

UTILIZAÇÃO DE LIPÍDIOS COMPLEXADOS COM CÁLCIO PARA VACAS EM LACTAÇÃO.

2. CONCENTRAÇÕES DE N-NH₃, pH E TAXA DE PASSAGEM NO RÚMEN¹

MITSON ROSADO², ANTONIO CARLOS GONÇALVES DE CASTRO, JOSÉ FERNANDO COELHO DA SILVA,
SEBASTIÃO DE CAMPOS VALADARES FILHO e RICARDO FREDERICO EUCLYDES³

RESUMO - Dois experimentos utilizando a silagem de milho e a cana-de-açúcar foram realizados para verificar o efeito de um produto composto de ácido graxo de origem animal e/ou vegetal com sal de cálcio sobre a variação do pH, a concentração de amônia, e estimar a taxa de passagem de digestos no rúmen, utilizando-se modelos de um e dois compartimentos, em vacas em lactação. O pH apresentou um comportamento quadrático; os valores oscilaram em torno de 6,0, independentemente do volumoso e da presença, ou não, do aditivo. No experimento com silagem em presença do aditivo, a concentração de N-NH₃ decresceu linearmente a uma taxa de 1,84 mg/100 ml/h. A dieta sem aditivo apresentou um comportamento quadrático, e a maior concentração de N-NH₃ foi de 22,03 mg/100 ml. No experimento com cana, as concentrações de N-NH₃ apresentaram um comportamento quadrático em relação às dietas com e sem aditivo (15,71 e 18,76 mg/100 ml, respectivamente). A taxa de passagem pelo modelo unicompartmental foi maior ($P < 0,05$) em relação à silagem (6,44%/h) do que em relação à cana (4,11%/h). As taxas de passagem pelos modelos uni e bicompartmental não diferiram ($P > 0,05$).

Termos para indexação - amônia ruminal, pH ruminal, taxa de passagem de digestos.

THE USE OF LIPID - CALCIUM COMPLEX FOR LACTATING COWS.

2. RUMINAL pH AND AMMONIA LEVELS AND RATE OF DIGESTA PASSAGE

ABSTRACT - The effect of a lipid-calcium complex fed to lactating cows, on the ruminal pH and ammonia levels and the rate of digesta passage based on one - and two - compartmental models, was studied in two trials utilizing maize silage or sugarcane. Ruminal pH showed a quadratic behavior in both experiments and the mean value for all diets was 6.0. The ruminal ammonia concentration in Experiment 1 decreased linearly at the rate of 1.84 mg/100 ml/hour when the calcium complex was present and showed a quadratic behavior when it was absent, with the maximum value of 22.03 mg N-NH₃/100 mg. In Experiment 2 the ruminal ammonia concentration showed a quadratic behavior; the respective values for diets with and without the complex were 15.71 and 18.76 mg/100 ml. The rate of rumen digesta passage (one compartment model) was higher ($P < 0.05$) for corn silage diet (6.44%/h) than for sugarcane diet (4.11%/h). The rates of passage determined by the one or two compartment models in Experiment 1 were similar ($P > 0.05$).

Index terms - rumen ammonia, rumen pH, rate of digesta passage.

INTRODUÇÃO

Vários fatores têm sido relacionados com o pH e a concentração de N amoniacal (N-NH₃) no lí-

quido ruminal, e dentre eles destaca-se a dieta (Gomes, 1991). A ingestão de lipídios pode alterar o metabolismo ruminal (Johnson & McClure, 1972), alterando, entre outros fatores, o pH (Ngidi et al., 1990) e a população microbiana no rúmen (Devendra & Levis, 1974), e, conseqüentemente, afetando a produção de N-NH₃.

Boggs et al. (1987) forneceram 7,5% de sebo adicionado a uma dieta básica de feno e verificaram que a concentração de N-NH₃ e o pH do rúmen de bovinos não foram afetados. Resultados

¹ Aceito para publicação em 17 de fevereiro de 1994.

Extraído da Tese do primeiro autor apresentada à Univ. Fed. de Viçosa para obtenção do grau de Magister Scientiae. Trabalho parcialmente financiado pelo CNPq e IMPAL Química S.A.

² Zoot. Bolsista do CNPq. UFV, CEP 36570-000 Viçosa, MG.

