

Gordura Protegida na Dieta de Vacas de Alta Produção a Campo, em Alfafa Verde ou Pré-secada, na Fase Inicial da Lactação. Parâmetros Plasmáticos

Rogério Fôlha Bermudes¹, Jorge López², Miriam Gallardo³, José Henrique Souza da Silva⁴, Alejandra Cuatrin⁵

RESUMO - O trabalho foi desenvolvido na Estação Experimental Agropecuária do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (EEA-INTA, Rafaela) da Argentina. Foram utilizadas 32 vacas da raça Holando-Argentina, de alta produção (média de 36 litros de leite por dia) e na fase inicial da lactação, com o objetivo de avaliar os parâmetros plasmáticos (ácidos graxos, glicose, triglicerídeos e a enzima hepática gama-glutamyltransferase). Foram comparados dois níveis de gordura protegida (0 e 400 gramas) e duas formas de oferecimento de alfafa (verde e pré-secada). Todos os animais foram submetidos a um período pré-experimental de 15 dias, quando receberam ou não suplementação de gordura. Após o parto os animais foram distribuídos em piquetes com alfafa verde ou alfafa pré-secada, constituindo quatro tratamentos. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso em fatorial 2x2, utilizando-se dias pós-parto e ordem de lactação como covariâncias. A interpretação estatística foi feita pela análise da variância e teste F e os resultados mostraram que não houve diferenças significativas entre os tratamentos experimentais.

Palavras-chave: alfafa, gordura hidrogenada de pescado, parâmetros plasmáticos, vaca em lactação

Protected Fat to High Producing Dairy Cows, under Grazing, Supplemented with Fresh or Haylage Alfalfa, in Early Lactation: Blood Parameters

ABSTRACT - This trial was run at Estación Experiment Agropecuária of INTA (EEA-INTA, Rafaela), Argentina. Thirty-two high producing Hosten-Argentina dairy cows were used in early lactation, aiming to evaluate blood parameters at two levels of protected fat (0 and 400 g/cow/day) and two types of alfalfa (fresh or haylage). All cows were submitted to a pre-trial period of fifteen day in two groups: with and without fat supplementation. The animals, post-partum, were allocated to paddocks with green or pre-dried alfalfa, comprising, then, four experimental treatments. A completely randomized design with a 2x2 factorial, using days post-partum and lactation order as covariates, was used. The statistical analysis was performed by using the analysis of variance and F-test. There were no differences among experimental treatments.

Key Words: alfalfa grazing, hydrogenated fat fish, blood parameters, lactating cows

Introdução

O fígado é um órgão de grande importância no metabolismo das gorduras, pois recolhe do plasma os quilomicrons e as lipoproteínas de densidade muito baixa que estão presentes em abundância durante a absorção intestinal e durante a mobilização das reservas corporais e, após, hidrolisa e reesterifica os ácidos graxos. Assim, devolve ao sangue os ácidos graxos na forma de triglicerídeos, fosfolipídeos e ésteres de colesterol, incorporados nas lipoproteínas, fundamentalmente nas de baixa densidade (Niemeyer, 1978). A maior concentração de lipídeos no sangue é explicada quando aumenta a gordura absorvida via intestino ou

proveniente da lipólise (Jenkins & Jenny, 1989). As concentrações de ácidos graxos não esterificados (NEFA) ou ácidos graxos livres (AGL) no plasma são usadas para indicar a mobilização de gordura durante período de insuficiente consumo de energia (Holmes e Lambourne, 1970, citados por Salfer et al., 1995). Quando a concentração de NEFA estiver aumentada no sangue pode ser devido a lipólise do tecido adiposo (Erickson et al., 1992). A explicação seria a hidrólise dos triglicerídeos pela ação da lipase lipoprotéica e pela lipomobilização que é estimulada (Palmquist e Conrad, 1978; Champe & Harvey, 1996). Entretanto, outros autores mostram que a concentração de NEFA não é afetada pela suplementação de gordura parci-

¹ Professor Doutor da Faculdade de Veterinária da Universidade Norte do Paraná. E.mail: rogerio.bermudes@prof.unopar.br

² Professor do Departamento de Zootecnia – UFRGS.

