EFEITOS DE NÍVEIS DE GRÃO DE SOJA NA DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES E NO DESEMPENHO DA LACTAÇÃO DE CABRAS LEITEIRAS

REINALDO CUNHA DE OLIVEIRA JUNIOR

Engenheiro Agrônomo

Orientadora: Prof^a. Dr^a. **IVANETE SUSIN**

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura “Luiz de Queiroz”,
Universidade de São Paulo, para obtenção
do título de Mestre em Agronomia, Área de
Concentração: Ciência Animal e Pastagens.

PIRACICABA
Estado de São Paulo – Brasil
Dezembro - 1999

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Oliveira Junior, Reinaldo Cunha de

Efeitos de níveis de grão de soja na digestibilidade de nutrientes e no desempenho da lactação de cabras leiteiras / Reinaldo Cunha de Oliveira Junior. - - Piracicaba, 1999.

67 p.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999.

Bibliografia

1. Alimentação animal 2. Cabra leiteira 3. Desempenho animal 4. Dieta animal 5. Digestibilidade 6. Gordura 7. Grão de soja 8. Lactação animal 9. Nutriente para animal
I. Título

CDD 636.3914

Aos meus queridos pais, Reinaldo e Mirtides,

Aos meus queridos irmãos, Henocho, Patrícia e Márcia,

A minha querida sobrinha, Julia,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP) por meio do Departamento de Produção Animal, pela oportunidade de realização deste curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudos.

À Prof^a. Dr^a. Ivanete Susin, pela orientação, pelos valiosos ensinamentos, pela amizade, pela confiança e exemplo profissional.

Ao Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires, pelos ensinamentos, pela amizade e pelas sugestões.

Ao Prof. Dr. José Manuel Correia de Simas, pelas sugestões na execução deste trabalho, pela atenção e pela amizade.

Aos demais Professores do Departamento de Produção Animal, pelos ensinamentos e pela amizade.

Aos colegas Juliano José de Resende Fernandes, José Renato Silva Gonçalves, Laísse Garcia de Lima, Paulo Garcez de Oliveira, pela amizade e pela agradável convivência.

Aos estagiários Janice B. de Moraes (Tualet), Eduardo M. Pereira (Mac), Juliana M. Consolmagno (Sininho), Paula M. Freitas (μ-mata) e Alexandre Lovadine, pela amizade e pela valiosa ajuda durante o período experimental.

Aos funcionários do Capril do Departamento de Produção Animal, Olívio José de Oliveira e Roberto Camargo Gonçalves, pela ajuda durante o período experimental.

Ao funcionário do Laboratório de Bromatologia do Departamento de Produção Animal, Carlos César Alves, pela amizade, pelos ensinamentos e colaboração nas determinações laboratoriais.

Aos demais funcionários e colegas do curso de pós-graduação pela amizade e agradável convivência.

Aos Meus pais Reinaldo e Mirtides, as minhas irmãs Márcia e Patrícia, o meu irmão Henoch, o meu cunhado Carlos Adriano e a minha querida sobrinha Julia, pela amizade, pelo carinho, pelo apoio e pelo incentivo.

À Vivian, pelo amor e incentivo ao longo de todos esses anos.

Às minhas tias Noesta, Floredi e Maria Luiza, pelo incentivo, pela amizade e pelo apoio.

Às pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

OBRIGADO.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Uso de grão de soja na alimentação de ruminantes.....	3
2.1.1 Efeitos no consumo de matéria seca.....	3
2.1.2 Efeito na produção de leite.....	5
2.1.3 Efeitos na composição do leite.....	9
2.1.4 Efeito no peso corporal.....	13
2.1.5 Efeito na digestibilidade dos nutrientes no trato digestivo total	14
2.1.6 Efeito na concentração de ácidos graxos não esterificados no plasma.....	17
2.1.7 Efeitos na concentração de glucose no plasma.....	18
3 MATERIAL E MÉTODO.....	21
3.1 Animais e instalações experimentais.....	21
3.2 Tratamentos.....	21
3.3 Período experimental.....	23
3.3.1 Coleta de dados referentes ao consumo de matéria seca.....	23
3.3.2 Coleta de amostras para determinação da digestibilidade aparente no trato digestivo total.....	24

3.3.3 Análise bromatológica das dietas, sobras e fezes.....	25
3.3.4 Coleta de sangue para determinação de glucose e ácidos graxos não esterificados no plasma.....	25
3.3.5 Determinação da produção e composição do leite.....	26
3.3.6 Pesagem dos animais.....	26
3.4 Análise estatística.....	27
4 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	28
4.1 Consumo de matéria seca.....	28
4.2 Produção e composição do leite e eficiência alimentar.....	31
4.3 Alterações no peso corporal.....	36
4.4 Consumo e digestibilidade dos nutrientes no trato digestivo total.....	39
4.4.1 Matéria seca e matéria orgânica.....	39
4.4.2 Fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido.....	42
4.4.3 Proteína bruta e carboidratos não estruturais.....	45
4.4.4 Extrato etéreo e energia bruta.....	48
4.5 Parâmetros sanguíneos.....	51
4.5.1 Concentração de ácidos graxos não esterificados no plasma..	51
4.5.2 Concentração de glucose no plasma.....	54
5 CONCLUSÕES.....	56
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Efeito de níveis de grão de soja no consumo de matéria seca em kg/d.....	29
2 Efeito de níveis de grão de soja no consumo de matéria seca em g/kg de peso metabólico.....	30
3 Efeito de níveis de grão de soja na produções de leite (PL) e produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLCG) em kg/d.....	33
4 Efeito de níveis de grão de soja na gordura do leite em percentagem.....	34
5 Efeito de níveis de grão de soja na proteína do leite em percentagem.....	35
6 Efeito de níveis de grão de soja na eficiência alimentar.....	35
7 Efeito de níveis de grão de soja na alteração no peso vivo em g/d.....	38
8 Efeito de níveis de grão de soja do peso vivo em kg em cada período.....	38
9 Efeito de níveis de grão de soja na digestibilidade aparente da matéria seca e matéria orgânica no trato digestivo total.....	41
10 Efeito de níveis de grão de soja na digestibilidade aparente da fibra e detergente neutro e fibra em detergente ácido no trato digestivo total.....	44
11 Efeito de níveis de grão de soja na digestibilidade aparente dos carboidratos não estruturais e da proteína bruta no trato digestivo total.....	47
12 Efeito de níveis de grão de soja na digestibilidade aparente do extrato etéreo e energia bruta no trato digestivo total.....	50

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Ingredientes e composição química da dieta (% da MS).....	22
2 Efeitos do grão de soja no consumo de matéria seca de cabras leiteiras.....	28
3 Efeitos do grão de soja no desempenho da lactação de cabras leiteiras.....	31
4 Efeito de grão de soja no peso vivo das cabras leiteiras.....	36
5 Efeito do grão de soja no consumo e digestibilidade aparente da matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO) no trato digestivo total.....	39
6 Efeito da adição de grão de soja no consumo e digestibilidad aparente da fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácid (FDA) no trato digestivo total... ..	42
7 Efeito da adição de grão de soja no consumo e digestibilidad aparente da proteína bruta (PB) e carboidratos não estruturais (CNE no trato digestivo total.....	45
8 Efeito da adição de grão de soja no consumo e digestibilidade aparente do extrato etéreo (EE) e energia bruta (EB) no trato digestivo total.....	48
9 Efeito do grão de soja na concentração de ácidos graxos nã esterificados no plasma (AGNE).....	51
10 Efeito da adição de grão de soja na concentração de glucose n plasma.....	54

EFEITOS DE NÍVEIS DE GRÃO DE SOJA NA DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES E NO DESEMPENHO DA LACTAÇÃO DE CABRAS LEITEIRAS

Autor: REINALDO CUNHA DE OLIVEIRA JUNIOR

Orientadora: Prof^a. Dr^a. IVANETE SUSIN

RESUMO

Trinta e seis cabras (16 Saanen e 20 Alpina), com $88 \pm 2,25$ dias em lactação, foram utilizadas em blocos casualizados para se avaliar os efeitos de níveis de grão de soja na digestibilidade de nutrientes e no desempenho da lactação. As cabras foram alimentadas com dietas isonitrogenadas contendo 0, 7, 14, e 21% da matéria seca de grão de soja por 63 dias. A inclusão do grão de soja reduziu linearmente o consumo de matéria seca e aumentou a eficiência alimentar. A porcentagem da gordura do leite aumentou linearmente e a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura não foi alterada com a adição de grão de soja à dieta. A produção de gordura do leite e a porcentagem de proteína não diferiram entre os tratamentos. A produção de proteína apresentou efeito quadrático. A digestibilidade aparente da MS, MO, FDN e FDA tiveram redução linear, a digestibilidade da PB e CNE não foram alteradas e a digestibilidade do EE apresentou um efeito quadrático. A adição do grão de soja na dieta aumentou linearmente a concentração plasmática dos AGNE antes da alimentação e a concentração de glicose plasmática não foi alterada. A substituição do farelo de soja por grão de soja até 21% da MS da dieta de cabras leiteiras não afetou negativamente o desempenho da lactação.

EFFECTS OF USING WHOLE SOYBEANS ON NUTRIENT DIGESTIBILITY AND ON LACTATION PERFORMANCE OF DAIRY GOATS.