³ Zoot., Prof., Dep. Zoot., UFV., CNPq. CEP 36570-000 Viçosa, MG.

semelhantes foram obtidos por Palmquist & Conrad (1980) com relação à concentração de N-NH₃ quando forneceram 10% de sebo a bovinos. Mir (1988) também não observou alteração do pH ruminal de bovinos quando trabalhou com dietas semelhantes.

Segundo Grumer (1988), a utilização de sais de cálcio complexado com ácidos graxos de óleo de dendê (palm oil) não acarretou qualquer alteração no pH do rúmen, que permaneceu em torno de 6,0. Também Ngidi et al. (1990) não observaram qualquer alteração no pH ruminal quando da utilização de diferentes níveis (0, 2, 4 e 6%) de gordura saponificada com cálcio.

Vários fatores afetam a taxa de passagem da digesta pelo rúmen e, conseqüentemente, o tempo de sua retenção. Entre eles, pode-se citar o tamanho da partícula, o nível de consumo (Gomes, 1991), o fluxo de água e a saliva, a movimentação ruminal, a ruminação, e a população microbiana, entre outros (Czerkawski, 1986).

Os métodos para a determinação da taxa de passagem da digesta pelo rúmen têm sido desenvolvidos ou adaptados e testados por (Grovm & Williams, 1973; Hartinell & Satter, 1979; Czerkawski, 1986).

Grovm & Williams (1973) compararam a mudança da concentração do ⁵¹Cr-EDTA no retículo-rúmen e subseqüente concentração do marcador nas fezes de carneiros, por um período de cinco dias. Os autores verificaram que a taxa de passagem no retículo-rúmen (modelo unicompartmental) foi semelhante à taxa de passagem obtida através de amostras de fezes (modelo bicompartmental), sendo que os tempos de retenção obtidos foram de 13,82 e 13,77 horas, respectivamente, em relação aos modelos uni e bicompartmentais.

Os objetivos deste trabalho foram verificar o efeito de um produto composto de ácidos graxos de origem animal e/ou vegetal com um sal de cálcio, sobre a variação do pH e a concentração de N-NH₃, bem como estimar a taxa de passagem no rúmen utilizando modelos de um e dois compartimentos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas cinco vacas 5/8 HZ, em lactação, fistuladas no rúmen. Os animais receberam silagem de milho (*Zea mays*, L.) no Experimento 1, e cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.), no Experimento 2. Em ambos os experimentos foi incluído, ou não, o ácido graxo complexado com sal de cálcio na ração. O concentrado era basicamente constituído de fubá de milho e farelo de soja, como descrito por Rosado et al. (1994).

Para a determinação do pH e N-NH₃ do líquido ruminal e a taxa de passagem (modelo unicompartmental), foram utilizadas cinco e quatro vacas fistuladas no rúmen, para os experimentos com silagem e com cana, respectivamente.

As determinações de pH e N-NH₃ foram feitas no 16º e 18º dia após o início da alimentação. As amostras do líquido do rúmen foram coletadas utilizando-se bomba de vácuo imediatamente antes, e duas, quatro e seis horas após a alimentação. As amostras foram filtradas, e no líquido (±40 ml/vaca) foram feitas as leituras do pH. Após essa leitura, adicionou-se ao líquido ruminal a dose de 10 ml de ácido fosfórico (H₃PO₄).

No 18º dia repetiu-se toda a operação, quando, então, as duas amostras com H₃PO₄ foram acondicionadas em um único frasco e guardadas em congelador. Para a determinação da concentração de N-NH₃, as amostras, após serem descongeladas, foram centrifugadas a 3.000 rpm por dez minutos, sendo a concentração de N-NH₃ medida no sobrenadante, por destilação em meio básico para ácido bórico e titulação com ácido clorídrico.

A taxa de passagem no rúmen foi estimada utilizando-se modelos uni e bicompartmental no 20º dia após o início da alimentação, fornecendo-se 10 g de óxido crômico/vaca/dia, em uma única dosagem.

No modelo unicompartmental, as amostras do conteúdo ruminal (líquido + sólidos) foram coletadas utilizando-se bomba de vácuo, nos horários de 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 horas após o fornecimento do indicador.

Para a estimativa da taxa de passagem da matéria seca da digesta e tempo de retenção da digesta no rúmen (modelo unicompartmental), foi utilizado o método descrito por Czerkawski (1986). De acordo com esse método, as taxas de passagem da matéria seca são consideradas como sendo os coeficientes de declividade "b" das equações de regressão, e o tempo de retenção da matéria seca da digesta é calculada como sendo 1/b.

