

## Digestibilidade e metabólitos sanguíneos de vacas da raça Holandesa superovuladas que receberam Lac100<sup>®</sup> ou linhaça em grão como fontes de gordura

[Digestibility and blood concentration of metabolites in superovulated dairy cows fed Lac100<sup>®</sup> or linseed as fat sources]

F.L.B. Cavalieri<sup>1</sup>, G.T. Santos<sup>2,5\*</sup>, D.C. Silva<sup>3,6</sup>, L.P. Rigolon<sup>1,2</sup>, J.C. Damasceno<sup>2,5</sup>,  
L.C. Capovilla<sup>1</sup>, C.M. Betini<sup>1</sup>, F.S. Ramos<sup>3,6</sup>, H.V. Petit<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Medicina Veterinária - CESUMAR – Maringá, PR

<sup>2</sup>Departamento de Zootecnia – UEM

Av. Colombo, 5790

87020-900 – Maringá, PR

<sup>3</sup>Aluna de pós-graduação - UEM – Maringá, PR

<sup>4</sup>Dairy and Swine Research and Development Centre,  
Agriculture and Agri-Food Canada, STN Lennoxville, Canadá

<sup>5</sup>Bolsista do CNPq

<sup>6</sup>Bolsista da CAPES

### RESUMO

Foram avaliados os efeitos de duas fontes de gordura, Lac100<sup>®</sup> (Yakult), fonte de ácido graxo ômega-6, e linhaça em grão (*Linum usitatissimum*) (LIN), fonte de ácido graxo ômega-3, sobre a digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN), fibra em detergente ácido (DFDA) e extrato etéreo (DEE), e concentrações sanguíneas de HDL, LDL, VLDL, colesterol, triglicerídeos, glicose, cálcio, fósforo, N-ureico e progesterona. Foram utilizadas 10 vacas da raça Holandesa em lactação, distribuídas nos dois tratamentos, em um delineamento estatístico inteiramente casualizado. Os animais alimentados com Lac100<sup>®</sup> apresentaram maiores valores de DFDN (57,44% vs. 50,80%) e DEE (77,70% vs. 72,18%) quando comparados aos alimentados com LIN. Os animais alimentados com Lac100<sup>®</sup> apresentaram maiores concentrações de LDL (111,00 vs. 45,46mg/dL), HDL (82,27 vs. 64,93mg/dL) e colesterol total (203,60 vs. 116,13mg/dL) e menor concentração de N-ureico (13,22 vs. 15,19mg/dL) em relação aos animais alimentados com linhaça em grão. As concentrações sanguíneas de glicose, cálcio, fósforo e progesterona não foram alteradas. Os resultados sugerem que a fonte de gordura na dieta modifica a DFDN e a DEE e, as concentrações sanguíneas de LDL, HDL e colesterol total em vacas em lactação.

Palavras-chave: gado de leite, Lac100<sup>®</sup>, linhaça em grão, perfil metabólico, ômega-6, ômega-3

### ABSTRACT

*The effect of two sources of fat, calcium salts of soybean oil, Lac100<sup>®</sup> (Yakult), a source of omega-6 fatty acids or whole flaxseed (Linum usitatissimum), a source of omega-3 fatty acids were evaluated to determine the apparent digestibility of dry matter (DDM), crude protein (DCP), neutral detergent fiber (DNDF), acid detergent fiber (DADF), and ether extract (DEE); and blood concentrations of HDL, LDL, VLDL, cholesterol, triglycerides, glucose, calcium, phosphorus, N-urea, and progesterone. Ten lactating Holstein cows were allocated in two treatments and a completely randomized design was used. Cows fed Lac100<sup>®</sup> had higher values of DNDF (57.44% vs. 50.80%) and DEE (77.70% vs. 72.18%) compared to those fed flaxseed. Cows fed Lac100<sup>®</sup> had higher blood concentrations of LDL (111.00 vs. 45.46mg/dL), HDL (82.27 vs. 64.93mg/dL), and total cholesterol (203.60 vs. 116.13mg/dL) and lower N-urea (13.22 vs. 15.19mg/dL) compared to those fed flaxseed. Blood concentrations of glucose, calcium, phosphorus, and progesterone were similar between the treatments. These results suggest that dietary fat modifies DNDF and DEE and blood concentrations of LDL, HDL, VLDL, and total cholesterol in lactating dairy cows.*