Author: REINALDO CUNHA DE OLIVEIRA JUNIOR

Advisor: Prof^a. Dr^a. IVANETE SUSIN

ABSTRACT

Thirty-six does (16 Saanen and 20 Alpine) averaging 88 ± 2.25 days in milk were used in a complete randomized block design to evaluate the effects of whole soybeans on nutrient digestibility and on lactation performance. The does were fed corn silage based diets containing 0, 7, 14 and 21% whole soybeans for 63 d. Dry matter intake was reduced and feed efficiency increased with higher levels of whole soybeans. Milk fat percentage increased linearly and 3,5% FCM, milk fat production and milk protein percentage were not affected by dietary treatments. Milk protein production response to treatments was quadratic. Apparent digestibility of DM, OM, NDF and ADF were reduced linearly, CP and NSC digestibility did not changed and EE digestibility had a quadratic effect with increased whole soybeans. Whole soybeans added to diet increased blood NEFA concentration before feeding and had no effect on blood glucose levels. Feeding whole soybeans to does up to 21% of the diet dry matter did not affected adversely lactational performance.

1 INTRODUÇÃO

A gordura é comumente utilizada para aumentar a densidade energética da dieta de ruminantes, na tentativa de reduzir o balanço negativo de energia, evitando a manifestação de distúrbios metabólicos, melhorando a desempenho da lactação e reprodutivo, além de facilitar a restituição da condição corporal.

As sementes oleaginosas (grão de soja e caroço de algodão) são utilizadas como fontes de gordura e além de fornecer energia, apresentaram também elevados valores de proteína bruta e fibra, tendo a vantagem de um baixo custo em certas épocas do ano. 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 Brasil é segundo maior produtor mundial de soja, e o complexo brasileiro da soja ocupa uma grande área, sendo hoje a segunda maior cultura do país. O melhor conhecimento da utilização do grão de soja na alimentação animal, pode viabilizar a sua utilização em dietas de cabras leiteiras.

Até o presente momento os trabalhos com suplementação de gordura utilizando sementes oleoginosas (soja e caroço de algodão) na alimentação de cabras leiteiras são escassos. A caprinocultura brasileira conta com um rebanho de 12.600.000 caprinos (FAO, 1998), tendo um papel

fundamental na economia de muitas regiões, sendo que o setor leiteiro encontra-se em expansão. O desenvolvimento de estudos visando uma produção mais eficiente e racional é de extrema importância para que o produtor possa aumentar a viabilidade e competitividade do setor.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos de níveis crescentes de grão de soja integral (0, 7, 14 e 21%) no consumo de matéria seca (MS), digestibilidade aparente no trato digestivo total da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE) e de energia bruta (EB) das dietas, produção e composição do leite, concentração de glucose e ácidos graxos não esterificados no plasma e a variação do peso corporal em cabras leiteiras das raças Saanen e Alpina, alimentadas com dietas contendo silagem de milho como volumoso.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Uso de grão de soja na alimentação de ruminantes

2.1.1 Efeitos no consumo de matéria seca

Os efeitos do uso de grão de soja ou de outras fontes de gordura sobre o consumo de MS em ruminantes tem sido variados. Experimentos com vacas em lactação mostraram redução na ingestão de MS com o uso de grão de soja (Grant & Weidner, 1992; Pereira et al., 1998a) ou outras fontes de gordura (Wu et al., 1994 ; Beaulieu & Palmquist, 1995). Além disso, Hutjens & Schultz (1971a) concluíram que pode ocorrer redução na ingestão de MS, quando o nível de soja crua moída for acima de 3,0 kg/vaca/dia.

Utilizando dietas com níveis crescentes de caroço de algodão (0, 15 e 30%), Coppok et al. (1985) observaram uma redução no consumo de MS (kg MS/100 kg de peso vivo) com o aumento do caroço de algodão, embora a energia ingerida (Mcal/100 kg de peso vivo) não tenha diferido, devido ao aumento na densidade energética das dietas. Os mesmos autores compararam dietas contendo níveis de caroço de algodão (15, 35 e 55%) para vacas secas não gestantes e observaram que quando aumentaram de 15 para 35% de caroço de algodão ocorreu uma pequena redução na ingestão de MS e de energia. Entretanto, a redução no consumo foi bem mais acentuada com 55% de caroço de algodão. Chik et al. (1986), comparando dietas com níveis de

caroço de algodão (0, 15 e 30%), também verificaram uma redução linear no consumo de MS com o aumento do caroço de algodão, sendo 24,2, 23,0 e 20,5 kg de MS/dia, respectivamente. Segundo Hawkins et al. (1985), a ingestão de MS foi menor quando utilizaram uma dieta com 18,5% de caroço de algodão em vacas na segunda semana de lactação, mas observaram que a ingestão de energia foi similar para ambas as dietas. Mohamed et al. (1988), comparando uma dieta controle com soja e caroço de algodão em vacas em lactação, ambos com diferentes processamentos, verificaram uma redução significativa na ingestão de MS das dietas que continham maior nível de gordura.

Por outro lado, vários autores não observaram alteração no consumo de MS quando da adição de gordura na dieta de vacas leiteiras. A adição de 19,73% de grão de soja cru ou tostado (Tice et al., 1993) ou a inclusão de 10% da MS de grão de soja cru ou 2,5 e 4% de sebo (Schauff et al., 1992) não afetou o consumo de MS. Também, Grummer & Luck (1993) não observaram diferenças no consumo de MS quando utilizaram soja tostada (14% da MS) adicionada de 0, 1 ou 3% de sebo. Adicionalmente, Fernandes (1994) não verificou diferença no consumo de MS quando a mistura concentrada continha 0, 20 ou 40% de grão de soja cru.

Comparando uma dieta controle com outra contendo 1,9 kg de caroço de algodão (9,6% na MS), em substituição a uma quantidade equivalente no concentrado da dieta base, Anderson et al. (1979) não observaram diferença no consumo de MS. Os mesmos autores também não verificaram diferença na ingestão de MS, quando avaliaram uma dieta na qual substituíram 20% do concentrado base por caroço de algodão (9,4% na MS). Smith et al. (1981), utilizando níveis de caroço de algodão (0, 5, 15 e 25%) na dieta de vacas em lactação, não verificaram diferença no consumo de MS. Villela et al. (1995), comparando dietas com níveis de caroço de algodão (0, 10, 20 e 30%) para vacas em lactação após o pico de produção, não verificaram diferença na ingestão de MS. Os autores concluíram que o caroço de algodão pode ser usado até 30% no concentrado sem influir no consumo de nutrientes.

São escassos os trabalhos com suplementação de gordura em cabras leiteiras, mas os trabalhos vem demonstrado que as respostas no desempenho de cabras são semelhantes as de vacas, daí a utilização de dados de vacas neste trabalho.

Em cabras leiteiras Lu (1993), comparando dietas isoenergéticas com dois níveis de gordura animal (0 e 5%), não encontrou diferença na ingestão de MS. Sleiman et al. (1998), incorporando gordura protegida nos níveis de 0, 5 e 7% na ração de cabras leiteiras, também não encontraram diferença no consumo de MS total. Teh et al. (1994), comparando dietas com níveis de gordura protegida (0, 3, 6 e 9%) em cabras leiteiras, não observaram diferença no consumo de MS. Entretanto, Luginbuhl et al. (1998), utilizando 0, 8, 16 e 24% de caroço de algodão na dieta de cabritos castrados em crescimento, observaram um decréscimo linear no consumo de MS obtendo valores de 808, 775, 791 e 672 g/d, respectivamente.

2.1.2 Efeito na produção de leite

A adição de lipídios à ração aumenta a energia líquida consumida, em dietas isonitrogenadas e isofibrosas, o que pode resultar em aumento na produção de leite, uma vez que o incremento e a natureza da energia consumida permite melhorar a eficiência de produção (DePeters & Cant, 1992).

Palmquist & Jenkins (1980) sugeriram que níveis de 3 a 5% de gordura, podem ser adicionados em dietas de vacas em lactação para aumentar o consumo de energia de vacas de alta produção. Wu et al. (1994), trabalhando com vacas produzindo de 30 a 40 kg de leite por dia, concluíram que a produção de leite aumentou, em dietas com suplementação de gordura

(caroço de algodão, óleo de girassol e sebo hidrogenado) até os níveis de 7,0% de extrato etéreo na MS, e que valores superiores (7,0 a 9,0%) são excessivos para vacas deste nível de produção.

Grant & Weidner (1992) compararam dietas isoprotéicas e isoenergéticas em vacas, contendo grão de soja cru (11,6% da MS) com uma dieta controle com dois níveis de fibra, e não observaram alteração na produção de leite corrigido para 4,0% de gordura. Rabelo (1995) utilizando níveis de grão de soja moída (0, 15, 30 e 45%) no concentrado, não observou alterações na produção de leite. Fernandes (1994), comparando níveis de grão de soja (0, 20 e 40%) no concentrado, também não observou alterações na produção de leite. No entanto, Mora (1995), utilizando os níveis de 0, 15, 30 e 45% de grão de soja moído no concentrado, observou uma redução na produção de leite no nível de 45% de grão de soja moído no concentrado.

Comparando grão de soja (9,4% na MS), grão de soja tostada (9,4% na MS) e farelo de soja, Bernard (1990) não observou alteração na produção de leite em vacas produzindo 31,0 kg/d. Palmquist & Conrad (1978), comparando grão de soja e outras fontes de gordura para vacas Holandesas e Jérsei, não observaram alterações na produção de leite. Entretanto, Pereira et al. (1998b) compararam dois níveis de grão de soja moído (0 e 30%) na mistura concentrada de vacas mestiças Holandês-Zebu, e verificaram que a produção de leite foi menor quando a mistura concentrada continha 30% de grão de soja cru.

