

# EFEITO DO USO DE GRÃO DE SOJA NA DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES E PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE CABRAS EM LACTAÇÃO<sup>1</sup>

REINALDO CUNHA DE OLIVEIRA JUNIOR<sup>2,3</sup>, IVANETE SUSIN<sup>2</sup>, ALEXANDRE VAZ PIRES<sup>2</sup>, JOSÉ MANUEL CORREIA DE SIMAS<sup>2</sup>,  
JANICE BARRETO DE MORAIS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 02/01/02. Aceito para publicação em 15/08/02

<sup>2</sup>Departamento de Produção Animal da ESALQ, USP, Av. Pádua Dias, nº 11, 13418-900, Piracicaba, SP.

E-mail: ivasusin@carpa.ciagri.usp.br

<sup>3</sup>Bolsita CAPES

**RESUMO:** Trinta e seis cabras (16 Saanen e 20 Alpinas), com  $88 \pm 2,3$  dias em lactação no início do experimento, foram utilizadas em blocos casualizados para avaliação dos efeitos de teores de grão de soja na digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos. As dietas foram isonitrogenadas contendo 49% de silagem de milho e 0, 7, 14 ou 21% da matéria seca de grão de soja cru inteiro e fornecidos por 63 dias. O consumo de matéria seca diminuiu linearmente ( $P < 0,01$ ), a digestibilidade aparente da MS, MO, FDN e FDA teve redução linear ( $P < 0,05$ ), a digestibilidade da PB e CNF não foi alterada e a digestibilidade do EE apresentou um efeito quadrático. A adição do grão de soja na dieta aumentou linearmente a concentração plasmática dos ácidos graxos não esterificados no plasma (AGNE) antes da alimentação e a concentração de glicose plasmática não foi alterada. A substituição do farelo por grão de soja diminuiu a digestibilidade dos nutrientes (MS, MO, FDN e FDA) da dieta de cabras leiteiras, sendo que a adição de 21% de grão pode prejudicar o desempenho da lactação.

Palavras-chave: gordura, glicose, ácidos graxos.

## EFFECTS OF WHOLE SOYBEANS ON NUTRIENT DIGESTIBILITY AND BLOOD PARAMETERS IN DAIRY GOATS

**ABSTRACT:** Thirty-six dairy goats (16 Saanen and 20 Alpine) averaging  $88 \pm 2.3$  days in milk were used in a complete randomized block design to evaluate the effects of whole soybeans on nutrient digestibility and on blood parameters. Does were fed corn silage based diets containing 0, 7, 14 and 21% whole soybeans for 63 days. Dry matter intake was linearly reduced ( $P < 0.01$ ). Apparent digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were linearly reduced ( $P < 0.05$ ). Crude protein (CP) and nonfiber carbohydrates (NFC) digestibility did not change and ether extract (EE) digestibility had a quadratic effect ( $P < 0.01$ ) with increased whole soybeans. Whole soybeans added to diet increased ( $P < 0.01$ ) blood nonesterified fatty acid (NEFA) concentration before feeding and had no effect on blood glucose levels. Feeding with 21% of whole soybeans affected adversely nutrient digestibility.

Key words: fat, glucose, NEFA

### INTRODUÇÃO

A suplementação com gordura é comumente utilizada para aumentar a densidade energética da dieta de ruminantes, principalmente em vacas leiteiras, na tentativa de reduzir o balanço negativo de energia, evitando a manifestação de distúrbios

metabólicos, melhorando o desempenho da lactação e reprodutivo, além de facilitar a restituição da condição corporal (DE FRIES *et al.*, 1998; GARCIA-BOJALIL *et al.*, 1998).

As sementes oleaginosas (grão de soja e caroço de algodão) são utilizadas como fontes de gordura

e além de fornecer energia, apresentam também elevados valores de proteína bruta e/ou fibra. Segundo o NRC (1989) o grão de soja contém cerca de 2,11 Mcal/kg de MS de energia líquida para vacas em lactação sendo mais energético que o grão de milho, além de conter um elevado teor de proteína bruta (42,8%) e de gordura (18,8% de extrato etéreo).

O uso de grão de soja inteiro e cru na alimentação de vacas em lactação tem demonstrado resultados satisfatórios no desempenho da lactação (BERNARD, 1990; TICE *et al.*, 1993), tendo a vantagem de não necessitar moagem ou tratamento térmico.

Utilizando gordura protegida (0, 5 e 7%) para cabras em lactação, SLEIMAN *et al.* (1998) não observaram alterações na digestibilidade da matéria seca (MS) e da fibra em detergente ácido (FDA). LU (1993), suplementando cabritos com gordura animal (0 e 5%), e LUGINBUHL *et al.* (1998) utilizando teores (0, 8, 16 e 24%) de caroço de algodão, observaram uma redução na digestibilidade da MS e da fibra em detergente neutro (FDN). TEH *et al.* (1994), suplementando cabras leiteiras com gordura inerte (0, 3, 6 e 9%), não encontraram alterações no consumo de matéria seca (CMS).