A determinação da taxa de passagem (modelo bicompartmental) foi realizada somente no experimento com silagem de milho, usando onze animais no tratamento com aditivo, e nove para o sem aditivo, em delineamento de blocos casualizados.

As amostras de fezes foram coletadas diretamente do

reto, nos horários imediatamente antes da alimentação e 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 42, 45, 51, 57, 63, 81, 93 horas após o fornecimento do indicador.

Para o cálculo da taxa de passagem da matéria seca e tempo de retenção da matéria seca no rúmen e nos intestinos (modelo bicompartimental), foi adotado o método descrito por Grovum & Williams (1973), utilizando-se a seguinte equação para a concentração de óxido crômico na matéria seca fecal para cada tipo de dieta:

$$Y = A_1 e^{-k_1(t-TT)} - A_2 e^{-k_2(t-TT)} \quad \text{para } t > TT \quad (1)$$

$$Y = 0 \quad \text{para } t < TT$$

onde Y é a concentração de óxido crômico nas fezes; K_1 representa a taxa de passagem no rúmen; t é o tempo de amostragem do indicador; TT é o tempo em que o indicador aparece pela primeira vez nas fezes; A é biologicamente indefinido; e K_2 é considerado como a taxa de passagem pós-ruminal ou nos intestinos.

Inicialmente, as concentrações do óxido crômico nas fezes foram corrigidas pela concentração desse indicador obtida no tempo zero (imediatamente antes do fornecimento de indicador). A partir da concentração do indicador de maior valor, as fezes foram transformadas em seus respectivos logaritmos naturais, utilizando-se o seguinte modelo:

$$Y = A_1 \cdot e^{-k_1 t}$$

$$\ln Y = \ln A_1 - k_1 t \quad (2)$$

O valor absoluto do coeficiente de regressão obtido a partir dos valores dos logaritmos naturais na porção linear desta curva é o k_1 , que corresponde à taxa de passagem, e $T_{1/2k_1}$, que é igual a $0,69/k_1$, que corresponde ao tempo de retenção da matéria seca no rúmen.

Tendo-se obtido os valores de A_1 e k_1 , calcularam-se os valores de C:

$$C = A_1 e^{-(k_1 t) - i}$$

onde i representa o valor da concentração do indicador no tempo t. Todos os valores de C positivos foram transformados em seus respectivos logaritmos naturais, obtendo-se:

$$\ln C = \ln A_2 - k_2 t \quad (3)$$

onde k_2 corresponde à taxa de passagem nos intestinos, e $T_{1/2k_2}$ ($0,693/k_2$) corresponde ao tempo de retenção da matéria seca da digesta nos intestinos.

O valor de TT foi obtido pela seguinte equação:

$$TT = \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{k_2 - k_1}$$

O valor de A foi calculado como sendo igual a:

$$A = A_1 \cdot e^{-k_1 TT}$$

Para ambos os experimentos, as médias dos dados obtidas nas determinações do pH e N-NH₃ no líquido ruminal foram ajustadas segundo a análise de regressão entre os tempos de coleta das amostras e os valores do pH ou das concentrações de N-NH₃.

As médias da concentração de óxido crômico no modelo de um compartimento (rúmen) foram ajustadas em uma equação do logaritmo natural da concentração do óxido crômico em função do tempo, e os coeficientes das equações de regressão obtidos foram comparados pelo teste t a 5% de probabilidade.

As equações de regressão obtidas para a determinação da taxa de passagem nos dois compartimentos (fezes), nos tratamentos com e sem aditivo, foram comparadas pelo teste t a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento com silagem de milho verificou-se que o pH apresentou um comportamento quadrático, descrito pela equação $Y = 6,812 - 0,330X + 0,032X^2$, $R^2 = 0,99$ ($P < 0,05$), quando não se utilizou o aditivo, e $Y = 6,579 - 0,245X + 0,27X^2$, $R^2 = 0,99$ ($P < 0,05$) quando se utilizou o aditivo, sendo Y = pH, e X = tempo em horas. Os menores valores de pH obtidos foram de 5,96, decorridas 5,2 horas, e 6,02, decorridas 4,5 horas após a ingestão alimentar, respectivamente, para as dietas sem e com aditivo. No experimento com cana, as equações obtidas foram $Y = 6,722 - 0,401X + 0,054X^2$, $R^2 = 1,00$ ($P < 0,05$) e $Y = 6,689 - 0,327X + 0,041X^2$, $R^2 = 0,86$ ($P < 0,05$), respectivamente para dietas sem e com aditivo, sendo Y = pH e X = tempo em horas. Os menores valores foram 5,98, obtidos 3,7 horas, e 6,04, obtido 4,0 horas após a ingestão alimentar, para as dietas sem e com aditivo, respectivamente. Evidente que estas alterações não têm influência sobre o funcionamento normal do rúmen, e portanto o aditivo não afetou as condições normais do rúmen.