Comparando níveis de caroço de algodão (0, 5, 15 e 25%) na dieta de vacas em lactação, Smith et al. (1981) não observaram diferença na produção de leite, embora nas dietas com 15 e 25% eles tivessem verificado uma redução significativa na produção de leite corrigido para 4% de gordura. Anderson et al. (1979) observaram um aumento na produção de leite quando utilizaram 20% de caroço de algodão substituindo o concentrado na dieta de vacas em lactação. Os mesmos autores verificaram um aumento na produção de leite quando substituíram 1,9 kg de concentrado por caroço de algodão.

Também, Anderson et al. (1984), comparando dietas aproximadamente isocalóricas e isonitrogenadas em vacas em lactação, com diferentes fontes de gordura (caroço de algodão, soja extrusada e semente de girassol), observaram uma redução na produção de leite e leite corrigido para 4% de gordura quando utilizaram sementes de girassol.

Utilizando caroço de algodão e grão de soja com diferentes processamentos (farelo, óleo, semente-inteira e semente-tostada), em dois experimentos um com caroço de algodão e outro com grão de soja e seus respectivos processamentos, Mohamed et al. (1988) não observaram diferença significativa na produção de leite de vacas, embora tenham verificado uma redução na produção de leite corrigido para 4% de gordura, quando utilizaram óleo de soja e de algodão. Hawkins et al. (1985) não observaram diferença na produção de leite de vacas quando compararam dietas com 0 e 18,5% de caroço de algodão. Também, Villela et al. (1995), comparando níveis de caroço de algodão (0, 10, 20 e 30%) na dieta de vacas em lactação, não observaram alterações significativas na produção de leite corrigido para gordura. Bitman et al. (1996) não verificaram alterações significativas na produção de leite em vacas, entre uma dieta controle e outra com 10% de caroço de algodão.

Por outro lado, Chik et al. (1986), verificaram uma queda na produção de leite quando utilizaram uma dieta com 30% de caroço de algodão para vacas. Adans et al. (1995) compararam a suplementação de dietas para vacas em lactação com 12,5% de caroço de algodão, 2,5% de sebo e controle. A utilização de caroço de algodão diminuiu a produção em 1,0 kg de leite/dia comparado com sebo e 1,1 kg de leite/dia comparado com o controle.

Trabalhando com cabras leiteiras Hutjens & Schultz (1971b) testaram soja crua e soja tratada com formaldeído e observaram uma redução significativa na produção de leite quando utilizaram a soja tratada com formaldeído.

Lu (1993) observou uma redução na produção de leite em cabras quando suplementadas com 5% de gordura animal na dieta, embora

não tenha verificado diferença significativa na produção de leite corrigida para 4% de gordura entre os tratamentos (0 e 5% de gordura animal). Por outro lado, Sleiman et al. (1998) compararam níveis de gordura protegida (0, 5 e 7%) na ração de cabras leiteiras e não observaram diferença na produção de leite.

Alguns autores estão tentando traçar uma associação entre o tipo de volumoso utilizado e a resposta animal na suplementação de gordura para vacas leiteiras. Smith et al. (1993) observaram uma menor produção de leite (21,0 vs. 22,8 kg/d), de gordura (666 vs. 809 g/d), e de leite corrigido para gordura (19,9 vs. 22,9 kg/d), em vacas alimentadas com caroço de algodão e silagem de milho quando comparadas com dietas contendo caroço de algodão e feno de alfafa. Os mesmos autores verificaram uma tendência de redução na digestibilidade da MS, MO, FDN e FDA sugerindo que provavelmente a gordura tem um efeito negativo mais acentuado na fermentação ruminal nas dietas com silagem de milho como único volumoso. Os autores sugeriram também que o contato físico com a textura suave da fibra da silagem de milho pelos ácidos graxos pode ser superior que com feno de alfafa, prevenindo a colonização pelas bactérias.

Van Horn et al. (1994), fazendo uma revisão sobre a interação de caroço de algodão e fontes de forragem, observaram que a redução na produção de leite, porcentagem de gordura no leite, ou ambos causados pela inclusão de caroço de algodão em dietas a base de silagem de milho pode ser superado substituindo aproximadamente 50% ou mais da forragem da dieta (25% ou mais na MS total da dieta) por feno de alfafa ou pré-secado de alfafa. Ainda é incerto se outros tipos de leguminosas ou gramíneas são tão efetivos quanto a alfafa. Jenkins (1993) citado por Van Horn et al. (1994) sugere o uso de 0,06 unidades de ácidos graxos insaturados por unidade de FDA. Utilizando-se esta relação cerca de 8% da MS de caroço de algodão podem ser incluídos em dietas com silagem de milho, enquanto dietas contendo 25% ou mais da MS proveniente de alfafa é possível utilizar até 12% da MS como caroço de algodão.

2.1.3 Efeitos na composição do leite

Dietas suplementadas com lipídios podem modificar a composição do leite. No entanto, Palmquist & Jenkins (1980) observaram que pode ser adicionado de 3 a 5% de gordura à dietas de vacas em lactação, para aumentar a energia consumida, e/ou reduzir o amido da dieta, aumentando a relação de forragem para concentrado prevenindo a redução na gordura do leite. Já, Grant & Weiner (1992), trabalhando com vacas, observaram uma redução na porcentagem de proteína e um aumento no teor de gordura quando adicionaram grão de soja cru (11,6% da MS) em dietas isoprotéicas e isoenergéticas contendo níveis baixos e altos de fibra. Da mesma forma, Mielke & Schingoethe (1981) verificaram uma redução na porcentagem de proteína do leite de vacas quando utilizaram grãos de soja cru na proporção de 24,3% da MS.

Utilizando níveis de caroço de algodão (0, 5, 15 e 25% da MS) na dieta de vacas em lactação, Smith et al. (1981) verificaram redução na porcentagem e produção de gordura e na porcentagem de proteína quando utilizaram 15 e 25% de caroço de algodão na dieta, embora a proteína em kg/d não tenha sido alterada. Os autores concluíram que os ácidos graxos da gordura do leite são alterados, sendo que os de cadeia curta (C6 a C12) diminuíram de acordo com o aumento do teor de caroço de algodão, e os de cadeia longa (C16 a C18) aumentaram. Estes autores observaram ainda uma redução de 50% na síntese de ácidos graxos na glândula mamária quando adicionaram 25% de caroço de algodão na dieta. Chik et al. (1986), comparando níveis crescentes de caroço de algodão (0, 15 e 30% da MS da dieta), verificaram que a gordura e a proteína do leite diminuíram com o aumento do caroço de algodão. Também, Mohamed et al. (1988), comparando diferentes processamentos do caroço de algodão (farelo, óleo, caroço de algodão e caroço de algodão tostado), observaram uma redução na

porcentagem de gordura do leite somente com a utilização de óleo, sendo que a proteína não sofreu alterações. Os mesmos autores utilizando soja com os mesmos processamentos (farelo, óleo, grão de soja e grão de soja tostado), verificaram uma redução na porcentagem de gordura do leite dos animais que estavam recebendo óleo de soja, enquanto a porcentagem de proteína do leite foi reduzida para todas as dietas contendo suplementação com gordura. Em ambos os experimentos a suplementação com gordura aumentou a porcentagem de C18:0 e C18:1 e diminuiu a porcentagem de C14 e C16 na gordura do leite.

Contrariando os resultados acima, alguns autores não encontraram alterações na composição do leite de vacas suplementadas com gordura. Rabelo (1995), comparando dietas contendo grão de soja moído (0, 15, 30 e 45%) no concentrado, não observou diferença no teor de proteína e gordura do leite. Pereira et al. (1998b), comparando níveis de grão de soja moído (0 e 30%), também não observaram diferenças no teor de gordura e proteína do leite de vacas mestiças Holandês-Zebu. O mesmo resultado foi observado por outros autores (Palmquist & Conrad, 1978; Atwel et al., 1988; Bernard, 1990; Fernandes, 1994; Schingoethe et al., 1996). Palmquist (1991), não obteve diferença no conteúdo de gordura e proteína do leite de vacas quando forneceu diferentes fontes (gordura vegetal e animal misturada, gordura protegida, gordura animal hidrogenada, gordura saturada e sebo) e níveis (500 e 1000 g/dia) de gordura na dieta. Também, Beaulieu e Palmquist (1995) não verificaram alteração na produção de gordura do leite de vacas suplementadas com níveis (0, 250, 500 e 750 g/dia) de gordura protegida. No entanto, a produção de proteína foi reduzida de acordo com o aumento na suplementação. Segundo Hawkins et al. (1985), com 18,5% de caroço de algodão na dieta de vacas em lactação, a porcentagem dos sólidos totais, proteína e gordura do leite não foram alterados. Os autores também verificaram que o leite de vacas alimentadas com caroço de algodão contém uma grande proporção de ácidos

graxos com 18 carbonos e uma menor proporção de ácidos graxos com cadeia abaixo de 16 carbonos.