³ Pesquisadora do Instituto de Tecnologia Agropecuária - INTA – Rafaela – Argentina.

⁴ Estatístico do Departamento de Zootecnia – UFSM.

⁵ Engenheira-Agrônoma – INTA – Rafaela – Argentina.

almente hidrogenada (Schneider et al., 1988; Salfer et al., 1995). Alegam que o pico da concentração de NEFA no plasma é próximo ao parto indo até um curto tempo após o parto combinando com o baixo consumo e alta produção de leite. No terço inicial da lactação, a produção hepática de ácidos graxos com subsequente formação e secreção da lipoproteína de densidade muito baixa (VLDL) tem sido o mecanismo primário para o transporte dos ácidos graxos mobilizados para a glândula mamária. O nível de NEFA no sangue diminui exponencialmente com o progresso da lactação. A concentração de NEFA no plasma é altamente correlacionada com o balanço energético negativo, o qual observa diminuição do primeiro para o segundo mês de lactação (Pullen et al., 1989). O mesmo autor cita que o VLDL tem baixa atividade em relação à passagem para a glândula mamária. Palmquist & Conrad (1978), utilizando diferentes níveis de extrato etéreo (EE) na dieta, mediram as concentrações metabólicas que foram de 26,1; 29,2 e 32,8 mg/dl para os triglicerídeos e 173; 221 e 288 mg/dl para NEFA onde as dietas foram assim constituídas: controle, 5,1% de EE e 10,7 % de EE; respectivamente. Palmquist & Moser (1981) apresentaram os dados da concentração de triglicerídeos no plasma de vacas com dieta controle e com dieta suplementada por lipídeos protegidos, que foram de 310 e 778 mg/dl, respectivamente. Em torno de 50-60% dos ácidos graxos do leite provêm da hidrólise dos triglicerídeos do plasma e dos NEFA pela mobilização do tecido adiposo. A relação é alta entre a concentração de triglicerídeos e os NEFA e a captação dos mesmos pela glândula mamária (Gagliostro & Chilliard, 1992b).

A glicose é de alta prioridade por causa do papel central que tem na glândula mamária em função de suprir carbono, hidrogênio e oxigênio para a síntese de lactose, que é o maior regulador osmótico a controlar o volume de leite produzido pelas vacas leiteiras (Grummer, 1992; Clark, 1997). A glicose contribui significativamente na síntese de gordura e de proteína do leite (Clark, 1975). A importância da glicose no metabolismo da glândula mamária é demonstrada mais claramente na fase inicial da lactação quando as exigências para a síntese dos constituintes do leite aumentam podendo provocar estresse ao animal pela necessidade da demanda de glicose. Durante a falta de glicose, o animal pode desenvolver doenças metabólicas como a cetose e o fígado gorduroso. A glândula mamária usa de 60 a 85% da glicose

disponível pelo corpo e destes, 80 a 85 % são usados para a síntese da lactose (Clark, 1975). A glicose é pouco disponível para a absorção no intestino; isso mostra a importância dos precursores na gliconeogênese. O ácido propiônico e alguns aminoácidos são precursores da glicose nos ruminantes. A vaca, em início de lactação, necessita de grande quantidade de glicose e outros tecidos, como o fígado e os rins, competem com a glândula mamária pelo carbono dos aminoácidos para a síntese de glicose (Clark, 1975; Van Soest, 1994; Chamberlain & Wilkinson, 1996).

A enzima Gama-glutamil transferase ou Gama-GT (GGT) é uma enzima que tem atividade no citosol e nas membranas (plasmática ou retículo endoplasmática) e está distribuída no organismo. Os principais órgãos em que se encontra ativamente a GGT são os tecidos renais, pancreático e hepático. Esta enzima se caracteriza por sua extrema sensibilidade, sendo influenciada por qualquer fator que afete as membranas celulares dos órgãos que a contém. No caso de alterações hepáticas, o aumento na concentração da GGT no plasma é geralmente um índice de agressão tóxica (Cornelius, 1980; Kramer, 1980; Tennant & Hornbuckle, 1980; Wiener Lab., 1997).