Grummer (1988), utilizando ração à base de silagem, verificou que o pH não foi afetado quando da suplementação de gordura saponificada com cálcio, obtendo valores em torno de 6,0, inferiores aos obtidos neste trabalho, que foram, em média, de 6,26. Porém, esse valor é inferior ao obtido por Doreau et al. (1987), que forneceram 2% ou 10% de gordura nas dietas constituídas basicamente de feno, e obtiveram pH sempre superior a 6,5.

No experimento com silagem, sem o aditivo, a concentração N-NH₃ no líquido ruminal apresentou reposta quadrática, e a equação obtida foi $Y = 15,632 + 4,537X - 0,965X^2$, $R^2 = 0,57$ ($P < 0,05$), sendo $Y = \text{mg de N-NH}_3/100 \text{ ml}$, e $X = \text{tempo em horas}$. A maior concentração obtida foi de 22,03 mg/100 ml, que ocorreu 2,35 horas após a ingestão alimentar. Para a dieta com o aditivo, verificou-se que houve um decréscimo contínuo na concentração do N-NH₃ ruminal, conforme a equação $Y = 23,731 - 1,837X$, $R^2 = 0,53$ ($P < 0,05$). Kowalezye et al. (1977), citados por Boggs et al. (1987), também obtiveram resposta linear quando trabalharam com infusão de sebo no rúmen de carneiros.

No experimento com cana, as médias das concentrações de N-NH₃ obtidas apresentaram um comportamento quadrático; as respectivas equações para dietas com e sem aditivo foram $Y = 11,398 + 3,412X - 0,673X^2$, $R^2 = 0,32$ ($P < 0,05$) e $Y = 10,7136,471X - 1,296X^2$, $R^2 = 0,91$ ($P < 0,05$), sendo $Y = \text{mg de N-NH}_3/100 \text{ ml}$, e $X = \text{tempo em horas}$. Os maiores valores dessas concentrações foram de 15,71 mg/100 ml obtidos 2,53 horas, e de 18,76 mg/100 ml obtidos 2,50 horas após a ingestão alimentar, respectivamente, em relação às dietas com e sem aditivo.

Em média, os valores da concentração de N-NH₃ obtidos foram 13,6 e 9,7 mg/100 ml, respectivamente, em relação aos experimentos com silagem e cana, sendo esses valores maiores que os obtidos por King et al. (1990), que encontraram 9 mg/100 ml, quando trabalharam com vacas em pastagens recebendo concentrado acrescido de gordura.

Palmquist & Conrad (1980), Boggs et al. (1987) e Firkins et al. (1990) também observaram que a inclusão de gordura na dieta não afetou a

concentração de amônia no rúmen. Entretanto, Doreau et al. (1987) verificaram que a alteração na concentração de N-NH₃ só ocorria uma hora após a alimentação.

Na Tabela 1 estão os parâmetros das equações de regressão obtidos pelo modelo unicompartmental. As taxas de passagem (Tabela 2) não foram afetadas pela presença de aditivo, e sim, pelo tipo de volumoso utilizado.

Gomes (1991) também verificou que a taxa de passagem foi diferente com o tipo de volumoso utilizado nas dietas, tendo obtido valores iguais a 5,11%/h em relação a de "napier", 3,80%/h em relação a feno de "cameron" e 3,27%/h em relação a palha de arroz, embora os dois últimos não diferissem. O mesmo cita ainda os trabalhos de Orskov et al. (1980) e Erdman et al. (1987): os primeiros afirmam que a taxa de passagem de 9%/h pode ser considerada apropriada para dietas de vacas leiteiras de alta produção, em que a silagem é parte considerável da dieta; os segundos relatam valor de taxa de passagem igual a 4,60%/h, em relação a bovinos recebendo dietas com silagem de milho.

Os valores de k_1 , k_2 , A_1 , A_2 , TT e A , obtidos em relação à taxa de passagem, utilizando-se amostras de fezes (modelo dois compartimentos), encontram-se na Tabela 3. A taxa de passagem e os tempos de retenção ruminal e pós-ruminal também não diferiram ($P > 0,05$) com a presença do aditivo (Tabela 4).