Wu & Huber (1994) fizeram uma extensa revisão sobre a relação da suplementação com gordura e a concentração da proteína do leite e observaram que há uma redução na proteína do leite independente do tipo de gordura, e que a magnitude da redução é similar para as várias fontes de gordura. Estes autores sumarizaram quatro hipóteses para explicar a redução na proteína do leite, 1) deficiência de glucose: sugere que a redução no conteúdo de proteína do leite é devido a substituição dos grãos energéticos por gordura, entretanto os autores comentam que a substituição de carboidratos fermentáveis por gordura reduz a produção de proteína microbiana e o "pool" de aminoácidos, devido ao maior uso de aminoácidos pela gliconeogênese. Esta redução pode ter um impacto maior na produção de proteína do leite do que na diminuição de glucose; 2) resistência à insulina: observa-se elevada concentração de insulina em dietas com alta gordura. Dieta com alta gordura pode causar resistência a insulina, podendo retardar a captura de aminoácidos pelo tecido da glândula mamária para síntese de proteína. Entretanto, ainda não foi encontrado receptor para insulina na glândula mamária, o que poderia aumentar a disponibilidade de aminoácidos para a glândula mamária, provenientes dos tecidos resistente a insulina; 3) aumento na eficiência energética da produção de leite: durante a suplementação com gordura, a síntese de ácidos graxos na glândula mamária é reduzida, devido a incorporação de ácidos graxos da dieta no leite, o que reduz a exigência de acetato e aumentando a disponibilidade de glucose para síntese de lactose, a qual é associada com o aumento na produção de leite ou eficiência da produção de leite, diminuindo o fluxo sanguíneo na glândula mamária. A diminuição do fluxo sanguíneo para a glândula mamária reduz o suprimento de aminoácidos e a síntese de proteína do leite. Ainda não é sabido se o fluxo sanguíneo na glândula mamária é regulado pela demanda energética; 4) deficiência de somatotropina: alta concentração de ácidos graxos não

esterificados no plasma pode reduzir a síntese de somatotropina, podendo reduzir a captura de aminoácidos do sangue para síntese de proteína.

Em cabras leiteiras, Hutjens e Schultz (1971b) não observaram diferença na produção de gordura do leite quando utilizaram grão de soja cru ou tratado com formaldeído. No entanto, Lu (1993), comparando dietas isoprotéicas e isoenergéticas suplementadas com dois níveis de gordura animal (0 e 5%), verificaram uma redução na quantidade de proteína (g/dia) devido à diminuição na produção total de leite (kg/dia). Sleiman et al. (1998) também não observaram diferença no teor de proteína do leite de cabras suplementadas com 0, 5 e 7% de gordura protegida, já o teor de gordura foi superior para a dieta com 7%. Entretanto, Teh et al. (1994), comparando níveis (0, 3, 6 e 9%) de gordura protegida em cabras em lactação, observaram um efeito quadrático no teor de proteína, sendo que com 6% de suplementação atingiram o maior valor do teor de proteína, enquanto o teor de gordura teve um aumento linear com o aumento da adição de gordura protegida. Bartocci et al. (1988), comparando o efeito de 18% de caroço de algodão no concentrado de cabras em lactação, verificaram um aumento na porcentagem da gordura do leite e a proteína não foi alterada. Já o perfil dos ácidos graxos na gordura do leite foi alterado, havendo um aumento da concentração de ácidos graxos insaturados (24,21 vs. 19,77% do controle).

A suplementação com gordura altera o perfil de ácidos graxos do leite de vacas. Mielke & Schingoethe (1981), utilizando soja crua (24,3% da MS), concluíram que em geral os ácidos graxos de cadeia longa (18:0, 18:1 e 18:2) aumentaram, e os de cadeia curta (6 a 12 carbonos) diminuíram com a adição de gordura na dieta. Utilizando níveis de gordura protegida, Beaulieu & Palmquist (1995) verificaram um aumento nos ácidos graxos de cadeia carbônica maior nas vacas suplementadas. Também Macheod et al. (1972) observaram que a inclusão de óleo de soja na dieta de vacas aumentou a produção e proporção de ácidos graxos de cadeia longa (C18:0 e C18:1), e diminuiu a proporção de ácidos graxos de cadeia curta no leite. Lu (1993),

comparando dois níveis de suplementação com gordura animal (0 e 5%), verificou uma redução significativa nos ácidos graxos de cadeia curta (capróico, caprílico, cáprico, láurico e mirístico), enquanto os de cadeias longa (palmitico, estéarico e oleico) foram superiores no leite de cabras alimentadas com a adição de gordura. O mesmo resultado foi verificado por Teh et al. (1994).

Utilizando níveis de gordura protegida (0, 5 e 7%) na dieta de cabras em lactação, Sleiman et al. (1998) não observaram alteração na proporção molar de ácido capróico (C6:0), mas as porcentagens de caprílico e o mirístico (C8:0; C14:0) diminuíram e o ácido palmitico (C16:0) aumentou linearmente com o aumento de gordura suplementar.

2.1.4 Efeito no peso corporal

A adição de gordura na dieta geralmente não altera o peso corporal dos animais suplementados. Dados apresentados por Mora (1995) mostraram que a variação do peso corporal não diferiu entre as rações com níveis (0, 15, 30 e 45%) de grão de soja cru no concentrado de vacas leiteiras. Contudo, as vacas alimentadas com até 30% de grão de soja cru moído na ração concentrada apresentaram tendência a ganho de peso, enquanto que as vacas que receberam 45% apresentaram tendência a perder peso. Wu et al. (1994) não encontraram diferenças de peso entre os tratamentos quando compararam fontes e quantidades de gordura para vacas com aproximadamente 50 dias de lactação. Grant & Weidner (1992) não verificaram modificações no peso vivo de vacas suplementadas com gordura.

Mielke & Schingoethe (1981), trabalhando com soja tratada com calor (24,3% da MS), soja não tratada (24,3% da MS) e uma dieta controle, não obtiveram diferenças entre os tratamentos no peso corporal das vacas, embora

a soja tratada com calor tendeu a promover um ganho maior. Utilizando níveis de grão de soja moída até 40% no concentrado (Fernandes, 1994) ou 30% (Pereira et al., 1998b) na dieta de vacas em lactação não foram observadas alterações no peso vivo dos animais, embora, registrassem uma tendência das dietas com grão de soja apresentarem um menor ganho. Lu (1993), comparando dois níveis de suplementação com gordura animal (0 e 5%) em cabras na segunda semana de lactação, também não obteve alterações de peso dos animais, contudo, observou uma tendência de menor ganho com a adição de 5% de gordura na dieta.

Diferindo dos resultados acima, a adição de grão de soja cru em dietas isonitrogenadas reduziu o ganho de peso em vacas no início da lactação quando comparada com farelo de soja e soja tostada (Faldet & Satter, 1991). Teh et al. (1994), trabalhando com níveis de gordura protegida (0, 3, 6 e 9%) em cabras após a segunda semana de lactação, observaram uma redução linear no ganho de peso vivo (110,3 ; 67,5 ; 53,3 ; 39,6 g/d) com o aumento da adição de gordura. O mesmo foi observado por Luginbuhl et al. (1998) em cabritos machos castrados recebendo dietas com níveis (0, 8, 16 e 24%) de caroço de algodão.

2.1.5 Efeito na digestibilidade dos nutrientes no trato digestivo total

Até o presente momento são poucos os trabalhos com a utilização de grão de soja na alimentação de cabras. Kadzere & Jingura (1993) avaliaram a digestibilidade e o balanço de nitrogênio em cabritos machos castrados em crescimento. Os autores compararam dietas com (0, 11, 22 e 33% na MS) de grão de soja cru e observaram um aumento na digestibilidade aparente da proteína bruta (PB) e do extrato etéreo (EE), à medida que houve

um aumento no teor de grão de soja das dietas, sendo significativo para as dietas com 22 e 33% no caso da PB e 33% para o EE. Já, a digestibilidade da fibra bruta (FB) foi reduzida com o aumento do teor de grão de soja na dieta (22 e 33%).

A adição de gordura em dietas para ruminante tem diminuído a digestibilidade da fibra. Devendra & Lewis (1974) apresentaram quatro teorias para explicar o efeito da suplementação com lipídeos acima dos níveis normais na digestibilidade de fibra: 1 - Formação de uma película de gordura sobre a partícula da fibra, protegendo-a do ataque microbiano, reduzindo a sua digestibilidade; 2 - Modificação da população microbiana do rúmen por possíveis efeitos tóxicos dos lipídeos sobre os microrganismos (principalmente protozoários); 3 - Inibição da atividade microbiana pelo efeito dos lipídeos sobre a superfície ativa da sua membrana celular e 4 - Redução da disponibilidade de cátions pela formação de complexos insolúveis com ácidos graxos de cadeia longa. Este efeito pode estar associado diretamente à disponibilidade de cátions ou indiretamente ao pH. Os autores foram favoráveis à teoria da interferência física.

Comparando fontes e quantidades de suplementação de gordura em vacas, Wu et al. (1994) observaram que não ocorreu diferença entre os tratamentos para digestibilidade da FDA e FDN; a digestibilidade da MO tendeu a ser menor para a dieta controle comparando-a com as demais, já a PB teve sua digestibilidade aumentada conforme aumentou o nível de suplementação com gordura.