Keywords: dairy cow, flaxseed, Lac100<sup>®</sup>, metabolic profile, omega-6, omega-3

Recebido em 21 de julho de 2008

Aceito em 27 de maio de 2009

\*Autor para correspondência (corresponding author)

E-mail: gtsantos@uem.br

## INTRODUÇÃO

A grande demanda energética das vacas de alta produção e a incapacidade dos animais de consumir quantidades necessárias de energia nas dietas induz os nutricionistas a aumentar a quantidade de concentrado em relação à quantidade de volumoso. A adição de gordura na dieta permite aumentar a densidade energética da dieta em detrimento da proporção de carboidratos não-fibrosos, resultando em proporção mais adequada de concentrado – volumoso (Neto, 1998; Cavalieri et al., 2005).

A adição de gordura na dieta de vacas em lactação, no entanto, pode interferir na digestão de outros nutrientes, bem como da própria gordura adicionada (Jenkis e Jane, 1989). Estes efeitos podem ocorrer de diversas maneiras, tais como, pela cobertura física da fibra dietética, impedindo o ataque dos microrganismos; pela modificação da população microbiana do rúmen, em função dos efeitos tóxicos da gordura sobre microrganismos ruminais. Existem ainda os efeitos ativos da gordura da dieta na superfície das membranas dos microrganismos e a redução na disponibilidade de cátions pela formação de sabões (Palmquist e Jenkis, 1980; Cavalieri et al., 2005).

Para reduzir os efeitos tóxicos da gordura, buscam-se fontes de gorduras inertes no rúmen. Esse tipo de gordura não apresenta um grupo carboxil livre no ácido graxo, que é a condição inicial básica para os microrganismos iniciarem o processo de bio-hidrogenação (Jenkis, 1993; Neto, 1998). Todavia, o grau de insaturação é, provavelmente, a mais importante característica para a digestibilidade (Wu et al., 1991; Drackley, 2000; Nutrient..., 2001; Oliveira, 2001). Jenkis e Jenny (1989) observaram redução na digestibilidade aparente dos ácidos graxos de 68 para 47% quando a fonte de gordura com 99% de ácidos graxos insaturados foi substituída por fonte de gordura saturada. Grummer (1991) verificou que a digestibilidade dos ácidos graxos saturados diminui à medida que o comprimento da cadeia aumenta, sugerindo que a digestibilidade dos ácidos graxos no intestino também é determinada pelo ponto de fusão desses ácidos. Normalmente, o coeficiente de absorção intestinal de ácidos graxos varia de 80% para ácidos graxos saturados a 92% para ácidos graxos insaturados em dietas

convencionais com baixo teor de gordura (2 a 3% na MS) (Bauchart, 1993).

A linhaça em grão é um alimento rico em ácidos graxos poli-insaturados, em especial o ácido linolênico (Kennely, 1996), e, por estar na forma de grão, o óleo da linhaça pode ter liberação mais lenta, diminuindo, assim, a bio-hidrogenação ruminal (Cavalieri et al., 2005).

Son et al. (1996) relataram aumento na produção de progesterona nos animais que receberam gordura animal, observação feita também por Willians (1989) e Lammoglia et al. (1996). Esse aumento na síntese de progesterona, possivelmente, está relacionado com o aumento de colesterol, sendo que o HDL é a principal fração lipídica que estimula a síntese de progesterona na circulação (Willians, 1989). Mancio et al. (1999) encontraram correlação positiva entre os teores de colesterol total e de HDL e a concentração de progesterona.

Segundo Aswhort (1995), a concentração de progesterona circulante influencia a quantidade e a composição dos polipeptídicos secretados pelo endométrio, muitos dos quais são responsáveis pelo desenvolvimento do embrião e também estão relacionados à qualidade do ovócito. O'Callaghan et al. (2000) afirmaram que pequenas mudanças na concentração de progesterona, no período inicial do desenvolvimento embrionário, podem comprometer a sobrevivência do embrião.