Até o presente momento, trabalhos com suplementação de gordura utilizando grão de soja em dietas de cabras leiteiras são inexistentes na literatura. Sendo as cabras mais seletivas que bovinos (VAN SOEST, 1987), talvez, o uso de grão de soja inteiro na dieta apresente características (consumo e digestibilidade) diferentes daquelas para vacas leiteiras. Além disso, mesmo para vacas leiteiras, existem poucos trabalhos a respeito, merecendo maiores estudos deste tema.

Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos de teores de grão de soja integral (0, 7, 14 e 21%) no CMS, na digestibilidade aparente dos nutrientes no trato digestivo total e na concentração de glicose e ácidos graxos não esterificados no plasma de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo silagem de milho como volumoso.

## MATERIAL E MÉTODOS

Trinta e seis cabras (16 Saanen e 20 Alpinas), com  $88 \pm 2,25$  dias em lactação, foram arranjas em blocos inteiramente casualizados de acordo com a pro-

dução de leite, dias em lactação, número de lactações e raça. A produção de leite foi avaliada por um período pré-experimental de 14 dias, sendo a produção dos últimos sete dias utilizada para determinação dos blocos. Neste período, os animais receberam a dieta do tratamento controle (TO). O período experimental foi de nove semanas, sendo que os últimos 10 dias foram utilizados para determinação da digestibilidade dos nutrientes.

Os tratamentos continham 0, 7, 14 e 21% de grão de soja cru e inteiro, constituindo os tratamentos TO, T7, T14 e T21, respectivamente. O volumoso utilizado foi silagem de milho (Quadro 1) e as dietas foram balanceadas para atender ou exceder as exigências de cabras em lactação (NRC, 1981). A silagem continha 28,0% de MS, 6,8% de proteína bruta (PB) e 45,0% de FDN, e a soja grão 89,0% de MS, 39,8% de PB e 18,0% de extrato etéreo (EE).

Os animais foram alojados em baias individuais, do tipo "tie stall", providas de bebedouros automáticos e piso ripado. A dieta completa foi fornecida uma vez ao dia (18:00h), em quantidade suficiente para permitir uma sobra de 10 a 15% do oferecido (LU, 1993), a qual foi registrada diariamente para o cálculo do consumo diário. Amostras do concentrado e volumoso fornecidos e das sobras foram colhidas uma vez por semana, para posterior análise laboratorial.

Do 60<sup>o</sup> ao 63<sup>o</sup> dia, foram amostrados os alimentos e a fezes para determinação da digestibilidade. Utilizou-se a lignina como marcador interno de indigestibilidade. As amostras do concentrado e volumoso fornecidos e das sobras foram colhidas diariamente de todas as cabras e feita uma amostra composta por animal. As fezes foram colhidas duas vezes ao dia, às 6:00 horas e às 12:00 horas no 60<sup>o</sup> dia, sendo o horário de colheita adiantado duas horas a cada dia até o 63<sup>o</sup> dia totalizando sete horários de colheita. As amostras dos concentrados e volumosos oferecidos, das sobras e das fezes, foram secadas a 55°C por 72 horas e moídas em peneiras de 1 mm em moinho do tipo Wiley (Marconi, Piracicaba, SP-BR).

Essas amostras foram utilizadas para determinação da matéria seca (MS), cinzas, EE e PB de acordo com a AOAC (1990). O EE nas fezes foi determinado com éter de petróleo adicionado de 10% de ácido acético, para remover os sais de ácidos graxos

**Quadro 1. Composição das dietas experimentais (% da MS).**

Ingredientes	Dietas <sup>1</sup>			
	T0	T7	T14	T21
Silagem de milho	49,0	49,0	49,0	49,0
Milho moído	25,2	24,7	23,5	22,9
Farelo de soja	23,8	17,0	10,9	4,4
Grão de soja cru e inteiro	-	7,1	14,2	21,3
Minerais e vitaminas <sup>2</sup>	2,0	1,84	1,84	1,84
Calcário calcítico	-	0,36	0,56	0,56
Composição bromatológica <sup>3</sup>				
MS (% da matéria natural)	45,0	45,0	45,0	45,0
MO	92,9	92,7	93,3	92,5
PB	17,9	17,8	17,7	17,3
FDN	30,7	31,0	30,8	31,3
FDA	19,4	20,0	20,3	20,9
EE	3,2	4,4	5,6	6,3
EB (kcal/kgMS)	4374,4	4454,5	4553,6	4589,1

<sup>1</sup> T0=controle, T7=7% de soja grão, T14=14% de soja grão e T21=21% de soja grão;

<sup>2</sup> Composição Ca=22%; P=5,5%; Mg=3,5%; S=2,2%; Na=7,0%; Cl=10,8%; Mn=1250ppm; Fe=500ppm; Co=450ppm; Zn=1550ppm; Se=20ppm; Vit A=90000UI/kg; Vit D=75000UI/kg; Vit E=1000UI/kg;

<sup>3</sup> MS=Matéria Seca; MO=Matéria Orgânica; PB=Proteína Bruta; FDN=Fibra em Detergente Neutro; FDA=Fibra em Detergente Ácido; EE=Extrato Etéreo; EB=Energia Bruta.