Comparando níveis de caroço de algodão (0, 5, 15 e 25%) na dieta de vacas em lactação, Smith et al. (1981) observaram um aumento na digestibilidade do nitrogênio, energia e EE com o aumento de caroço de algodão na dieta. Verificaram também que o caroço de algodão não alterou a digestibilidade da fibra. Por outro lado Coppock et al. (1985), observaram que dietas com níveis de caroço de algodão (0, 15 e 30%), aumentaram a digestibilidade de EE e PB, tendo uma pequena redução na digestibilidade da

MS, sendo que a FDA teve sua menor digestibilidade com o nível de 15% de caroço de algodão na dieta. Em outro experimento, Anderson et al. (1984) não verificaram alterações na digestibilidade da matéria seca (MS) com a suplementação de gordura através do uso de caroço de algodão (10% na MS), semente de girassol (12% na MS) e soja extrusada (5% na MS).

Utilizando dietas com caroço de algodão e grão de soja ambos com diferentes processamentos, Mohamed et al. (1988) observaram uma redução significativa na digestibilidade aparente da MO quando utilizaram soja na dieta. Também, Keele et al. (1989), comparando níveis de caroço de algodão e soja extrusada na dieta de vacas em lactação, concluíram que os maiores níveis utilizados (12,7% de soja extrusada e 25,3% de caroço de algodão), não afetaram a digestibilidade no trato digestivo total da MO e FDA.

Tice et al. (1993) adicionaram grão de soja cru ou tostado (19,73% da MS) e com diferentes tamanhos de partícula, na dieta basal de vacas em lactação e verificaram que a digestibilidade aparente da FDN no trato digestivo total foi menor na dieta controle. A digestibilidade da matéria orgânica não foi diferente entre os tratamentos. A digestibilidade aparente do nitrogênio (N) no trato digestivo total foi superior para as vacas alimentadas com a dieta controle. Entretanto, Pereira et al. (1998a) adicionaram dois níveis (0 e 30%) de grão de soja moídos na mistura concentrada de vacas em lactação, e não observaram diferenças nas digestibilidades aparentes da MS, MO, PB, EE e nutrientes digestíveis totais (NDT).

Comparando fontes e quantidades de gordura na dieta de vacas em lactações, Palmquist (1991) observou que a digestibilidade da MS, N, FDA e FDN não foi influenciada pela fonte ou nível de suplementação com gordura. Também, Rabelo (1995) trabalhando com vacas em lactação suplementadas com até 45% da mistura de concentrado de grãos de soja cru moídos, não observou diferença significativa nos coeficientes de digestibilidade aparente, da MS, MO, FDN, PB, EE e carboidratos totais (CHOT) no rúmen e intestino.

Lu (1993), comparando dois níveis de suplementação com gordura animal (0 e 5%) na dieta de cabritos, não observou diferença na digestibilidade aparente da MO, FDN e N. Por outro lado, observou redução significativa no coeficiente de digestibilidade aparente da MS e energia quando adicionou gordura na dieta. Também Sleiman et al. (1998) suplementando cabras em lactação com níveis (0, 5 e 7%) de gordura protegida na dieta, não observaram diferença na digestibilidade aparente da MS, PB, fibra bruta, energia bruta e FDA. Já, Luginbuhl et al. (1998), adicionando caroço de algodão (0, 8, 16 e 24%) à dieta de cabritos machos castrados, observaram uma redução linear na digestibilidade da MS (73, 72, 73, 67%) e FDN (70, 70, 71, 65%).

2.1.6 Efeito na concentração de ácidos graxos não esterificados no plasma

Durante deficiência energética (jejum, baixa ingestão de alimentos) ou altas exigências energéticas ocorre uma diminuição da glucose plasmática e um aumento na concentração dos ácidos graxos não esterificados (AGNE) provenientes da mobilização da gordura corporal. Hussain et al. (1996), comparando forragens para cabras (feno, silagem de boa qualidade e silagem de baixa qualidade), com dois níveis de energia (sendo alta energia a dieta com forragem à vontade mais suplementação de concentrado e baixa energia sendo oferecido apenas 70% da exigência de manutenção), observaram aumento de 20% nos AGNE das cabras alimentadas com a silagem de baixa qualidade, quando comparado com a silagem de boa qualidade ou feno. Além disso, as cabras alimentadas com baixa energia durante o período de 91 a 120 dias de gestação, apresentaram os AGNE mais elevados quando comparadas

com as que estavam recebendo alta energia no mesmo grupo. As cabras que abortaram tiveram AGNE superiores às normais.

Utilizando suplementação com gordura animal em dois níveis (0 e 5%) em cabras durante o início da lactação, Lu (1993) observou um aumento nos AGNE quando adicionou gordura à dieta. Jenkins (1990), trabalhando com combinações de gordura hidrogenada e lecitina em novilhos, não observou diferenças dos AGNE no plasma. Ferguson et al. (1990), utilizando vacas em lactação com dois níveis de suplementação com gordura (0 e 0,5 kg/animal/dia), não verificaram diferença significativa dos AGNE entre os tratamentos. Já, Schneider et al. (1988), comparando dois níveis de gordura protegida (0 e 4% da MS) em dietas de vacas em lactação, observaram uma redução significativa nos AGNE com a adição de gordura. Por outro lado, Jenkins e Jenny (1989), comparando vacas suplementadas com gordura animal, não encontraram diferença significativa nos AGNE.

Palmquist & Conrad (1978) adicionaram grão de soja (14,7%) na dieta de vacas no início da lactação, e não observaram diferenças na concentração dos AGNE, a quantidade de extrato etéreo da dieta com grão de soja era 5,9%. Pires et al. (1996) suplementaram dietas de vacas em lactação com grão de soja (18%) tostado, inteiro e moído, farinha de sangue e sebo e não observaram alterações na concentração dos AGNE.

2.1.7 Efeito na concentração de glucose no plasma.

A suplementação com gordura pode diminuir o consumo de matéria seca e de carboidratos, e frequentemente substitui o amido do concentrado, diminuindo a entrada de ácido propiônico e outros metabólitos energéticos. Entretanto, os ácidos graxos da dieta podem ser oxidados e sua

oxidação parcial ou total diminui a utilização de glucose como fonte de energia. Além da incorporação direta de ácidos graxos da dieta na gordura do leite, a adição de gordura diminui a síntese de ácidos graxos pelos tecidos da glândula mamária. Estes efeitos contraditórios provavelmente explicam porque a suplementação com gordura, não tem efeito consistente na concentração de glucose circulante (Chilliard, 1993). O mesmo autor numa revisão encontrou 52 comparações entre suplementação com gordura e o controle, não observou consistência na concentração de glucose plasmática.

Em dietas de cabras no início da lactação, Teh et al. (1994) adicionaram gordura protegida (0, 3, 6 e 9% na MS), e não observaram alterações na concentração plasmática de glucose. Também, Lu (1993), suplementando cabras em lactação com gordura animal (0 e 5% na MS), não observou alterações nos níveis da concentração plasmática de glucose.

Palmquist & Conrad (1978), comparando 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, não observaram alterações na concentração plasmática de glucose. Resultados semelhantes foram observados por Pires et al. (1996) quando compararam diferentes degradabilidades das fontes protéicas e suplementação com gordura na forma de grão de soja tostado e moído ou inteiro (18% da MS), farinha de sangue (2,69% da MS), farinha de sangue (2,68% da MS) mais sebo (3% da MS) e farelo de soja, não observaram diferença na concentração plasmática de glucose, entre os diferentes tratamentos. No mesmo sentido, Eastridge et al. (1988), comparando diferentes fontes energéticas (1 - 72% de foragem : 28% de concentrado; 2 - 53:47; e 3 - isocalórica para a dieta 2 e contendo 8% de óleo de soja) em dietas de vacas em lactação, não observaram alterações na concentração plasmática de glucose.

Suplementando dietas de vacas em lactação com gordura "yellow grease" (5% na MS) e "yellow grease" hidrogenada (3 e 5% na MS) Jenkins & Jenny (1989) observaram uma tendência de ($P < 0,10$) aumento da

concentração plasmática de glucose, com adição de gordura na dieta. Entretanto, Cant et al. (1993), comparando dois níveis de gordura “yellow grease” (0 e 4% na MS) na dieta de vacas em lactação, observaram uma redução na concentração plasmática de glucose, com adição de gordura na dieta. Já, Bateman et al. (1996), utilizando dois níveis de fibra com e sem adição de gordura (0 e 0,45 kg/d de sebo) na dieta de vacas em lactação, observaram um aumento na concentração plasmática de glucose com adição de gordura, nos dois níveis de fibra.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Animais e instalações experimentais

Foram utilizadas trinta e seis cabras (16 da raça Saanen e 20 da raça Alpina) com $88 \pm 2,25$ dias em lactação num delineamento de blocos ao acaso.

O experimento foi conduzido nas instalações no Centro de Produção Intensiva de Caprinos do Departamento de Produção Animal ESALQ-USP, onde os animais foram alojados em baias individuais, do tipo “tie stall” (0,5x1,2m) com piso ripado e providas de bebedouros automáticos e sombra.

3.2 Tratamentos

As cabras foram alimentadas com dietas contendo silagem de milho como volumoso (Tabela 1), sendo que os tratamentos experimentais consistiram de 0, 7, 14 e 21% de grão de soja cru na matéria seca da dieta, constituindo os tratamentos TO, T7, T14 e T21, respectivamente. As dietas foram balanceadas para atender as exigências de cabras em lactação (NRC, 1981; Sauvant & Morand-Fehr, 1991 e Brun-Bellut et al.,1991).

Tabela 1. Ingredientes e composição química da dieta (% da MS).