O objetivo deste experimento foi verificar o efeito de duas fontes de gordura, Lac100<sup>®</sup> (ômega-6) ou linhaça em grão (ômega-3) na digestibilidade da MS, PB, EE, FDA, FDN e as concentrações sanguíneas de HDL, LDL, VLDL, colesterol total, triglicerídeos, glicose, cálcio, fósforo, N-ureico e progesterona em vacas leiteiras da raça Holandesa.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 10 vacas da raça Holandesa, com média de peso de 510kg, 154±43 dias de lactação e produção de 17,6±3,7kg de leite/dia, distribuídas em dois tratamentos com cinco repetições cada, em um delineamento experimental inteiramente ao acaso. O período experimental teve duração de 45 dias, sendo 30 dias de adaptação à dieta e 15 dias para a

administração do óxido crômico e a coleta de alimentos e de fezes.

Os tratamentos consistiram de Lac100<sup>®</sup> (Yakult), fonte de ácido graxo ômega 6, (LAC) ou linhaça em grão (*Linum usitatissimum*), fonte de ácido graxo ômega 3, (LIN). As dietas (Tab. 1) foram fornecidas na forma de ração total misturada duas vezes ao dia.

Os dados para determinação do consumo de matéria seca e dos nutrientes foram obtidos diariamente, por meio dos registros do alimento

oferecido e das sobras durante todo o período experimental. As amostras das dietas foram coletadas por cinco dias e congeladas a -10°C. No momento das análises, essas amostras foram descongeladas, compostas por animal e desta foi retirada uma alíquota de aproximadamente 600g. As alíquotas foram secas em estufa de ventilação forçada (55 a 60°C) por 72 horas, para determinação da matéria seca de acordo com a AOAC (Official..., 1990), e moídas em um moinho da marca Willey com peneira de 1mm.

Tabela 1. Composição percentual das dietas em ingredientes e nutrientes

Alimento (%)	Tratamento	
	LAC	LIN
Silagem de milho	55,00	55,00
Milho grão moído	20,90	18,06
Farelo de soja	18,95	13,45
Lac100 <sup>®</sup>	4,45	-
Linhaça em grão	-	11,42
Calcário calcítico	0,38	1,23
Premix mineral e vitamínico <sup>1</sup>	0,34	0,50
Total	100,00	100,00
Composição (%)		
PB	16,17	16,90
NDT	70,80	69,60
FDA	18,73	19,79
FDN	31,77	33,19
EE	6,38	6,50
Ca	0,70	0,78
P	0,40	0,40

<sup>1</sup>Quantidade por kg/produto<sup>1</sup> - cálcio: 230g; fósforo: 90g; magnésio: 20g; enxofre: 15g; vit.A: 200.000UI; vit.D<sub>3</sub>: 60.000UI; vit.E: 60UI; flúor (máx.): 0,90g; cobre: 700mg; zinco: 2.700mg; manganês: 1.250mg; ferro: 2.000mg; iodo: 80mg; cobalto: 100mg; selênio: 20mg.

Para a determinação da digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes, após 30 dias de adaptação à dieta, os animais passaram a receber, em dose única, 10g de óxido crômico (Cr<sub>2</sub>O<sub>6</sub>), no período da manhã e antes da primeira refeição. Durante um período de 14 dias, o óxido crômico foi depositado na parte inicial do esôfago com o auxílio de sonda metálica.

Do 11º ao 14º dia do período experimental, foram coletadas amostras de fezes, diretamente do reto, a cada oito horas, totalizando 12 coletas por animal. Após secagem em estufa de ventilação forçada (60°C – 72h), as amostras foram processadas em moinho do tipo Willey

(1mm) e compostas proporcionalmente, com base no peso seco ao ar, por animal, e armazenadas em frascos de polietileno para posteriores análises.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e extrato etéreo (EE) foram calculados conforme descrito em Coelho da Silva e Leão (1979).

As análises de MS, PB, EE, cinzas, cálcio, fósforo e cromo foram realizadas de acordo com AOAC (Official..., 1990) e as análises de FDN e FDA segundo Van Soest (1991).

<sup>1</sup>Bovigold/Tortura – Mairinque, SP, Brasil.