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na Estação Experimental Agropecuária de Rafaela do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (EEA-INTA) localizado na Província de Santa Fé, na Argentina. A EEA-INTA localiza-se geograficamente na latitude 31° 11'S e na longitude de 61° 30'W de G. A temperatura diária média oscila de 7 a 21°C no inverno e no verão a mínima é de 17°C e a máxima de 33°C. Foram utilizados 32 vacas da raça Holando-Argentina preto e branco com peso corporal médio de 552 kg e produção média de leite de 36 kg/dia. As vacas encontravam-se entre a 2ª a 6ª ordem de lactação e as parições ocorreram nos meses de julho a setembro de 1997. O experimento foi realizado no período de 02 de setembro a 29 de outubro de 1997. As vacas, ainda secas, ficaram em um piquete sem pasto, onde receberam alimentação, no cocho, uma vez por dia e água à vontade. Neste período as vacas foram distribuídas por ordem de lactação, em um só grupo de modo mais homogêneo possível, formando dois grupos: grupo A – 16 vacas sem suplementação de gordura e grupo B

– 16 vacas recebendo suplementação de gordura de 400 gramas por vaca/dia. Os animais, à medida que pariam, foram distribuídos nos quatro tratamentos, com 8 animais por tratamento, são eles: tratamento APSG – alfafa em pé e sem suplementação de gordura; tratamento AOSG – alfafa pré-secada e sem suplementação de gordura; tratamento APCG – alfafa em pé e com suplementação de gordura; tratamento AOCSG – alfafa pré-secada e com suplementação de gordura.

No momento da ordenha todos os animais receberam concentrado (8,5 kg/vaca). As dimensões dos piquetes foram pré-estabelecidas, em função do consumo esperado de matéria seca dos animais. Estimou-se uma disponibilidade média de 12 kg de matéria seca por vaca/dia. Todas as vacas ficaram na sombra artificial a partir das 10 horas e saíram às 15 horas, em função de ser o período de maior calor do dia, e o fizeram em dois lotes (lote com as vacas que estavam na alfafa pré-secada e o outro lote com as vacas que estavam na pastagem de alfafa verde). Os animais receberam água à vontade e 1,5 kg de polpa de citrus e 1,5 kg de feno de alfafa picado (nutricubo) no cocho por vaca. Após a ordenha da tarde voltaram para a alfafa pré-secada ou verde ficando nesta pastagem até a ordenha da manhã do dia seguinte. Durante o experimento, uma vaca do tratamento AOCSG foi eliminada devido a ao aparecimento de mastite.

O nível de extrato etéreo do concentrado com e sem gordura e da alfafa em pé e da alfafa pré-secada foi de 3,37 e 7,05 e 5,10 e 5,93%, respectivamente.

A suplementação de gordura foi de 400 gramas por vaca/dia, sendo ofertados 200 gramas na ordenha da manhã e os outros 200 gramas na ordenha da tarde. A gordura protegida é composta por triglicerídeos de origem marinha, os quais foram submetidos a uma hidrogenação que os tornou insolúveis no rúmen, não afetando o metabolismo da flora celulolítica ruminal e, por conseguinte, a utilização da fibra, conforme indicado pela firma fornecedora.

Mensalmente foi coletado sangue das vacas para determinação de ácidos graxos livres, glicose, triglicerídeos e da enzima hepática gama-glutamilttransferase. A retirada de amostra de sangue foi feita na jugular com uma seringa de 100 ml. A amostra de sangue foi retirada sempre no último dia da pesagem dos animais. Em seguida, a amostra foi colocada em dois tubos de ensaio de 100 ml cada um e em seguida levados para o laboratório de Sanidade

Animal. Logo que as amostras chegaram ao laboratório foi feita a centrifugação (3000 rpm por 15 minutos) para separar o plasma dos outros constituintes do sangue. O plasma foi coletado e guardado no congelador até o momento da análise. Os ácidos graxos não esterificados (NEFA) foram determinados pelo método de Johson & Peters (1993) utilizando o kit comercial teste NEFA C wako. A concentração plasmática de glicose foi determinada pelo método enzimático-colorimétrico com a utilização do kit Glicemia enzimática (Sigma C.C.). Os triglicerídeos foram determinados pelo método enzimático-colorimétrico utilizando o kit de triglicerídeos e a enzima hepática gama-glutamilttransferase com o kit comercial Gama-G-test cinética. Todas essas determinações foram analisadas pelo aparelho espectrofotômetro.