TABELA 1. Valores dos interceptos e dos coeficientes de regressão e de determinação (R^2) das equações de regressão obtidas em relação à taxa de passagem, pelo Modelo Unicompartmental*.

Volumoso	Aditivo	Intercepto	Coefficiente	R^2
Silagem de milho	Com	268,03	0,0693539	0,95
	Sem	301,19	0,0616978	0,97
	Eq. geral (1)	281,96	0,0643685	0,97
Cana-de-açúcar	Com	222,37	0,0366396	0,88
	Sem	214,79	0,0513549	0,85
	Eq. geral (2)	212,74	0,0410519	0,91

* $Y = a e^{-bx}$

TABELA 2. Taxas de passagem e tempos de retenção da matéria seca da digesta no rúmen, obtidos pelo Modelo Unicompartimental.

	Silagem de milho		Cana-de-açúcar	
	Aditivo			
	Com	Sem	Com	Sem
Taxa de passagem (%/h)	6,94	6,17	3,66	5,14
Tempo de retenção (h)	14,42	16,21	27,29	19,47
Taxa de passagem (%/h)		6,44*		4,11*
Tempo de retenção (h)		15,54		24,36

* P < 0,05 pelo teste t.

TABELA 3. Valores de k_1 , k_2 , A_1 , A_2 , TT e A obtidos para taxa de passagem pelo Modelo Bicompartimental*. Experimento com silagem de milho.

Aditivo	k_1	k_2	A_1	A_2	TT	A
Com	0,0505181	0,140269	1135,87	1930,22	5,91	842,68
Sem	0,0580085	0,128421	1650,71	2461,95	5,68	1187,34
Eq. geral (3)	0,0514472	0,163552	1210,08	2908,78	7,82	809,26

$$* Y = A_e^{-k_1(t-TT)} - A_e^{-k_2(t-TT)} \quad \text{para } t > TT$$

$$Y = 0 \quad \text{para } t < TT$$

TABELA 4. Estimativa da taxa de passagem ruminal e tempo de retenção ruminal e intestinal, pelo Modelo Bicompartimental. Experimento com silagem de milho.

	Aditivo	
	Com	Sem
Taxa de passagem ruminal (k_1)	5,05	5,80
Tempo de retenção ruminal (h)	13,72	11,95
Tempo de retenção intestinal (h)	4,94	5,40

TABELA 5. Valores de taxa de passagem e tempo de retenção obtidos pelos modelos Uni - e Bicompartimental. Experimento com silagem de milho.

	Modelos	
	Um compartimento	Dois compartimentos
Taxa de passagem (%/h)	6,44*	5,14*
Tempo de retenção (h)	15,54	13,47

* P < 0,05 pelo teste de t.

Comparando o coeficiente da equação geral (1), determinada pelo modelo de um compartimento (Tabela 1), e o coeficiente k_1 , da equação geral (3), determinada pelo modelo de dois compartimentos (Tabela 3), em que o volumoso da dieta foi silagem de milho, verificou-se que houve diferença (P < 0,05), e o valor da taxa de passagem obtida pelo modelo de dois compartimentos representou 79,81% da obtida pelo método de um compartimento (Tabela 5). Esses dados contras-

tam com os de Grovum & Williams (1973), que, utilizando cevada desidratada, mostraram não haver diferença entre a taxa de passagem obtida através desses dois modelos.

No presente experimento é provável que essa diferença ocorrida seja consequência do baixo número de repetições utilizadas quando se empregou o modelo unicompartimental, uma vez que não diferiram a 1% de probabilidade.

A taxa de passagem no rúmen, obtida utilizan-

do-se o modelo de um compartimento (Tabela 1), não diferiu ($P < 0,05$) com a presença do aditivo, independentemente do tipo de volumoso usado nas dietas (Tabela 2). Entretanto, a taxa de passagem diferiu ($P < 0,05$) entre o tipo de volumoso utilizado nas dietas (Tabela 2), quando se compararam os coeficientes das equações (1) e (2) na Tabela 1, pois obteve-se maior taxa de passagem quando o volumoso foi silagem de milho.