Ingredientes	Dietas ¹			
	T0	T7	T14	T21
Silagem de milho	49,0	49,0	49,0	49,0
Milho moído	25,2	24,7	23,5	23,0
Farelo de soja	23,8	17,1	10,9	4,4
Grão de soja	-	7,1	14,2	21,3
Minerais e vitaminas ²	1,99	1,82	1,82	1,82
Calcário Calcítico	-	0,36	0,55	0,55
Composição química (% da MS)				
Matéria seca (MS)	45,0	45,0	45,0	45,0
Matéria orgânica (MO)	92,9	92,7	93,3	92,5
Proteína bruta (PB)	17,9	17,8	17,7	17,3
Fibra det. neutro (FDN)	30,7	31,0	30,8	31,3
Fibra det. ácido (FDA)	19,4	20,0	20,3	20,9
Extrato etéreo (EE)	3,2	4,4	5,6	6,3
Energia bruta, kcal/kgMS	4374,4	4454,5	4553,6	4589,1

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

² 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.

Os concentrados foram misturados previamente num misturador horizontal (marca Lucato, capacidade de 500kg). Na hora do fornecimento da alimentação, a silagem de milho e o concentrado nas suas respectivas proporções foram pesados para cada animal. Na hora do fornecimento as dietas foram homogeneizadas para a obtenção de uma ração completa. A

ração completa foi fornecida uma vez ao dia (18:00h), *ad libitum*, permitindo uma sobra de 10 a 15% (Lu, 1993) que foi registrada diariamente.

3.3 Período experimental

O período experimental teve duração de 9 semanas (63 dias), subdivididos em 3 sub-períodos de 20 dias para coleta de plasma sanguíneo e pesagem dos animais. Um período pré-experimental de 2 semanas foi usado para adaptação dos animais. O período do dia 59 ao 63 do experimento foi usado para determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes das dietas.

3.3.1 Coleta de dados referentes ao consumo de matéria seca

Os dados de consumo de MS por animal/dia foram obtidos através da diferença entre a quantidade de MS fornecida e a da sobra. Durante as 9 semanas do período experimental, foram amostrados as sobras e os alimentos oferecidos uma vez por semana, tendo no final do período experimental 9 sub-amostras as quais foram compostas por animal (sobras) ou por dieta (oferta).

As amostras foram conservadas congeladas a -10°C até serem descongeladas e secadas em estufas com ventilação forçada (55°C) por 72 horas para determinação de matéria seca de acordo com A.O.A.C. (1990).

3.3.2 Coleta de amostras para determinação da digestibilidade aparente no trato digestivo total

Do dia 59 ao 63 do período experimental, amostras dos concentrados, volumoso e das sobras foram coletadas diariamente de todas as cabras, as quais foram posteriormente analisadas para calcular a digestibilidade aparente dos nutrientes. As amostras de fezes foram coletadas 2 vezes ao dia. No primeiro dia a coleta foi iniciada às 6:00 horas e às 12:00 horas, sendo adiantado duas horas a cada dia de coleta. As amostras de fezes foram compostas por animal, acondicionadas em saco plástico e congeladas a -10°C para posterior análise de lignina, cromo, PB, EE, FDN, FDA, MS, MO e EB. Do dia 48 ao 63, do período experimental foi adicionado 0,2% de óxido de cromo (Cr_2O_3) às dietas, como marcador externo dos nutrientes. O Cr_2O_3 foi inicialmente adicionado ao concentrado e posteriormente misturado à ração completa para obtenção de uma concentração de 0,2% de óxido de cromo. Entretanto, não foi possível a utilização do Cr_2O_3 como marcador externo de indigestibilidade, passando-se a utilizar a lignina como marcador interno.

A digestibilidade da matéria seca e demais nutrientes foi calculada da seguinte maneira:

Digestibilidade do nutriente (%)

$$= 100 - \left(100 \times \frac{\% \text{ do marcador no alimento}}{\% \text{ do marcador nas fezes}} \times \frac{\% \text{ do nutriente nas fezes}}{\% \text{ do nutriente no alimento}} \right)$$

3.3.3 Análise bromatológica das dietas, sobras e fezes

Amostras do alimento oferecido, das sobras e das fezes foram secas em estufas com ventilação forçada à temperatura de 55°C por 72 horas e moídas em moinhos tipo Wiley providos de peneiras de 1mm. As amostras foram analisadas para MS, MO, EE e PB de acordo com A.O.A.C. (1990). O EE nas fezes foi determinado com éter de petróleo adicionado de 10% de ácido acético, para liberar os ácidos graxos (Mattos & Palmquist, 1974). As determinações de FDN e FDA foram realizadas de acordo com o método de Van Soest et al. (1991), a lignina de acordo com (Goering e Van Soest, 1970) e a energia bruta através do uso de bomba calorimétrica (PARR - 1261).

3.3.4 Coleta de sangue para determinação de glucose e ácidos graxos não esterificados no plasma

As amostras de sangue foram coletadas em todos os animais na veia jugular, em tubos de ensaio a vácuo com oxalato de potássio (anti-coagulante) e fluoreto de sódio (anti-glicolítico). As coletas foram em dois horários (antes do fornecimento das dietas e 4 horas após), no início, dia 20 (P1), dia 40 (P2) e no final do período experimental (P3), para determinação dos ácidos graxos não esterificados e glucose no plasma. As amostras foram centrifugadas a 2000 x g por 15 minutos à temperatura de 5°C para separação do plasma sanguíneo, o qual foi acondicionado em tubos do tipo "ependorf" e armazenado a -10°C para posterior análise. Os AGNE foram determinados enzimaticamente através do "kit" NEFA-c (Waco Chemicals USA, Richmond, VA) modificado por Johnson & Peters (1993) e a leitura foi num aparelho do tipo Elisa Reader (BIO RAD lâmpada de 550 nanômetros). A concentração

plasmática de glucose foi determinada utilizando um analisador bioquímico (YSI-2700 Select – Yellow Springs, Ohio).

3.3.5 Determinação da produção e composição do leite

As cabras foram ordenhadas duas vezes ao dia (8:00 e 16:00 horas) e a produção de leite foi determinada por pesagem duas vezes por semana. Amostras de leite (composta por dia) foram coletadas uma vez por semana para análise de proteína e gordura. As amostras foram conservadas com 2-bromo-2-nitropropano-1-3-diol sob refrigeração (6°C) para posterior determinação de proteína e gordura por leitura de absorção de infravermelho próximo em um equipamento Bentley 2000 (Bentley, 1995) do Laboratório de Análise de Leite/Departamento de Produção Animal da ESALQ/USP.

3.3.6 Pesagem dos animais

As cabras foram pesadas no final do período pré-experimental, e no final da 3ª (P1), 6ª (P2) e 9ª (P3) semana do período experimental, por 3 dias consecutivos, logo após a ordenha da tarde.

3.4 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, sendo os blocos arranjados de acordo com a produção de leite, dias em lactação, número de lactações e raça. Os dados pré experimentais foram usados para ajustar por covariável todos os parâmetros estudados, exceto digestibilidade. Os dados foram analisados pelo procedimento GLM do programa estatístico SAS (1988). Utilizando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = M + B_i + S_j + cov_k + E_{ijk}$$

Onde:

M = Média geral

B_i = Efeito do bloco

S_j = Efeito do grão de soja

cov_k = Efeito da covariável

E_{ijk} = Efeito aleatório

Os dados de digestibilidade foram analisados similarmente, mas sem o ajuste das médias por covariável.

As diferenças entre os tratamentos para as diversas variáveis analisadas foram verificadas através de contrastes polinomiais e algumas pelo teste Tukey, considerando 5% ($P < 0,05$) como nível de significância e até 10% como tendência ($P < 0,10$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Consumo de matéria seca

O consumo de matéria seca (CMS) dos tratamentos está apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Efeitos do grão de soja no consumo de matéria seca de cabras leiteiras

Itens ¹	Tratamentos ²				EPM ³	Efeito	
	T0	T7	T14	T21		Linear	Quadrático
CMS, kg/d	2,04	1,83	1,75	1,66	0,07	0,0006	0,3864
CMS, %PV	3,86	3,87	3,90	3,89	0,02	0,0962	0,5219
CMS, g/kgPV ^{0.75}	99,36	94,59	90,73	85,94	3,35	0,0060	0,9985

¹Itens: CMS=consumo de matéria seca

²Tratamentos: 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.

³ EPM=Erro padrão da média.

O CMS diminuiu linearmente ($P<0,01$) com o aumento do grão de soja na dieta (Tabela 2). Resultado similar foi observado em cabritos (Luginbuhl et al., 1998) e em vacas em lactação suplementadas com grão de soja (Grant & Weidner, 1992; Pereira et al., 1998a) ou com outras fontes de gordura (Wu et al., 1992; Beaulieu & Palmquist, 1995; Schauff & Clark, 1992). Entretanto, outros autores não verificaram alterações no CMS em vacas em lactação com a adição do grão de soja (Tice et al., 1993; Schauff et al., 1992; Grumer & 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). No presente experimento, observou-se um aumento na concentração dos ácidos graxos não esterificados no plasma (Tabela 9) e uma redução no CMS, com adição de grão de soja na dieta. 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 (Chilliard, 1993).

Figura 1. Efeito de níveis de grão de soja no consumo de matéria seca em kg/dia.