O delineamento utilizado foi completamente ao acaso em arranjo fatorial 2x2 (fator forma de oferecimento de alfafa e fator nível de gordura) (Pimentel Gomes, 1990). Os dados foram analisados utilizando o procedimento “General Linear Models (GLM)” do programa estatístico SAS. O tipo III da soma dos quadrados foi usado para determinar a significância dos efeitos dos tratamentos. Os dados das variáveis dependentes foram ajustados por covariância para dias pós-parto e para ordem de lactação. As variáveis foram analisadas pela análise de variância dos valores médios de cada tratamento e as médias, pelo teste F.

Resultados e Discussão

Nas Tabelas 1 e 2, respectivamente, podem ser observados os valores médios referentes às concentrações de ácidos graxos não esterificados (mEq/L), triglicerídeos (mg/%), glicose (mg/%) e da enzima hepática gama-glutamilttransferase (UI/l) no sangue das vacas em lactação; na interação entre os efeitos principais, pela forma de oferecimento de alfafa e pelo nível de suplementação de gordura protegida na dieta.

Na análise de variância das concentrações de NEFA no sangue não foi observada diferença para forma de utilização de alfafa, nível de gordura protegida e interação entre alfafa e nível de gordura ($P>0,87$; $P>0,34$ e $P>0,39$, respectivamente). Do mesmo modo, não foi observada significância entre as concentrações de triglicerídeo para os fatores de forma de oferecimento de alfafa ($P>0,34$), nível de gordura protegida ($P>0,90$) e interação entre alfafa e

nível de gordura ($P>0,60$).

A relação entre consumo de lipídeos protegidos e a concentração de NEFA na corrente sanguínea é muito contraditória na literatura, pois alguns trabalhos apresentam níveis de NEFA elevados (Palmquist & Conrad, 1978; Skaar et al., 1989; Canale et al., 1990; Gagliostro et al., 1991; Erickson et al., 1992; Cervantes et al., 1996; Nocek, 1997); e outros apresentam níveis baixos (Schneider et al., 1988; Jenkins & Jenny, 1989; Prieto & González, 1993; Salfer et al., 1995).

Os dados do experimento mostram que, com as vacas suplementadas ou não com 400 g de gordura protegida, independente da forma de alfafa utilizada, não houve diferenças entre os tratamentos em relação às concentrações de triglicerídeos no sangue, como pode ser observado na Tabelas 1 e 2. Na revisão bibliográfica, encontram-se muitos trabalhos com grande amplitude nos valores de triglicerídeos sanguíneos de vacas em lactação, quando suplementadas com lipídeos protegidos na dieta, que são de 29,2 a 77,8 mg/dL (Palmquist & Conrad, 1978; Palmquist & Moser, 1981; Canale et al., 1990). Mas também são encontradas publicações em que não se observa diferença significativa quando foi utilizada gordura protegida na dieta de vacas em lactação.

Neste caso, os dados foram 24,32 e 24,19 mg/dl para animais que consumiram dieta controle e dieta suplementada com gordura, respectivamente (West & Hill, 1990). No trabalho de Gagliostro & Chilliard (1992a) foi observado que o aumento na porcentagem e quantidade de gordura no leite ocasionou-se devido às maiores concentrações plasmáticas dos NEFA e dos triglicerídeos. Mas, observando os dados de gordura no leite e as concentrações de NEFA e de triglicerídeos no sangue, no presente trabalho, não se pode propor esta mesma conclusão. Não concordando com a citação anterior, neste experimento os níveis de NEFA e de triglicerídeos sanguíneos das vacas foram constantes. Isto pode ter ocorrido porque o pico da concentração de NEFA e triglicerídeos no plasma é próximo ao parto por curto tempo, combinado com o baixo consumo e alta produção de leite (Chase, 1997).