(MATTOS e PALMQUIST, 1974). A FDN foi determinada de acordo com o método de VAN SOEST *et al.* (1991), não seqüencial, utilizando amilase e sulfato de sódio; FDA e lignina de acordo com GOERING e VAN SOEST (1970) e energia bruta por uma bomba calorimétrica modelo PARR - 1261 (Parr Instrument Company, Moline, IL-EUA).

As amostras de plasma foram obtidas antes do fornecimento das dietas e quatro horas após alimentação no final do período pré-experimental e no final da 3ª, 6ª e 9ª semanas do período experimental, para determinação de ácidos graxos não esterificados e glicose. Amostras de sangue foram colhidas na veia jugular, em tubos "vacutainer" de 7ml contendo 14 mg de oxalato de potássio e 17,5 mg de fluoreto de sódio. As amostras foram centrifugadas a 2.000 g por 15 minutos à tempera-

tura de 5°C e o sobrenadante foi armazenado a -10°C para posterior análise. Os AGNE foram determinados enzimaticamente pelo "kit" NEFA-c (Waco Chemicals USA, Richmond, VA) por leitura em aparelho do tipo Elisa Reader (BIO RAD absorvância de 550 nanômetros) segundo as modificações de JOHNSON e PETERS (1993). A concentração plasmática de glicose foi determinada utilizando um analisador bioquímico (YSI - 2700 Select - Yellow Springs, Ohio).

Os dados pré-experimentais foram usados para ajustar por covariável os parâmetros sanguíneos avaliados. Os dados foram analisados pelo procedimento MIXED do SAS (1988), utilizando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + cov_i + B_j + S_k + P_L + S_k * P_L + E_{ijkl}$$

Onde:  $\mu$  = Média geral;  $B_i$  = Efeito do bloco;  $S_k$  = Efeito do grão de soja;  $cov_k$  = Efeito da covariável (medida da mesma variável obtida no final do período pré-experimental);  $P_L$  = Efeito de período;  $E_{ijkl}$  = Efeito aleatório.

Os dados de digestibilidade foram analisados pelo procedimento GLM do SAS (1988), utilizando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + S_j + E_{ij}$$

Onde:  $\mu$  = Média geral;  $B_i$  = Efeito do bloco;  $S_j$  = Efeito do grão de soja;  $E_{ij}$  = Efeito aleatório.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de matéria seca diminuiu linearmente ( $P < 0,01$ ) com o aumento do grão de soja na dieta ( $Y = 1,689 - 0,023X$ ,  $R^2 = 0,8556$ ) (Quadro 2). Resultado similar foi observado em cabritos (LUGINBUHL *et al.*, 1998) e em vacas em lactação suplementadas com grão de soja (GRANT e WEIDNER, 1992; PEREIRA *et al.*, 1998) ou com outras fontes de gordura (WU *et al.*, 1994; BEAULIEU e PALMQUIST, 1995; SCHAUFF e CLARK, 1992). Entretanto, outros autores não verificaram alterações no CMS em vacas em lactação com a adição do grão de soja até o teor de 20% na MS da dieta (TICE *et al.*, 1993; SCHAUFF *et al.*, 1992; GRUMMER e LUCK, 1993; FERNANDES, 1994). Em cabras leiteiras também não foram observadas alterações no CMS com a utilização de gordura animal (LU, 1993) ou gordura protegida (TEH *et al.*, 1994; SLEIMAN *et al.*, 1998).

A redução no CMS observada no presente experimento, pode ser devido ao aumento na concentração dos ácidos graxos não esterificados no plasma (Quadro 3), com adição de grão de soja na dieta. Estes resultados estão de acordo com CHILLIARD (1993), o qual sugeriu que, quando o aumento dos ácidos graxos não esterificados no plasma (provenientes da dieta e da mobilização de gordura corporal) exceder a capacidade de oxidação, pode ocorrer redução no CMS.