O tempo de retenção intestinal (Tabela 4) foi de 4,94 e 5,40 horas, respectivamente, em relação às vacas que receberam, ou não, o aditivo, valores, esses, próximos ao obtido por Grovum & Williams (1973), que foi de 4,40 horas, porém inferior ao obtido por Hartinell & Satter (1979), que foi, em média, de 6,84 horas, apesar de estes autores terem trabalhado com alimentos diferentes. No entanto, não foram encontrados, na literatura, resultados com dietas semelhantes às utilizadas nesta pesquisa.

CONCLUSÕES

1. Em média, o pH obtido foi de 6,0, independentemente do tipo de volumoso e da presença de aditivo.

2. As concentrações máximas de $N-NH_3$ obtidas foram de 22,03 mg/100 ml no experimento com silagem de milho para o tratamento sem aditivo, e, em média, de 17,2 mg/100 ml, no experimento com cana.

3. As taxas de passagem no rúmen estimadas pelo modelo unicompartmental foram diferentes entre si, - a saber: de 6,44 e 4,11%/h para o experimento com silagem e cana, respectivamente -, e não foram afetadas pela presença do aditivo.

4. As taxas de passagem no rúmen estimadas pelo modelo uni e bicompartimental foram de 6,44 e 5,14%/h, e foram estatisticamente diferentes a 5% de probabilidade.

REFERÊNCIAS

- BOGGS, D.L.; BERGEN, W.G.; HAWKINS, D.R. Effects of tallow supplementation and protein withdrawal on ruminal fermentation, microbial synthesis and site of digestion. *Journal of Animal Science*, Albany, v.64, p.1907-1914, 1987.
- CZERKAWSKI, J.W. *An introduction to rumen studies*. Oxford: Pergamon International Library of Science, Technology, Engineering and Social Studies, 1986. p.236.
- DEVENDRA, C.; LEWIS, D. The interaction between dietary lipids and fiber in the sheep. *Animal Production*, Harlow, v.19, p.67-76, 1974.
- DOREAU, M.; BAUCHART, D.; KINDLER, A. Effect of fat and lactose supplementation on digestion in dairy cows. I. Nonlipid components. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.70, p.64-70, 1987.
- FIRKINS, J.L.; WEISS, W.P.; EASTRIDGE, M.L. Effect of feeding fungal culture extract and animal-vegetable fat on degradation of hemicellulose and on ruminal bacterial growth in Heifers. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.73, p.1812-1822, 1990.
- GOMES, B.V. *Influência das características químicas e físicas das forragens sobre o consumo, degradação e cinética da digesta ruminal*. Viçosa: UFV, 1991. 116p. Tese de Doutorado.
- GROVUM, W.L.; WILLIAMS, V.J. Rate of passage of digesta in sheep. IV. Passage of marker through the alimentary tract and the biological relevance of the rate constants derived from the changes in concentrations of marker in faeces. *British Journal of Nutrition*, Cambridge, v.30, p.313-329, 1973.
- GRUMMER, R.R. Influence of prilled fat and calcium salt of palm oil fatty acids on ruminal fermentation and nutrient digestibility. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.71, p.117-123, 1988.
- HARTINELL, G.F.; SATTER, D. Determination of rumen fill, retention time and ruminal turnover rates of digesta at different stages of lactation in dairy cows. *Journal of Animal Science*, Albany, v.48, p.381-392, 1979.
- JOHNSON, R.R.; McCLURE, K.E. High fat rations for ruminants. I. The addition of saturated and unsaturated fats to high roughage and high concentrate rations. *Journal of Animal Science*, Albany, v.34, p.501-509, 1972.
- KING, K.R.; STOCKDALE, C.R.; TRIGG, T.E. Influence of high energy supplements containing fat on the productivity of pasture-fed dairy cows. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. Melbourne, v.30, p.11-16, 1990.

- MIR, Z.A.; Comparison of canola acidulated fatty acids and tallow as supplements to a ground alfalfa diet for sheep. **Journal of Animal Science**, Albany, v.68, p.761-777, 1988.
- NGIDI, D.E.; LOERCH, S.C.; FLUHARTY, F.L. Effects of calcium soaps of long-chain fatty acids on feedlot performance, carcass, characteristics and ruminal metabolism of steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.68, p.2255-2265, 1990.
- PALMQUIST, D.L.; CONRAD, H.R. High fat rations for dairy cows. Tallow and hydrolyzed blended fat at two intakes. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.63, p.391-395, 1980.
- ROSADO, M; CASTRO, A.G.C.; COELHO DA SILVA, J.F. Utilização de lipídios complexados com cálcio para vacas em lactação. 1. Consumo e digestibilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.1, p.151-160, 1994.