Não foi detectada diferença significativa entre forma de alfafa consumida, nível de gordura e interação entre alfafa e nível de gordura ($P>0,34$; $P>0,60$ e $P>0,74$, respectivamente) em relação à variável glicose sanguínea. As variações nas concentrações de glicose sanguínea de bovinos são de 35 a 55 e 42,1 a 74,5 mg/dl, nas publicações de Blood & Radostits

Tabela 1 - Médias, coeficientes de variação (CV, %) e dos níveis de NEFA (meq/l), de triglicerídeos (mg %), de glicose (mg/%) e da enzima gama-glutamil-transferase (GGT) (UI/l) no plasma sanguíneo das vacas em lactação, por tratamento do experimento

Table 1 - Average, coefficients of variation (CV, %) and of NEFA levels (meq/l), triglycerides (mg/%), glucose (mg/%) and gamma-glutamyl-transferase (GGT) (UI/l) in blood plasma of dairy cattle, by treatment

Variáveis Variables	AOCG	AOSG	APCG	APSG	CV
NEFA	0,52	0,51	0,61	0,45	44,90
Triglicerídeo Triglycerides	21,3	20,2	18,9	19,6	22,72
Glicose Glucose	34,8	36,5	33,7	34,1	14,88
Enzima GGT GGT enzyme	30	27	32	35	27,17

AOCG – alfafa pré-secada com gordura protegida.

AOCG – alfalfa pre-dried with by-pass fat.

AOSG – alfafa pré-secada sem gordura protegida.

AOSG – alfalfa pre-dried without by-pass fat.

APCG – alfafa em pé com gordura protegida.

APCG – alfalfa green with by-pass fat.

APSG – alfafa em pé sem gordura protegida.

APSG – alfalfa green without by-pass fat.

Tabela 2 - Médias dos níveis de NEFA (meq/l), de triglicerídeos (mg/%), de glicose (mg/%) e da enzima gama-glutamil-transferase (UI/l) no plasma sanguíneo das vacas em lactação, considerando as formas de oferta de alfafa e segundo os níveis de suplementação de gordura na dieta

Table 2 - Average of NEFA levels (meq/l), triglycerides (mg/%), glucose (mg/%) and gamma-glutamyl-transferase (GGT) (UI/l) in blood plasma of dairy cattle, considering types alfalfa and levels of fat diet

Variável Variable	Alfafa Alfalfa		Gordura Fat	
	Em pé Green	Pré-secada Pre-dried	Sem Without	Com With
NEFA	0,53	0,52	0,48	0,57
Triglicerídeo Triglycerides	19,2	20,8	19,9	20,1
Glicose Glucose	33,9	35,7	35,3	34,3
Enzima GGT GGT enzyme	34	29	31	31

(1989) e Fraser (1991), respectivamente. Os dados da concentração plasmática da glicose são muito variáveis com a suplementação de lipídeos protegidos, pois existem muitos trabalhos que apresentam aumento no nível sanguíneo de glicose (Grummer et al., 1987; Jenkins & Jenny, 1989; Galioistro et al., 1991) e outros em que não ocorre a mesma observação ao suplementar com lipídeos protegidos as dietas de vacas em lactação (Palmquist & Conrad, 1978; Palmquist & Moser, 1981; Canale et al., 1990; Prieto & González, 1993; Cervantes et al., 1996). Os níveis médios de glicose dos animais dos tratamentos do experimento estão dentro do esperado (Tabelas 1 e 2). O que pode ter ocorrido é que o nível de gordura no leite entre os tratamentos também não foi alterado. Há uma relação inversamente proporcional entre nível de gordura no leite e a concentração de glicose no sangue (Van Soest, 1963).

A análise de variância não mostrou significância estatística para forma de oferecimento de alfafa consumida ($P>0,11$), nível de gordura ($P>0,95$) e interação entre alfafa e nível de gordura ($P>0,46$) para a concentração da gama-glutamyl-transferase hepática. Essa enzima caracteriza-se por sua extrema sensibilidade, sendo influenciada por qualquer fator que afete as membranas celulares dos órgãos que a contêm e, nos quais são atingidos, eleva-se a atividade da G-GT. No caso de alterações hepáticas, o aumento na concentração da G-GT no plasma geralmente é um índice de agressão tóxica (Cornelius, 1980; Kramer, 1980; Tennant & Hornbuckle, 1980; Wiener Lab., 1997). Muito pouco tem-se estudado os valores da G-GT em bovinos, mas a variação foi muito grande nos trabalhos de Rico et al. (1977); Blood & Radostits (1989) e no Fraser (1991), que vão de 12,0 a 23,4; de 0 a 31 e de 4,9 a 25,7 UI/l, respectivamente. Os níveis da enzima gama-glutamyl-transferase sanguínea das vacas em lactação do experimento são considerados normais por estarem próximos aos dados apresentados pelos autores Blood & Radostits (1989). Por esse motivo, pode-se inferir que não ocorreram alterações hepáticas nos bovinos.