A inclusão do grão de soja diminuiu linearmente ( $P < 0,05$ ) a digestibilidade aparente da matéria seca ( $Y = 66,625 - 0,1714X$ ,  $R^2 = 0,852$ ) e matéria orgânica ( $Y = 68,309 - 0,1644X$ ,  $R^2 = 0,8247$ ) no trato digestivo total (Quadro 2). Resultado similar foi observado

por LUGINBUHL *et al.* (1998) em cabritos castrados, com dietas contendo teores de caroço de algodão de 0, 8, 16 e 24%, onde obtiveram digestibilidades aparentes da MS de 73; 72; 73 e 67%, respectivamente ( $P < 0,02$ ). Lu (1993) não observou diferença ( $P > 0,05$ ) na digestibilidade aparente da matéria seca (62,6 e 57,4%) quando adicionou 5% de gordura animal à dieta de cabritos. Nesses animais a digestibilidade aparente da matéria orgânica não foi alterada e o consumo de matéria seca diminuiu (1,11 e 0,97 kg/d).

A digestibilidade aparente da matéria seca do tratamento T21 diminuiu 5,26%, e o da matéria orgânica 5,14%, quando comparados ao T0 (Quadro 2). O consumo de gordura foi 290 g superior para o T21, ocorrendo uma redução na digestibilidade da matéria seca de 1,81%/100 g de gordura consumida. Este valor está próximo ao sugerido por PALMQUIST (1991), que foi de 2,2%/100 g de gordura consumida, sendo que esta redução na digestibilidade diminuiu linearmente com o aumento da gordura. No mesmo sentido, JENKINS e JENNY (1989) consideraram que a suplementação com gordura geralmente diminuiu e em alguns casos tem efeito mínimo sobre a digestibilidade da matéria seca. A redução na digestibilidade da FDN e FDA associada à redução no CMS (Quadro 2), provavelmente são as principais causas da redução na digestibilidade da MS e MO com a adição do grão de soja.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da FDN ( $Y = 44,786 - 0,2484X$ ,  $R^2 = 0,8993$ ) e FDA ( $Y = 43,418 - 0,1581X$ ,  $R^2 = 0,6268$ ) diminuíram linearmente ( $P < 0,05$ ), com a adição do grão de soja na dieta (Quadro 2). Resultados similares foram observados por LUGINBUHL *et al.* (1998) com o uso de caroço de algodão na dieta de cabritos castrados, onde verificaram que a digestibilidade aparente da FDN reduziu linearmente ( $P < 0,05$ ), apresentando valores de 70, 70, 71 e 65% para os teores de 0, 8, 16 e 24%, respectivamente. Entretanto, Lu (1993), comparando dietas com gordura animal (0 e 5%) em cabritos, não observou diferença na digestibilidade aparente da FDN (35,9 e 34,7%). Também Wu *et al.* (1994), comparando fontes e quantidades de suplementação com gordura para vacas em lactação, não observaram diferenças na digestibilidade aparente da FDN e FDA. EASTRIDGE e FIRKINS (1991), utilizando gordura animal (0, 2 e 5%) na dieta de vacas em lactação, não observaram alterações na digestibilidade aparente da FDN. Adicionalmente,

**Quadro 2. Efeito da adição do grão de soja na dieta sobre o CMS e na digestibilidade dos nutrientes em cabras leiteiras**

Itens <sup>2</sup>	Tratamentos <sup>1</sup>				EPM <sup>3</sup>	Efeito da soja	P=		
	T0	T7	T14	T21			Linear	Quadrat.	Cúbico
CMS, kg/d	1,77	1,42	1,34	1,26	0,08	0,001	0,0001	0,100	0,437
MS, %	66,02	66,16	64,57	62,55	1,18	0,104	0,027	0,356	0,809
MO, %	67,73	67,71	66,64	64,25	1,18	0,121	0,035	0,317	0,959
CNF <sup>4</sup> , %	82,16	81,17	81,27	79,43	1,30	0,521	0,178	0,741	0,605
PB, %	72,12	72,65	71,98	70,34	1,01	0,369	0,185	0,289	0,960
FDN, %	44,08	44,06	41,40	39,17	1,41	0,063	0,013	0,456	0,656
FDA, %	42,83	43,74	40,11	40,35	1,15	0,095	0,044	0,779	0,128
EE, %	71,68	75,60	79,52	70,17	1,96	0,011	0,946	0,002	0,144
EB, %	66,65	67,04	66,32	63,54	1,19	0,146	0,066	0,193	0,865

<sup>1</sup>Tratamentos: T0=controle; T7=7% de grão de soja na dieta; T14=14% de grão de soja na dieta; T21=21% de grão de soja na dieta;

<sup>2</sup>Itens: CMS=consumo de matéria seca; MS=matéria seca; MO=matéria orgânica; CNF=carboidratos não fibrosos; PB=proteína bruta; FDN=fibra em detergente neutro; FDA=fibra em detergente ácido; EE=extrato etéreo; EB=energia bruta;

<sup>3</sup>Erro padrão da média;

<sup>4</sup>CNF=100-(FDN + EE + PB + cinzas).