O consumo médio em g/kg de $PV^{0,75}$, reduziu linearmente ($P<0,01$) com o aumento do grão de soja na dieta (Figura 2) devido à redução no consumo de MS. Teh et al. (1994), trabalhando com gordura protegida na dieta de cabra em lactação, observaram valores de consumo de MS em g/kg de $PV^{0,75}$ superiores numericamente aos deste experimento, devido provavelmente à maior produção de leite. Kearl (1982) calculou que a média do consumo de MS para cabras em lactação em função do peso metabólico é de 119,6 g de MS/kg $PV^{0,75}$ variando de acordo com a energia metabolizável da dieta. No presente experimento os valores observados foram inferiores (Tabela 2).

Figura 2. Efeito de níveis de grão de soja no consumo de matéria seca em gramas por kg de peso metabólico.

4.2 Produção e composição do leite e eficiência alimentar

As produções médias de leite, composição do leite e eficiência alimentar nos tratamentos estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Efeitos do grão de soja no desempenho da lactação de cabras leiteiras.

Itens ¹	Tratamentos ²				EPM ³	P=	
	T0	T7	T14	T21		Linear	Quadrático
Leite, kg/d	2,55	2,55	2,53	2,33	0,07	0,045	0,174
PLCG 3,5%, kg/d	2,56	2,43	2,81	2,41	0,09	0,907	0,353
EA (PLCG/CMS)	1,20	1,36	1,58	1,50	0,06	0,0008	0,0909
Gordura do leite, %	3,37	3,60	3,78	3,82	0,14	0,021	0,517
g/d	87,41	91,24	92,91	91,78	4,41	0,457	0,576
Proteína do leite, %	2,68	2,79	2,81	2,76	0,04	0,176	0,051
g/d	66,59	72,53	69,47	64,44	2,16	0,322	0,016
g /kg PB consumido ⁴	181,71	197,82	228,35	212,54	8,88	0,004	0,084

¹Itens: PLCG=produção de leite corrigida para 3,5% de gordura; EA=eficiência alimentar.

²Tratamentos: 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.

³EPM=Erro padrão da média.

⁴g/kg PB consumido = Gramas de proteína no leite/kg de proteína consumida da dieta.

A produção de leite diminuiu linearmente ($P<0,05$) com o aumento de grão de soja na dieta (Figura 3). Resultado similar foi encontrado por Lu (1993) com a suplementação de cabras em lactação com 5% de gordura

animal. Em vacas em lactação, Pereira et al. (1998b) verificaram uma redução na produção de leite com a suplementação de 30% do grão de soja moída na mistura concentrada. Schauff & Clark (1992) compararam níveis de gordura protegida (0, 3, 6 e 9%) e observaram uma redução linear na produção de leite. Mora (1995), utilizando níveis crescentes de grão de soja (0, 15, 30 e 45%) no concentrado, observou uma redução na produção de leite, no nível de 45% de grão de soja. Já Fernandes (1994) e Rabelo (1995), ambos utilizando níveis de grão de soja para vacas em lactação, não observaram alterações na produção de leite.

A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura não apresentou diferença entre os tratamentos ($P>0,05$). Resultados similares foram observados por outros autores os quais têm mostrado que o aumento do nível de gordura na dieta, não altera a produção de leite corrigida para gordura (Palmquist & Conrad, 1978; Bernard, 1990; Grant & Weidner, 1992; Lu, 1993; Pires et al., 1996). No entanto, Wu & Huber (1994), observando 83 comparações de dados experimentais com gordura, verificaram que a suplementação com gordura geralmente aumenta a produção de leite.

A produção de gordura no leite (g/d) não foi alterada com a adição de grão de soja na dieta, já a concentração de gordura (%) aumentou linearmente ($P=0,021$; Figura 4). Em cabras leiteiras, Teh et al (1994) observaram um aumento linear na porcentagem de gordura do leite, quando adicionaram 0, 3, 6 e 9% de gordura protegida. Lu (1993) também observou aumento na porcentagem de gordura do leite de cabras alimentadas com 5% de gordura animal na dieta. Em vacas leiteiras, Grant & Weidner (1992) verificaram um aumento no teor de gordura do leite quando forneceram grão de soja cru. Outros autores não observaram alterações na porcentagem de gordura no leite de vacas em lactação, suplementadas com gordura (Palmquist & Conrad, 1978; Bernard, 1990; Wu et al., 1994; Pereira et al., 1998b; Rabelo, 1995; e Fernandes, 1994). A suplementação com gordura modifica o perfil de ácidos graxos do leite, ocorrendo uma redução nos ácidos graxos de cadeia curta, e um

aumento nos de cadeia longa em vacas (Macleod et al., 1972; Smith et al., 1981; Mielk & Schingoethe, 1981; Mohamed et al., 1988), e em cabras leiteiras (Lu, 1993; Teh et al., 1994; Sleiman, 1998). Estes dados indicaram que a glândula mamária incorpora ácidos graxos da dieta no leite, o que aumentaria a produção de gordura no leite, mas isto não ocorre sempre, já que a suplementação com gordura reduz a síntese de ácidos graxos na glândula mamária. Smith et al. (1981) observaram uma redução de 50% na síntese de ácidos graxos na glândula mamária, quando adicionaram 25% de caroço de algodão na dieta de vacas em lactação. Os mecanismos que regulam a síntese de gordura não estão bem estabelecidos. A teoria mais recente sobre a diminuição da gordura do leite é a dos ácidos graxos trans. Segundo esta hipótese estes ácidos provavelmente inibem a ação da enzima acetil CoA carboxilase a qual é necessária na síntese de ácidos graxos na glândula mamária. Os fatores que afetam o acúmulo de ácidos graxos trans no rúmen são fontes de ácidos graxos poliinsaturados na dieta e pH ruminal baixo (Erdman, 1999). A suplementação com gordura pode aumentar a gordura no leite ou até diminuir, dependendo da fonte de gordura utilizada (grau de insaturação) e do manejo alimentar (acidose).

Figura 3. Efeito de níveis de grão de soja na produção de leite (PL) e produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLCG) em kg/d.

Figura 4. Efeito de níveis de grão de soja na gordura do leite em percentagem.

A produção de proteína (g/d) apresentou um comportamento quadrático ($P=0,046$; Figura 5) e o teor de proteína (%) não diferiu ($P>0,05$), sendo similar aos trabalhos publicados com cabras (Lu, 1993; Sleiman et al., 1998) e com vacas em lactação (Rabelo, 1995; Fernandes, 1994; Pereira et al., 1998b) os quais não verificaram alterações no teor de proteína do leite. Wu & Huber (1994) revisando dados experimentais, concluíram que a suplementação com gordura está associada a uma redução na proteína do leite. O efeito quadrático na produção de proteína (Figura 5) pode ter sido devido à maior eficiência na síntese de proteína do leite por unidade de PB consumida da dieta, associado a uma redução no consumo de MS (Tabela 2).

Figura 5. Efeito de níveis de grão de soja na proteína do leite em gramas por dia.

A eficiência alimentar (PLCG/CMS) aumentou linearmente ($P<0,01$) com o aumento de grão de soja na dieta (Figura 6), devido à redução no CMS e não à alteração na PLCG. Os valores observados foram de 13,3; 31,7 e 25,0% mais eficiente para T7, T14 e T21 comparando com o tratamento controle. Pires et al. (1996), adicionando 18% de grão de soja tostado moído ou tostado inteiro na dieta de vacas em lactação, não observam alterações na EA. Em cabras leiteiras suplementadas com gordura protegida (0, 3, 6 e 9%) Teh et al. (1994), não verificaram diferenças na EA.

Figura 6. Efeito de níveis de grão de soja na eficiência alimentar.

4.3 Alterações no peso corporal

As alterações no peso corporal dos animais nos tratamentos, estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Efeito de grão de soja no peso vivo das cabras leiteiras.

Itens ¹	Dietas ³				EPM ⁴	P=		
	T0	T7	T14	T21		Linear	Quadrát.	Cúbico
Peso vivo inicial, kg	59,68 ^a	48,84 ^b	56,73 ^{ab}	50,74 ^{ab}	2,47			
P1 (ajustado pelo PI) ²	55,46	54,22	53,73	54,20	0,45	0,0461	0,0645	0,9664
P2 (ajustado pelo PI)	57,01	55,07	54,81	54,73	0,57	0,0116	0,1074	0,5973
P3 (ajustado pelo PI)	57,25	53,56	52,43	53,35	0,70	0,0005	0,0024	0,8856
Peso vivo final, kg	62,67 ^a	48,64 ^b	55,03 ^{ab}	50,25 ^b	2,44			
Alterações no PV, kg	2,99	-0,20	-1,70	-0,49	0,66	0,0005	0,0029	0,7298
Alterações no PV, g/d	46,64	-3,07	-26,56	-7,70	10,33	0,0005	0,0029	0,7298

¹ P1= primeiro período, P2=segundo período, P3=terceiro período (peso final);

² ajustado pelo PI=utilizou o peso inicial como covariável.

³Tratamentos: 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.

⁴EPM=Erro padrão da média.

^{ab}Médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não difere pelo teste Tukey a 5%.