Conclusões

Nas condições em que foi desenvolvido o experimento, pode-se concluir que: a inclusão de 400 gramas de gordura protegida por dia na dieta de vacas em lactação não favoreceu os parâmetros plasmáticos. Também não ocorreram alterações nos parâmetros

plasmáticos entre as formas de oferecimento de alfafa (alfafa verde ou alfafa pré-secada), níveis de gordura e suas interações.

Literatura Citada

- BLOOD, D.C.; RADOSTITS, O.M. **Clínica veterinária** 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1989. 1263p.
- CANALE, C.J.; BURGESS, P.L.; MULLER, L.D. et al. Calcium salts of fatty acids in diets that differ in neutral detergent fiber: effect on lactation performance and nutrient digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.4, p.1031-1038, 1990.
- CERVANTES, A.; SMITH, T.R.; YOUNG, J.W. Effects of nicotinamide on milk composition and production in dairy cows fed supplemental fat. **Journal of Dairy Science**, v.79, n.1, p.105-113, 1996.
- CHAMBERLAIN, A.T.; WILKINSON, J.M. **Feeding the dairy cow**. Lincoln: Chalcombe, 1996. 241p.
- CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A. **Bioquímica ilustrada**. 2.ed. Porto Alegre: Artes Medicas, 1996. 446p.
- CHASE, L.E. **Pesovivo**. Rafaela, Argentina, INTA, 10 dez. 1997. Comunicação Pessoal.
- CLARK, J.H. Lactational responses to postprandial administration of proteins and amino acids. **Journal of Dairy Science**, v.58, n.8, p.1178-1197, 1975.
- CLARK, J.H. **Current knowledge of protein and carbohydrate metabolism in the rumen**. University of Illinois, Illinois, 1993. <http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/Agr...> em 23 nov. 1997.
- CORNELIUS, C.E. Liver function. In: KANEKO, J.J. (Ed.) **Clinical biochemistry of domestic animals**. California: [s.n.], 1980. 270p.
- ERICKSON, P.S.; MURPHY, M.R.; CLARK, J.H. Supplementation of dairy cow diets with calcium salts of long-chain fatty acids and nicotinic acid in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.4, p.1078-1089, 1992.
- FRASER, C.M. **Manual Merck de veterinária**. 6.ed. São Paulo: Roca, 1991. 2.169p.
- GAGLIOSTRO, G.A.; CHILLIARD, Y. Utilización de lípidos protegidos en la nutrición de vacas lecheras. I- Efectos sobre la producción y la composición de la leche, y sobre la ingestión de materia seca y energía. **Revista Argentina de Producción Animal**, v.12, n.1, p.1-15, 1992a.
- GAGLIOSTRO, G.A.; CHILLIARD, Y. Utilización de lípidos protegidos en la nutrición de vacas lecheras. II- Efectos sobre la concentración plasmática de metabolitos y hormonas, movilización de lípidos corporales y actividad metabólica del tejido adiposo. **Revista Argentina de Producción Animal**, v.12, n.1, p.17-32. 1992b.
- GAGLIOSTRO, G.A.; CHILLIARD, Y.; DAVICCO, M.J. Duodenal Rapeseed Oil Infusion in Early and Midlactation Cows. 3. Plasma Hormones and Mammary Apparent Uptake of Metabolites. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.6, p.1893-1903, 1991.
- GRUMMER, R.R. Feeding strategies for supplemental fat. In: VAN HORN, H.H. AND WILCOX, C.J. (Ed.) **Large dairy herd management**. [S.l.]: [s.n.], 1992. 826p.
- GRUMMER, R.R.; ARMENTANO, L.E.; MARCUS, M.S. Lactation response to short-term abomasal infusion of choline, inositol, and soy lecithin. **Journal of Dairy Science**, v.70, n.12, p.2518-2524, 1987.