**Quadro 3. Efeito da adição do grão de soja na dieta de cabras leiteiras sobre a concentração de ácidos graxos não esterificados no plasma (AGNE) e glicose plasmática nos diferentes tratamentos**

Itens <sup>1</sup>	Tratamentos <sup>2</sup>				EPM <sup>3</sup>	Efeito da soja	P=		
	T0	T7	T14	T21			Linear	Quadr.	Cúbico
-- Antes da alimentação ---									
AGNE ( $\mu$ eq/L)	172,3	249,0	281,1	263,2	19,2	0,005	0,002	0,028	0,948
Glicose (mg/dL)	46,4	43,2	44,6	42,8	1,3	0,223	0,111	0,629	0,180
-- 4 h após alimentação ---									
AGNE ( $\mu$ eq/L)	118,5	162,7	139,5	139,9	15,5	0,297	0,560	0,177	0,204
Glicose (mg/dL)	49,9	46,8	45,5	48,2	2,9	0,732	0,633	0,341	0,773

<sup>1</sup>Itens: AGNE = ácidos graxos não esterificados no plasma;

<sup>2</sup>Tratamentos: T0=controle; T7=7% de grão de soja; T14=14% de grão de soja; T21= 21% de grão de soja;

<sup>3</sup>Erro padrão da média.

SCHAUFF e CLARK (1992), utilizando teores de gordura inerte (0, 3, 6 e 9%) em dietas de vacas em lactação, não observaram alterações nos coeficientes de digestibilidade aparente da FDN e FDA, embora a digestibilidade da fração celulose tenha sido reduzida linearmente com a adição de gordura inerte. PALMQUIST e CONRAD (1980) também não verificaram diferença na digestibilidade aparente da FDA com

suplementação de gordura (sebo e mistura hidrolizada) em dietas para vacas em lactação.

Os resultados contrastantes da suplementação com gordura na digestibilidade da fibra (FDN e FDA) ocorrem, principalmente, devido à relação gordura e fibra, a qual é muito variável entre os tra-

balhos, e não somente ao teor de gordura isoladamente. Outro fator como o tipo de gordura (inerte ou não, grau de saturação, vegetal ou animal) também pode influenciar a digestibilidade da fibra.

A redução de 4,79 unidades percentuais entre o T21 e o controle na digestibilidade aparente da FDN e 2,35 unidades percentuais para FDA, ocorreu possivelmente, devido à redução na digestibilidade ruminal, a qual pode ser diminuída pela formação de uma película de gordura sobre a partícula da fibra, prevenindo a ação dos microrganismos ruminais, e pela toxidez direta dos lipídios nos microrganismos (JENKINS, 1993).

PALMQUIST (1989) sugeriu que a chave do sucesso na suplementação com gordura é a otimização do "funcionamento" do rúmen através do consumo adequado de volumoso (21% de FDA na dieta total). Segundo este autor, o teor suplementar de ácidos graxos de sementes oleaginosas (grão de soja) deve ser de 2 a 3% na MS total numa dieta convencional ( $\pm 3\%$  de EE). Neste experimento, o valor de FDA e EE ficaram próximos ao recomendado por esse autor, demonstrando comportamento similar entre cabras e vacas, embora no T21, a redução na digestibilidade foi bem mais acentuada com a adição de 3,1% EE, indicando que o valor ideal está abaixo deste percentual.

A digestibilidade aparente da proteína bruta em porcentagem não foi alterada com a adição do grão de soja na dieta (Quadro 2). Resultados similares foram observados por vários autores com vacas (PALMQUIST e CONRAD, 1980; BERNARD, 1990; WU *et al.*, 1994; RABELLO, 1995; MORA, 1995;) e caprinos (LU, 1993; SLEIMAN *et al.*, 1998)

Da mesma forma, a digestibilidade aparente dos CNF não foi alterada ( $P > 0,05$ ). A comparação deste dado com outras publicações fica limitada, pois a digestibilidade dessa fração geralmente não é calculada. Esse resultado está de acordo com a observação de JENKINS (1993), que dietas com gordura têm um efeito menor na digestibilidade dos CNF do que na fibra.

O coeficiente de digestibilidade aparente do EE apresentou efeito quadrático ( $Y = 71,017 + 1,4131X - 0,0677X^2$ ,  $R^2 = 0,8334$ ) ( $P < 0,01$ ), sendo que aumentou até o T14, possivelmente, devido à diluição da gordura fecal endógena, diminuindo no T21, indi-

cando que o limite de eficiência de utilização da gordura pode ter sido excedido. BERNARD (1990), adicionando grão de soja (9,4% na MS) na dieta de vacas em lactação, observou um aumento na digestibilidade do EE, confirmando o resultado observado no atual experimento. Resultado similar foi observado por PALMQUIST e CONRAD (1978), quando utilizaram 35% de grão de soja, 6 e 20% de gordura hidrogenada no concentrado. Entretanto, JENKINS e JENNY (1989) observaram uma redução na digestibilidade aparente do extrato etéreo, quando adicionaram lipídios (gordura hidrogenada) à dieta de vacas em lactação.