Após 30 dias de experimento, os animais foram submetidos à sincronização de cio com implante auricular contendo 3,0mg de norgestomet<sup>2</sup>. Um dia após a colocação do implante, administrou-se, por via intramuscular, 2,0mg de benzoato de estradiol. Sete dias após a colocação do implante, os animais foram submetidos ao tratamento superovulatório com o total de 750UI de hormônio foliculo estimulante<sup>3</sup>, administrado em duas doses diárias decrescentes, durante quatro dias, sendo que, na sexta aplicação, foi retirado o implante e aplicado prostaglandina<sup>4</sup>. No segundo, no quarto e no sexto dia após o cio, foram realizadas coletas de sangue da veia jugular. O sangue foi coletado em tubo heparinizado e centrifugado a 3.200rpm por 20 minutos. O plasma obtido foi acondicionado em frascos *ependorf* e armazenado a -20°C até o momento das análises.

Foram realizadas as dosagens de VLDL (Friedewald), LDL (Friedewald), HDL (precipitação com fosfotungstato automatizada), colesterol total (eterase-oxidase automatizado) e progesterona (fluorometria), bem como as análises de triglicérides (GPO-end point), cálcio (ArsenasoIII-end point), fósforo (UV-Molibdato), N-ureico (cinético), glicose (hexoquinase), por meio da utilização do aparelho AIRONE 200<sup>5</sup>.

Para as variáveis digestibilidade dos nutrientes, foi utilizado o procedimento GLM do SAS/1999. Os dados de metabólitos sanguíneos foram analisados como dados repetidos usando-se o procedimento PROC MIXED do SAS/1999. O modelo incluiu os efeitos fixos de tratamento, dia da coleta e interação tratamento vs. dia da coleta, efeito aleatório de animal testado dentro de tratamento e erro residual.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os animais alimentados com Lac100<sup>®</sup> apresentaram aumento na digestibilidade aparente da FDN e do EE, e não foram observados efeitos de tratamento sobre a digestibilidade da MS, da PB e da FDA (Tab. 2). O grau de insaturação é, possivelmente, a mais importante característica que influencia a

digestibilidade (Drackley, 2000; Oliveira, 2001), pelo fato de afetar a formação de micelas e o movimento dos ácidos graxos na camada de água adjacente as microvilosidades do intestino delgado (Nutrient..., 2001) ou por serem reesterificados mais rapidamente dentro do enterócito, facilitando sua remoção do citosol e aumentando com isso a taxa de absorção (Wu et al., 1991). Todavia, nesse experimento, os animais alimentados com linhaça em grão apresentaram menor digestibilidade do que os alimentados com Lac100<sup>®</sup>.

Estes resultados estão de acordo com Petit (2002) e Petit et al. (2002). Estes autores observaram redução ( $P < 0,05$ ) na digestibilidade aparente da MS, FDN, FDA e EE em vacas leiteiras alimentadas com linhaça em grão, quando comparadas aos animais alimentados com Megalac<sup>®</sup> ou soja micronizada. Os autores ainda afirmaram que o acesso, pelos microrganismos do rúmen ou pelas enzimas intestinais, foi maior à gordura do Megalac<sup>®</sup> (sabão de cálcio de ácido graxo) e à soja micronizada do que à linhaça em grão, na qual a gordura estaria associada à matriz fibra-proteína do grão.

Bauchart (1993) também observou a existência da incompleta disponibilidade de ácidos graxos, quando eles estão associados às estruturas celulares dos alimentos, dificultando a formação de micelas. Esse efeito estaria ausente nos animais alimentados com Lac100<sup>®</sup>, pois este, por ser sal de cálcio de óleo de soja, estaria prontamente disponível para a absorção intestinal.

A maior digestibilidade do FDN observada, nos animais alimentados com Lac100<sup>®</sup>, poderia justificar a menor ingestão de matéria seca verificada nestes animais. De acordo com Jenkis (1993), o grau de insaturação dos ácidos graxos determina a magnitude do seu efeito negativo na fermentação ruminal. Talvez, nesse experimento, parte dos ácidos graxos poli-insaturados (ácido linolênico) da linhaça em grão tenha sido liberado no rúmen, provocando, assim, queda na digestibilidade da FDN, por algum ou pela associação de alguns dos mecanismos descritos por Palmquist e Jenkis (1980).