- JENKINS, T.C.; JENNY, B.F. Effect of hydrogenated fat intake, nutrient digestion, and lactation performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.9, p.2316-2324, 1989.
- JOHNSON, P.C. Principles of peripheral circulatory control. In: JOHNSON, P.C. (Ed.) **Peripheral circulation**. New York: [s.n.], 1978. 111p.
- JOHNSON, M.M.; PETERS, J.P. Technical note: an improved method to quantify nonesterified fatty acids in bovine plasma. **Journal of Animal Science**, v.71, n.7, p.753-756, 1993.
- KRAMER, J.W. Clinical enzymology. In: KANEKO, J.J. (Ed.) **Clinical biochemistry of domestic animals**. California: [s.n.], 1980. 175-199p.
- NIEMEYER, H. Bioquímica. In: NIEMEYER, H. (Ed.) **Metabolismo de los Lípidos**. 2.ed. Zaragoza: Inter-Médica, 1978. p.72-91.
- NOCEK, J.E. Feeding management of the postpartum cow. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras. **Anais...** Lavras: 1997. p.69-86.
- PALMQUIST, D.L.; CONRAD, H.R. High fat rations for dairy cows. effects on feed intake, milk and fat production, and plasma metabolites. **Journal of Dairy Science**, v.61, n.7, p.890-901, 1978.
- PALMQUIST, D.L.; MOSER, E.A. Dietary fat effects on blood insulin, glucose utilization, and milk protein content of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.64, n.8, p.1664-1670, 1981.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- PRIETO, G.M.; GONZÁLEZ, F. Efecto de la suplementación com grasas hidrogenada de pescado sobre el consumo, peso corporal, producción de leche y perfiles bioquímicos en vacas lecheras de alta producción durante la primera fase de lactancia. In: REUNION ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 13., 1993, Santiago del Chile. **Anais...** Santiago del Chile: ALPA, 1993. p.132.
- PULLEN, D.L.; PALMQUIST, D.L.; EMERY, R.S. Effects on day of lactation and methionine hydroxy analog on incorporation of plasma fatty acids into plasma triglycerides. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.1, p.49-58, 1989.
- RICO, A.G.; BRAUN, J.P.; BENARD, P. Blood and tissue distribution of gamma glutamyl transferase in the cow. **Journal of Dairy Science**, v.60, n.10, p.1283-1287, 1977.
- SALFER, J.A.; LINN, J.G.; OTTERBY, D.E. et al. early lactation responses of holstein cows fed a rumen-inert fat prepartum, postpartum, or both. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.2, p.368-377, 1995.
- SAS/STAT User's Guide. Release 6.03 Edition. Cary: [s.n.], 1997. 1500p.
- SCHNEIDER, P.; SKLAN, D.; CHALUPA, W. et al. Feeding calcium salts of fatty acids to lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, p.2143-2150, 1988.
- SKAAR, T.C.; GRUMMER, R.R.; DENTINE, M.R. et al. Seasonal effects of prepartum and pospartum fat and niacin feeding on lactation performance and lipid metabolism. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.8, p.2028-2038, 1989.
- TENNANT, B.C.; HORNBUCKLE, W.E. Gastrointestinal function. In: KANEKO, J.J. (Ed.) **Clinical biochemistry of domestic animals**. California: [s.n.], 1980. 283-336p.
- VAN SOEST, P.J. Ruminant fat metabolism with particular reference to factors affecting low fat and feed efficiency. A review. **Journal of Dairy Science**, v.46, n.2, p.204-216, 1963.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Cornell: Materials, 1994. 476p.
- WEST, J.W.; HILL, M. Effect of a protected fat product on productivity of lactating Holstein and Jersey cows. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.11, p.3200-3207, 1990.
- WIENER LAB. **Gama-G-test cinética**. Rosario, Argentina: [s.n.], 1997. 4p. Bula.

Recebido em: 28/05/02

Aceito em: 26/09/02