Por outro lado, alguns trabalhos com vacas em lactação não apresentaram alteração no coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo quando foi adicionado grão de soja (RABELLO, 1995; MORA, 1995; PEREIRA *et al.*, 1998) ou outras fontes de gordura (PALMQUIST e CONRAD, 1980).

A digestibilidade aparente da energia bruta, em porcentagem da MS, não foi alterada ( $P > 0,05$ ) com adição de grão de soja na dieta (Quadro 2). Resultado similar foi verificado por TEH *et al.* (1994) quando adicionaram gordura inerte (0, 3, 6 e 9%) na dieta de cabras em lactação, não observando alterações no consumo de energia líquida calculada (Mcal/d). Alguns autores não verificaram redução na digestibilidade aparente da energia bruta quando da suplementação de dietas com gordura (PALMQUIST e CONRAD, 1978 e 1980; JENKINS e JENNY, 1989; SCHAUFF e CLARK, 1992). Embora, LU (1993) observou uma redução na digestibilidade aparente da energia bruta (65,8 e 59,0%) quando suplementou a dieta de cabritos com gordura animal (0 e 5%). Contudo, a maioria dos trabalhos publicados não determinam a digestibilidade aparente da energia bruta.

A concentração de AGNE antes da alimentação apresentou um efeito quadrático ( $Y = 172,04 + 14,491X - 0,4832X^2$ ,  $R^2 = 0,9998$ ) (Quadro 3). Este efeito, provavelmente, ocorreu devido à maior perda de peso dos animais que receberam o T14, os quais apresentaram uma maior mobilização de gordura. Os animais do T21 apesar de consumirem uma maior porcentagem de gordura, apresentaram uma menor perda de peso, e conseqüentemente, uma menor mobilização de gordura (46,64; -3,52; -26,76 e -8,08 g/d de alterações no peso vivo para os tratamentos TO, T7, T14 e T21, respectivamente). CHILLIARD (1993), analisando 50 comparações com

adição de gordura, concluíram que a suplementação com gordura aumenta a concentração dos AGNE em torno de 12,5%, sem correlação com o teor de EE das dietas. No presente experimento, as concentrações de AGNE quatro horas após a alimentação não diferiram (Quadro 3), possivelmente, devido à redução na mobilização de gordura, com a diminuição nos seus valores. Resultado similar foi observado por LU (1993), quando suplementou cabras em lactação com gordura animal (0 e 5%). O autor observou um aumento na concentração de AGNE (81 e 260 meq/L), embora o extrato etéreo da dieta com 5% de gordura animal (7,5%) tenha sido maior que os do experimento em questão. Entretanto, HUTJENS e SCHULTZ (1971) não observaram alterações na concentração de AGNE quando suplementaram cabras leiteiras com 20% de grão de soja no concentrado.

Suplementando uma dieta de vacas em lactação com grão de soja (10%) e com a adição de 2,5% e 4,0% de sebo, SCHAUFF *et al.* (1992) observaram um aumento na concentração de AGNE nas dietas suplementadas com gordura, sendo o aumento proporcional ao extrato etéreo da dieta. Tal fato, não foi observado por PALMQUIST e CONRAD (1978), quando adicionaram 14,7% de grão de soja na dieta de vacas no início de lactação com um valor de extrato etéreo da dieta de 5,9%, valor intermediário entre os tratamentos T14 e T21 do presente experimento. Resultados similares foram observados quando da adição de gordura na dieta de vacas em lactação (JENKINS, 1990; FERGUSON *et al.* 1990; PIRES *et al.* 1996). Contudo, SCHNEIDER *et al.* (1988), comparando dois teores de gordura inerte (0 e 4% da MS) em dietas de vacas em lactação, observaram uma redução significativa nos AGNE quando a gordura foi adicionada à dieta.

A concentração de glicose no plasma não apresentou alterações com a adição de grão de soja na dieta (Quadro 3). Resultados similares foram observados por LU (1993) em cabras em lactação, quando suplementadas com gordura animal (0 e 5%), embora as concentrações observadas (65,9 e 64,7 mg/dL) tenham sido maiores que as do presente experimento. TEH *et al.* (1994), comparando teores de gordura inerte (0, 3, 6 e 9%) em dietas de cabras leiteiras, não observaram alterações na concentração de glicose.

