.; PALMER, N. *Pathology of domestic animals*. 4.ed. San Diego: Academic, 1995. 574p.
- BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2006. v.2, 583p.
- BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiol. Rev.*, v.10, p.567-589, 1990.
- BERNARDES, E.B.; COELHO, S.G.; CARVALHO, A.U. *et al.* Efeito da substituição do feno de *Tifton 85* pelo caroço de algodão como fonte de fibra na dieta de bezerras. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.59, p.955-964, 2007.

- CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. *Métodos de análises de alimentos*. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135 p.
- CAMERON, M.R.; KLUSMEYER, T.H.; LYNCH, G.L. *et al.* Effects of urea and starch on rumen fermentation, nutrient passage to the duodenum and performance of cows. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.1321-1336, 1991.
- CHAPAVAL, L.; MELOTTI, L.; ROSSI JÚNIOR, P. *et al.* Relação volumoso concentrado sobre as concentrações ruminais de amônia, pH e ácidos graxos voláteis em vacas leiteiras mestiças. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v.9, p.18-28, 2008.
- CHRISTENSEN, R.A.; CAMERON, M.R.; CLARK, J.H. *et al.* Effects of amount of protein and ruminally protected amino acids in the diet of dairy cows fed supplemental fat. *J. Dairy Sci.*, v.77, p.1618-1629, 1994.
- COALHO, M.R.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; CUNHA, J.A. *et al.* Estudo dos protozoários ciliados em bovinos consumindo dietas com diferentes níveis de proteína não degradável no rúmen. *Acta Scient. Anim. Sci.*, v.25, p.193-199, 2003.
- COSTA, S.F.; PEREIRA, M.N.; MELO, L.Q. *et al.* Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e epiderme de bezerras. II. Aspectos ultraestruturais. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.60, p.10-18, 2008.
- EIFERT, E.C.; LANA, R.P.; LEÃO, M.I. *et al.* Efeito da combinação de óleo de soja e monensina na dieta sobre o consumo de matéria seca e a digestão em vacas lactantes. *Rev. Bras. Zootec.*, v.34, p.297-308, 2005.
- HOOVER, W.H.; STOKES, S.R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.3630-3644, 1991.
- ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C. *et al.* Avaliação da silagem de bagaço de laranja com diferentes aditivos por intermédio dos parâmetros de fermentação ruminal de ovinos e contribuição energética dos ácidos graxos voláteis. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.1491-1497, 2000.
- ÍTAVO, C.C.B.F.; ÍTAVO, L.C.V.; SILVA, F.F. Aspectos da fermentação ruminal de lipídios. In: ÍTAVO, L.C.V.; ÍTAVO, C.C.B.F. (Org.). *Nutrição de ruminantes: aspectos relacionados à digestibilidade e aproveitamento de nutrientes*. Campo Grande: UCDB, 2005. p.151-166.
- IVAN, M.; MIR, P.S.; KOENIG, K.M. *et al.* Effects of dietary sunflower seed oil on rumen protozoa population and tissue concentration of conjugated linolenic acid in sheep. *Small Ruminant Res.*, v. 41, p. 215-227, 2001.
- JENKINS, T.C. Symposium: advances in ruminant lipid metabolism – lipid metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.*, v.76, p.3851-3863, 1993.
- NAGARAJA, T.G.; NEWBOLD, C.J.; Van NEVEL, C.J. *et al.* Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Eds.). *The rumen microbial ecosystem*. 2.ed. London: Blackie Academic & Professional, 1997. p.523-632.
- NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; MARTIN-ORÚE, S.M.; BALCELLS, J. *et al.* Níveis de proteína degradável para novilhas em crescimento sobre a concentração de protozoários ciliados e outros parâmetros ruminais. *Acta Scient.*, v. 23, p. 945-951, 2001.
- NOGUEIRA, K.A.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; LEME, P.R. *et al.* Substituição do milho pela polpa de citros sobre a fermentação ruminal e protozoários ciliados. *Acta Scient. Anim. Sci.*, v. 27, p. 123-127, 2005.
- ØRSKOV, E. R.; RYLE, M. *Energy nutrition in ruminants*. [s.l.]:Elsevier Applied Science, 1990. 149p.
- PALMQUIST, D.L.; WEISBJERG, M.R.; HVELPLUND, T. Ruminal, intestinal and total digestibility of nutrients in cows fed diets high in fat and undegradable protein. *J. Dairy Sci.*, v.76, p.1353-1364, 1993.
- RODRIGUES, P.H.M.; LUCI, C.S.; CASTRO, A.L. Efeitos da lasalocida sódica e proporção volumoso/concentrado sobre a fermentação ruminal em vacas secas. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, v.37, p. 434-443, 2000.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- STATISTICAL analysis system: user's guide – SAS. Release 9.1. Cary, NC:SAS Institute, [200-].
- TAMMINGA, S.; VAN VUUREN, M. Formation and utilization of end products of lignocelluloses degradation in ruminants. *Anim. Feed Sci. Tech.*, v.21, p.141-159, 1988.
- TEIXEIRA, J.C.; TEIXEIRA, L.F.A.C. *Princípios de nutrição de bovinos leiteiros*. Lavras: UFLA/FAEP, 2001. 245p. (Textos acadêmicos).
- VALINOTE, A.C.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; LEME, P.R. *et al.* Fontes de lipídio e monensina sódica na fermentação, cinética e degradabilidade ruminal de bovinos. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v.41, p.117-124, 2006.
- VARGAS, L.H.; LANA, R.P.; MÂNCIO, A.B. *et al.* Influência de Rumensin®, óleo de soja e níveis de concentrado sobre o consumo e os parâmetros fermentativos ruminais em bovinos. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 30, p.1650-1658, 2001.