<sup>2</sup>Crestar<sup>®</sup> - Intervet S.A., São Paulo, Brasil.

<sup>3</sup>Pluset<sup>®</sup> - Serono, São Paulo, Brasil

<sup>4</sup>Preloban<sup>®</sup> - Hoechst Roussel Vet S.A., São Paulo, Brasil.

<sup>5</sup>Crony SRL - Roma, Itália.

Tabela 2. Ingestão de matéria seca (IGMS), digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN), fibra em detergente ácido (DFDA) e extrato etéreo (DEE) em vacas da raça Holandês alimentadas com LAC 100<sup>®</sup> ou linhaça em grão

Variáveis	Tratamento		P
	LAC <sup>1</sup>	LIN <sup>2</sup>	
IGMS (kg/dia)	14,12±0,22	14,57±0,20	0,0060
DMS (%)	70,28±1,38	67,35±1,55	0,2016
DPB (%)	65,17±2,56	60,85±2,86	0,2981
DFDN (%)	57,44±2,18	50,80±2,44	0,0750
DFDA (%)	54,64±2,80	50,81±3,13	0,3918
DEE (%)	77,70±1,19	72,18±1,33	0,0178

<sup>1</sup>LAC: Lac100.

<sup>2</sup>LIN: Linhaça em grãos.

Na Tab. 3, são mostrados dados dos animais alimentados com linhaça em grão que apresentaram menores ( $P<0,05$ ) concentrações de HDL, LDL, colesterol total e fósforo, quando comparados aos animais alimentados com Lac100<sup>®</sup>.

No entanto, deve-se considerar que a LDL penetra na célula por endocitose adsorviva e, desta forma, a redução do número de receptores diminui o aporte de colesterol para as células (Junqueira e Carneiro, 1998). A consequência seria menor incorporação de colesterol nas células e aumento de LDL na circulação. Marzocco e Bayardo (1999) relataram que o

aumento de ácidos graxos poli-insaturados na dieta eleva a síntese de receptores de LDL e diminui a concentração circulante de LDL, o que talvez justificasse os resultados desse experimento, pois os animais, ao receberem linhaça em grão, apresentariam maior concentração de ácido graxo linolênico na circulação (Petit, 2002), o que poderia estimular a síntese de receptores para LDL e diminuir sua concentração na circulação. Essa hipótese poderia se aplicar também para o HDL, pois, de acordo com Bauchart (1993), o HDL pode usar os mesmos receptores de LDL para penetrar nas células.

Tabela 3. Médias das concentrações sanguíneas de lipoproteínas de alta densidade (HDL), baixa densidade (LDL) e baixíssima densidade (VLDL), triglicerídeos, colesterol, glicose, progesterona, cálcio, fósforo e N-ureico, em vacas da raça Holandesa recebendo LAC<sup>®</sup> 100 (LAC) ou linhaça em grão (LIN), dois, quatro e seis dias após o aparecimento do cio

	Tratamento							EP	Probabilidade		
	LIN			LAC			Tratamento		Dia	Tratamento x Dia	
	Dia 2	Dia 4	Dia 6	Dia 2	Dia 4	Dia 6					
HDL (mg/mL)	63,60	65,00	66,20	82,80	82,80	81,20	5,31	0,02	0,98	0,90	
LDL (mg/mL)	46,60	44,20	45,60	106,20	115,20	111,60	13,43	<0,01	0,89	0,71	
VLDL (mg/mL)	4,40	6,60	6,80	3,80	6,80	6,40	0,45	0,49	<0,01	0,66	
Triglicerídeos (mg/mL)	9,05	11,88	13,89	6,48	40,12	11,61	11,53	0,46	0,24	0,28	
Colesterol (mg/mL)	114,60	115,20	118,60	206,80	204,80	199,20	14,23	<0,01	0,92	0,35	
Glicose (mg/mL)	32,72	49,51	47,75	35,24	50,20	39,00	4,08	0,59	<0,01	0,36	
Progesterona (ng/mL)	3,02	21,90	29,40	2,24	28,42	30,24	9,08	0,78	0,02	0,91	
Cálcio (mg/mL)	7,84	8,01	7,94	7,13	8,15	7,51	0,29	0,27	0,08	0,23	
Fósforo (mg/mL)	5,16	5,24	5,48	5,69	5,58	6,23	0,26	0,04	0,19	0,73	
N-ureico (mg/mL)	11,52	17,56	16,48	9,96	15,12	14,58	1,37	0,12	<0,01	0,95	