CHILLIARD (1993), revisando 52 comparações de suplementação com gordura comparativamente a

dietas controle, não observou diferença na concentração de glicose plasmática. PALMQUIST e CONRAD (1978) compararam grão de soja cru (14,7% da MS), gordura hidrogenada (2,5 e 8,4% da MS) e farelo de soja em dietas de vacas em lactação, e não observaram alterações na concentração plasmática de glicose, notando-se que o extrato etéreo chegou a 10,8% no tratamento com maior teor de gordura, valor bem superior aos utilizados no atual experimento. Resultados semelhantes foram observados por PIRES *et al.* (1996), quando suplementaram vacas leiteiras com grão de soja tostado e moído ou inteiro (18% da MS), sebo (3% da MS) e farelo de soja. Contudo, BATEMAN *et al.* (1996) verificaram um aumento na concentração de glicose e CANT *et al.* (1993) observaram uma redução na concentração de glicose plasmática, quando suplementaram com gordura.

## CONCLUSÃO

A substituição do farelo de soja por grão de soja até 21% da MS da dieta de cabras leiteiras diminuiu a digestibilidade da MS, MO, FDN e FDA e aumentou os AGNE, não alterando a glicose plasmática. A adição de 21% de grão de soja (3,1% de EE) pode ser prejudicial ao desempenho dos animais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis. 15.ed. Arlington: AOAC, 1990. v.1. 1117 p.
- BATEMAN, H.G., SPAIN, J.N., ELLERSIECK, M.R. Influence of by-product feeds and tallow on lactation performance of Holstein cows during two seasons. *J. of Dairy Sci.*, London, v.79, p.114-120, 1996.
- BEAULIEU, A.D., PALMQUIST, D.L. Differential effects of high fat diets on fatty acid composition in milk of Jersey and Holstein cows. *J. of Dairy Sci.*, London, v.78, p.1336-1344, 1995.
- BERNARD, J.K. Effects of raw or roasted whole soybeans on digestibility of dietary nutrients and milk production of lactating dairy cows. *J. of Dairy Sci.*, London, v.73, p.3231-3236, 1990.
- CANT, J.P., DePETERS, E.J., BALDWIN, R.L. Mammary uptake of energy metabolites in dairy cows fed fat and its relationship to milk protein depression. *J. of Dairy Sci.*, London, v.76, p.2254-2265, 1993.

- CHILLIARD, Y. Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs, and rodents: a review. *J. of Dairy Sci.*, London, v.76, p.3897-3931, 1993.
- EASTRIDGE, M.L., FIRKINS, J.L. Feeding hydrogenated fatty acids and triglycerides to lactating dairy cows. *J. of Dairy Sci.*, London, v.74, p.2610-2616, 1991.
- DeFRIES, C.A., NEUENDORFF, D.A., RANDEL, R.D. Fat supplementation influences postpartum reproductive performance in Brahman cows. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.76, p.864-870, 1998.
- FERGUSON, J.D., SKALAN, D., CHALUPA, W.U. *et al.* Effects of hard fats on *in vitro* and *in vivo* rumen fermentation, milk production, and reproduction in dairy cows. *J. of Dairy Sci.*, London, v.73, p.2864-2879, 1990.
- FERNANDES, A.M. Utilização da soja-grão crua, na alimentação de vacas leiteiras de alta produção. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1994. Dissertação de Mestrado.
- GARCIA-BOJALIL, 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: reproductive responses. *J. of Dairy Sci.*, London, v.81, p.1385-1395, 1998.
- GOERING, H.K., VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agricultural Handbook*, Washington D.C.: Agricultural Research Service, 1970. 19 p.
- GRANT, R.J., WEIDNER, S.J. Effect of fat from whole soybeans on performance of dairy cows fed rations differing in fiber level and particle size. *J. of Dairy Sci.*, London, v.75, p.2742-2741, 1992.
- GRUMMER, R.R., LUCK, M.L. Rumen fermentation and lactation performance of cows fed roasted soybeans and tallow. *J. of Dairy Sci.*, London, v.76, p.2674-2681, 1993.
- HUTJENS, M.E., SCHULTZ, L.H. Effects of feeding soybeans or formaldehyde-treated soybeans on lipid metabolism in ruminants. *J. of Dairy Sci.*, Champaign, v.54, p.1876-1879, 1971.
- JENKINS, T.C. Nutrient digestion, and plasma lipids in steers feed combination of hydrogenated fat and lecithin. *J. of Dairy Sci.*, London, v.73, p.2934-2839, 1990.
- JENKINS, T.C. Advances in ruminant lipid metabolism lipid metabolism in the rumen. *J. of Dairy Sci.*, London, v.76, p.3851-3863, 1993.
- JENKINS, T.C., JENNY, B.F. Effect of hydrogenated fat on feed intake, nutrient digestion, and lactation performance of dairy cows. *J. of Dairy Sci.*, London, v.72, p.2316-2324, 1989.
- JOHNSON, M.M., PETERS, J.P. Technical note: An improved method to quantify nonesterified fatty acids in bovine plasma. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.71, p.753-753, 1993.
- LU, C.D. Implication of feeding isoenergetic diets containing animal fat on milk composition of Alpine does during early lactation. *J. of Dairy Sci.*, London, v.76, p.1137-1147, 1993.
- LUGINBUHL, J.M., POORE, M.H., PARSONS, A.C. Performance of goat fed varying levels of whole cottonseed. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.76 (suplem.1), p.305-305, 1998.
- MATTOS, W.R., PALMQUIST, D.L. Increased polyunsaturated fatty acid yields in milk of cows fed protected fat. *J. of Dairy Sci.*, Champaign, v.57, p.1050-1054, 1974.
- MORA, P.J.G. Utilização de diferentes níveis de soja crua moída em rações concentradas e determinações da energia líquida da silagem de milho para vacas em lactação. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 96 f. Dissertação de Mestrado.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirement of dairy goats. Washington: National Academic Press, 1981. 110 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirement of dairy cattle. 6.ed. Washington: National Academic Press, 1989. 158 p.
- PALMQUIST, D.L. Suplementação de lipídios para vacas em lactação. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 6., Piracicaba, 1989. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1989. p.11-25.
- PALMQUIST, D.L. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. *J. of Dairy Sci.*, London, v.74, p.1354-1360, 1991.
- PALMQUIST, D.L., CONRAD, H.R. High fat rations for dairy cows. Effects on feed intake, milk and fat production, and plasma metabolites. *J. of Dairy Sci.*



- Champaign, v.61, p.890-901, 1978.
- PALMQUIST, D.L., CONRAD, H.R. High fat rations for dairy cows. Tallow and hydrolyzed blended fat at two intakes. *J. of Dairy Sci.*, Champaign, v.63, p.391-395, 1980.
- PEREIRA, C.M.A., SILVA, J.F.C., VALADARES FILHO, S.C. et al. Grãos de soja moído na ração de vacas em lactação. 1. Consumo e Digestibilidade dos nutrientes. *Rev. Bras. de Zootec.*, Viçosa, MG, v.27, n.6, p.1218-1224, 1998.
- PIRES, A.V., EASTRIDGE, M.L., FIRKINS, J.L. Roasted soybeans, blood meal, and tallow as sources of fat and ruminally undegradable protein in the diets of lactating cows. *J. of Dairy Sci.*, London, v.79, p.1603-1610, 1996.
- RABELO, T.G. Grão de soja moído na alimentação de vacas lactantes. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 114 f. Dissertação de Mestrado.
- SAS Institute. SAS/STAT User's guide. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1988.
- SAUVANT, D., MORAND-FEHR, P. Energy requirements and allowances of adult goats. In: MORAND-FEHR, P. Goat nutrition. Wageningen: Pudoc, 1991. cap.6. p.61-72.
- SCHAUFF, D.J., CLARK, J.H. Effects of feeding diets containing calcium salts of long-chain fatty acids to lactating dairy cows. *J. of Dairy Sci.*, London, v.75, p.2900-3002, 1992.
- SCHAUFF, D.J., ELLIOTT, J.P. et al. Effects of feeding lactating dairy cows diets containing whole soybeans and tallow. *J. of Dairy Sci.*, London, v.75, p.1923-1935, 1992.
- SCHNEIDER, P., SKLAN, D.; CHALUPA, W. et al. Feeding calcium salts of fatty acids to lactating cows. *J. of Dairy Sci.*, London, v.71, p.2143-2150, 1988.
- SLEIMAN, F.T., BAYDOUN, M.I., UWAYJAN, M.G. et al. Influence of feeding calcium protected fat on goat milk production and composition. *J. Anim. Sci.*, v.76, (suplem.1), p. 302-302, 1998.
- TEH, T.H., TRUNG, L.T., JIA, Z.H. et al. Varying amounts of rumen-inert fat for high producing goats in early lactation. *J. of Dairy Sci.*, London, v.77, n.1, p.253-258, 1994.
- TICE, E.M., EASTRIDGE, M. L., FIRKINS, J.L. Raw soybeans and roasted soybeans of different particle sizes. 1. Digestibility and utilization by lactating cows. *J. of Dairy Sci.*, London, v.76, n.2, p.224-235, 1993.
- VAN SOEST, P.J. Interaction of feeding behavior and forage composition. In: SANTANA, O.P., SILVA, A.G., FOOTE, W.C. IV International Conference on Goats. v.2. p.917-987. 1987.
- 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. of Dairy Sci.*, London, v.74, p.3583-3597, 1991.
- WU, Z., HUBER, J.T. Relationship between dietary fat supplementation and milk protein concentration in lactating cows: a review. *Liv. Prod. Sci.*, Amsterdam, v.39, n.2, p.141-155, 1994.
- WU, Z., HUBER, J.T., CHAN, S.C. et al. Effect of source and amounts of supplemental fat on lactation and digestion in cows. *J. of Dairy Sci.*, London, v.77, p.1644-1651, 1994.