Estes resultados são semelhantes aos relatados por Petit (2002), o qual também observou que os animais alimentados com linhaça em grão apresentaram menores concentrações de HDL, LDL e colesterol total que os animais alimentados com Megalac® ou soja micronizada.

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) da fonte de gordura na dieta sobre as concentrações sanguíneas de VLDL, triglicerídeos, glicose, cálcio e N-ureico (Tab. 3). De acordo com Ferguson et al. (1993), a taxa de concepção no rebanho diminui quando o nível de N-ureico no sangue está acima de 20mg/dL, isso por vários mecanismos, entre eles, a queda do pH uterino (Elrod e Butler, 1993) e intensificação do balanço energético negativo (Garcia-Bajalil et al., 1998). Os valores de N-ureico deste experimento estão fora da zona de comprometimento da taxa de concepção, uma vez que o valor máximo encontrado foi de 17,56mg/dL. Petit et al. (2002) observaram que os animais alimentados com linhaça em grão apresentaram maior retenção urinária de nitrogênio comparados aos animais alimentados com Megalac.

Não houve efeito da fonte de gordura na dieta na concentração sanguínea de progesterona (Tab. 3). Aswhort (1995) afirmou que a concentração circulante de progesterona modifica a quantidade e a composição dos polipeptídicos secretados pelo endométrio, muitos dos quais são responsáveis pelo desenvolvimento do embrião, e também se relaciona diretamente com a qualidade do ovócito. Son et al. (1996) verificaram aumento na produção de progesterona nos animais que receberam gordura animal, e Mancio et al. (1999) encontraram correlação positiva entre o nível de colesterol total e de HDL na concentração de progesterona. Neste experimento, os animais alimentados com linhaça em grão apresentaram menores concentrações de LDL, HDL e colesterol sem afetar as concentrações de progesterona.

Não houve efeito do dia da coleta ( $P>0,05$ ) e nem da interação dia de coleta com o tratamento ( $P>0,05$ ) nas concentrações sanguíneas de HDL, LDL, colesterol total, triglicerídeos, cálcio e fósforo, no entanto houve um efeito crescente ( $P<0,05$ ) da concentração de progesterona, VLDL, glicose e N-ureico em relação aos dias de coleta. Quanto à progesterona, isso é natural, pois a sua concentração máxima é alcançada a

partir do décimo dia do ciclo estral. Deve-se ainda lembrar que as vacas neste experimento foram superovuladas, o que justifica as altas concentrações desse hormônio na circulação.

## CONCLUSÕES

A digestibilidade do extrato etéreo e da fibra em detergente neutro e as concentrações sanguíneas de LDL, HDL, colesterol total e fósforo foram maiores nos animais alimentados com Lac100®. Não houve efeito do Lac100® nas concentrações de VLDL, triglicerídeos, glicose total, N-ureico, cálcio e progesterona

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASWHORT, C.J. Maternal and conceptus factors affecting historical nutrition and survival of embryos. *Liv. Prod. Sci.*, v.44, p.99-105, 1995.
- BAUCHART, D. Lipid absorption and transport in ruminants. *J. Dairy Sci.*, v.76, p.3864-3881, 1993.
- CAVALIERI, F.L.B.; SANTOS, G.T.; MATSUSHITA, M. et al. Milk production and milk composition of dairy cows fed Lac100® or whole flaxseed. *Can. J. Anim. Sci.*, v.85, p413-416, 2005.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. *Fundamentos da nutrição de ruminantes*. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- DRACKLEY, J.K. Lipid metabolism. In: D' MELLO, J.P.F. (Ed). *Farm animal metabolism and nutrition*. Edinburg, UK: CAB International, 2000. p.97-119.
- ELROD, C.C.; BUTLER, W.R. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *J. Anim. Sci.*, v.71, p.694-701, 1993.
- FERGUNSON, J.D.; GALLIGAN, D.T.; BLANCHARD, T. et al. Serum urea nitrogen and conception rate: The usefulness of test information. *J. Dairy Sci.*, v.76, p.3742-3746, 1993.
- JENKIS, T.C.; JENNY, B.F. Effect of hydrogenated fat on feed intake, nutrient digestion, and lactation performance of dairy cow. *J. Dairy Sci.*, v.72, p.2316-2324, 1989.

- JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. Symposium: Advances in ruminant lipid metabolism. *J. Dairy Sci.*, v.79, p.3851-3863, 1993.
- JUNQUEIRA L.C.; CARNEIRO, J. *Biologia celular e molecular*. 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. .
- GARCIA-BAJALIL, C.M.; STAPLES, C.R.; RISCO, C.A. et al. Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of lactating dairy cows: productive responses. *J. Dairy Sci.*, v.81, p.1374-1384, 1998.
- GRUMMER, R.R. Effect of feed on the composition of milk fat. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.3244-3257, 1991.
- KENNELLY, J.J. Producing milk with 2.5% fat – the biology and health implications for dairy cows. *Anim. Food Sci. Technol.*, v.60, p.161-180, 1996.
- LAMMOGLIA, M.A.; WILLARD, S.T.; OLDHAM, J.R. et al. Effects of dietary fat and season on steroid hormonal profiles before parturition and on hormonal, cholesterol, triglycerides, follicular patterns and postpartum reproduction in Brahman cows. *J. Anim. Sci.*, v.74, p.2253-2262, 1996.
- MANCIO, A.B.; LONDONO-HERNANDEZ, F.I.; FONSECA, F.A. et al. Fontes lipídicas dietéticas associadas ou não à gonadotrofina coriônica humana (HCG) na função reprodutiva e no metabolismo de lipídeos de novilhas. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.51, p.163-170, 1999.
- MARZZOCO, A.; BAYARDO, B. *Bioquímica básica*. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999, 360p.
- NETO, G.B. Gordura na dieta de bovinos. *Rev. Bras. Med. Vet.*, v.20, p.8-13, 1998.
- NUTRIENT requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington, DC: National Academy of Science, 2001. 408p.
- O'CALLAGHAN, D.; YAAKUB, H.; HYTTEL, P. et al. Effect of nutrition and superovulation on oocyte morphology, follicular fluid composition hormone concentration in ewes. *J. Reprod. Fertil.*, v.118, p.303-313, 2000.
- OFFICIAL methods of analysis. 15.ed. Washington, DC: AOAC, 1990.
- OLIVEIRA, F.N.; FONSECA, F.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Concentração sanguínea de progesterona e metabólitos lipídicos em novilhas sincronizadas com syncro mate b e alimentadas com dieta hiperlipidêmica. *Rev. Bras. Zootec.*, v.26, p.942-947, 1997.
- OLIVEIRA, S.G. *Utilização de fontes de gordura em dietas com diferentes níveis de fibra para vacas em lactação*. 2001. 75f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations. *J. Dairy Sci.*, v.63, p.1-14, 1980.
- PETIT, H.V. Digestion, milk production, milk composition, and blood composition of dairy cows fed whole flaxseed. *J. Dairy Sci.*, v.85, p.1482-1490, 2002.
- PETIT, H.V.; DEWHURST, R.J.; SCOLLAN, N. et al. Milk production and composition, ovarian function, and prostaglandin secretion of dairy cows fed omega-3 fats. *J. Dairy Sci.*, v.85, p.889-899, 2002.
- SON, J.; GRANT, R.J.; LARSON, L.L. et al. Effects of tallow and escape protein on lactational and reproductive performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.79, p.822-830, 1996.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.3583-3598, 1991.
- WILLIAMS, G.L. Modulation of luteal activity in postpartum beef cows through changes in dietary lipid. *J. Anim. Sci.*, v.67, p.785-793, 1989.
- WU, Z.; PALMQUIST, D.L. Synthesis and biohydrogenation of fatty acids by ruminal microorganism in vitro. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.3035-3046, 1991.