Com a adição do grão de soja na dieta o ganho de peso vivo (g/d) foi reduzido linearmente (P=0,0005), sendo que no tratamento controle houve ganho de peso (46,64 g/d), e nos demais ocorreu perda de peso -3,07; -26,56; -7,70 g/d para os tratamentos T7, T14 e T21, respectivamente (Tabela

4). Resultado similar foi encontrado por Teh et al. (1994) quando adicionaram níveis de gordura protegida (0, 3, 6 e 9%) para cabras após a 2ª semana em lactação. Eles mostraram uma redução linear no ganho de peso vivo (110,3; 67,5; 53,3; 39,6 g/d) com o aumento da adição de gordura protegida. O mesmo foi observado por Luginbuhl et al. (1998) em cabritos machos castrados recebendo dietas com níveis (0, 8, 16 e 24%) de caroço de algodão. Schauff & Clark (1992) utilizaram níveis de gordura protegida (0, 3, 6 e 9%) em dietas de vacas em lactação e observaram uma redução linear no peso vivo com o aumento da gordura protegida. Entretanto, Lu (1993), comparando dois níveis com suplementação de gordura animal (0 e 5%) em cabras em lactação, não observou alterações no peso dos animais.

Trabalhos com vacas leiteiras mostraram que a adição de gordura à dieta não resultou em diferenças no peso vivo dos animais quando foi utilizado grão de soja (Fernandes, 1994; Mora, 1995; Pereira et al., 1998b) ou outras fontes de gordura (Palmquist & Conrad, 1980; Grant & Weidner, 1992; Tice et al., 1993; Pires et al., 1996). Contudo, comentam que as dietas contendo grão de soja tendem a ter um menor ganho de peso, embora não significativo.

Houve diferença no peso vivo inicial (Tabela 4) devido à priorização para formação dos blocos quanto a produção de leite, estágio e ordem de lactação. Por este motivo foi usado covariável em função do peso inicial. Contudo, com a utilização do peso vivo inicial como covariável ou sem a covariável, temos os mesmos resultados para os três períodos (Figura 8) em alterações no peso vivo (kg e g/d) e peso vivo final. Estes resultados indicam que a diferença no peso vivo inicial dos animais não interferiu nos resultados da variação no peso vivo. Esta perda de peso nos tratamentos com grão de soja (Figura 7), pode ser devido ao menor consumo de energia destes tratamentos comparados com o controle. Palmquist & Conrad (1978) comentam que as dietas que não contém suplementação com gordura, permitem um consumo mais elevado de carboidratos não estruturais, podendo

ocasionar um maior suprimento de propionato, promovendo liberação de insulina, alterando a partição de nutrientes em favor dos tecidos muscular e adiposo. No presente experimento observou-se um maior consumo de CNE no T0, o qual ganhou peso, enquanto nos demais houve perda de peso.

Figura 7. Efeito de níveis de grão de soja na alteração do peso vivo em g/d.

Figura 8. Efeito de níveis de grão de soja no peso vivo (kg) em cada período.

4.4 Consumo e digestibilidades dos nutrientes no trato digestivo total.

4.4.1 Matéria Seca e Matéria Orgânica.

O consumo médio e a digestibilidade aparente da matéria seca e matéria orgânica no trato digestivo total estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Efeito do grão de soja no consumo e digestibilidade aparente da matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO) no trato digestivo total.

Itens ¹	Tratamentos ²				EPM ³	P=		
	T0	T7	T14	T21		Linear	Quadrát.	Cúbico
CMS ⁴ , kg/d	1,77	1,42	1,34	1,26	0,076	0,0001	0,1004	0,4373
DMSTT, kg/d	1,16	0,94	0,86	0,78	0,048	0,0001	0,1640	0,4821
DMSTT, %	66,02	66,16	64,57	62,55	1,180	0,0273	0,3560	0,8091
CMO, kg/d	1,64	1,32	1,25	1,16	0,07	0,0001	0,1173	0,3841
DMOTT,kg/d	1,10	0,98	0,83	0,74	0,04	0,0001	0,1926	0,3579
DMOTT, %	67,73	67,71	66,64	64,25	1,18	0,0346	0,3168	0,9593

¹Itens: CMS=consumo de matéria seca; DMSTT=digestibilidade da matéria seca no trato digestivo total; CMO=consumo de matéria orgânica; DMOTT=digestibilidade da matéria orgânica no trato digestivo total.

²Tratamentos: T0=controle; T7=7% de grão de soja; T14=14% de grão de soja; T21=21% de grão de soja.

³Erro padrão da média.

⁴Referente aos dias 59 a 63 do período experimental.

A inclusão do grão de soja na dieta das cabras em lactação diminuiu linearmente ($P<0,05$) a digestibilidade aparente da matéria seca e matéria orgânica ($P<0,05$) no trato digestivo total (Tabela 5). Resultado similar foi observado por Luginbuhl et al. (1998) em cabritos machos castrados, em crescimento, com dietas contendo níveis de caroço de algodão de 0, 8, 16 e 24% onde obtiveram digestibilidades aparentes da matéria seca de 73; 72; 73; 67%, respectivamente ($P<0,02$). Lu (1993) observou uma tendência ($P<0,10$) de redução da digestibilidade aparente da matéria seca (62,6 e 57,4%) quando adicionou 5% de gordura animal à dieta de cabritos. A digestibilidade aparente da matéria orgânica não foi alterada e o consumo de matéria seca diminuiu (1,11 e 0,97 kg/d).

Pereira et al. (1998a), utilizando níveis de grão de soja (0 e 30%) na mistura concentrada de vacas em lactação, observaram uma redução nos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (58,5 e 52,0%) e matéria orgânica (61,3 e 54,9%) quando adicionaram grão de soja. Por outro lado, Rabelo (1995) e Mora (1995), utilizando níveis de grão de soja (0, 15, 30 e 45%) no concentrado de vacas em lactação, não verificaram diferenças no coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e matéria orgânica.

Bernard (1990) não encontrou diferenças nos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, quando comparou rações contendo (9,4%) grão de soja e o controle, em vacas Holandesas. Adicionalmente, outros experimentos não apresentaram diferenças nos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e matéria orgânica (Schauff & Clark, 1992; Wu et al., 1994; Villela, 1995).

Palmquist & Conrad (1978), comparando fontes de gordura (grão de soja 35%, gordura hydrogenada 6 e 20%) na mistura concentrada de vacas em lactação, não observaram redução na digestibilidade aparente da matéria seca. Por outro lado, Eastridge & Firkins (1991) verificaram tendência ($P<0,08$) de redução dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e orgânica com a adição de gordura.

Figura 9. Efeito de níveis de grão de soja na digestibilidade aparente da matéria seca e matéria orgânica no trato digestivo total.

A digestibilidade aparente da matéria seca do tratamento T21 diminuiu 5,26% e o da matéria orgânica 5,14% quando comparados com o T0. O consumo de gordura foi 28,67g superior para o T21, ocorrendo uma redução na digestibilidade da matéria seca de 18,35%/100g de gordura consumida, bem maior que a sugerida por Palmquist (1991) 2,2%/100g de gordura consumida, propondo também que esta redução da digestibilidade ocorre linearmente com o aumento da gordura. Jenkins & Jenny (1989) consideraram que a gordura suplementar geralmente diminui e em alguns casos tem efeito mínimo sobre a digestibilidade da matéria seca. As frações FDN e FDA tiveram a digestibilidade reduzida. Daí a redução na digestibilidade da MS e MO.

4.4.2 Fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido.

O consumo médio e a digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido no trato digestivo total estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Efeito da adição de grão de soja no consumo e digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) no trato digestivo total.

Itens ¹	Tratamentos ²				EPM ³	P=		
	T0	T7	T14	T21		Linear	Quadrático	Cúbico
CFDN, kg/d	0,51	0,41	0,38	0,37	0,02	0,0002	0,0996	0,5032
DFDNTT, kg/d	0,22	0,18	0,15	0,14	0,01	0,0003	0,2674	0,7803
DFDNTT, %	44,08	44,06	41,40	39,17	1,41	0,0133	0,4565	0,6551
CFDA, kg/d	0,32	0,27	0,26	0,25	0,015	0,0024	0,1391	0,4609
DFDÁTT, kg/d	0,14	0,12	0,10	0,10	0,007	0,0007	0,1828	0,9462
DFDATT, %	42,83	43,74	40,11	40,35	1,150	0,0441	0,7787	0,1379

¹Itens: CFDN=consumo de fibra detergente neutro; DFDNTT=digestibilidade da fibra detergente neutro no trato digestivo total; CFDA=consumo de fibra detergente ácido; DFDATT=digestibilidade da fibra detergente ácido no trato digestivo total;

²Tratamentos: T0=controle; T7=7% de grão de soja; T14=14% de grão de soja; T21= 21% de grão de soja.

³Erro padrão da média.

O consumo de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram reduzidos linearmente ($P<0,01$) com a adição do

grão de soja na dieta (Tabela 6). Isto ocorreu devido à redução linear no consumo de matéria seca (Tabela 5), uma vez que as dietas apresentam uma concentração muito próxima de FDN (31%) e FDA (20%; Tabela 1).

Os coeficientes de digestibilidade aparente da FDN e FDA diminuíram linearmente ($P < 0,05$), com a adição do grão de soja na dieta (Figura 10). Resultados similares foram observados por Luginbuhl et al. (1998) com o uso de caroço de algodão na dieta de cabritos machos castrados onde verificaram que a digestibilidade aparente da FDN reduziu linearmente ($P < 0,05$) apresentando valores de 70, 70, 71 e 65%, para os níveis 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 & Firkins (1991), utilizando gordura animal (0, 2 e 5%) na dieta de vacas em lactação, não observaram alterações na digestibilidade aparente da FDN. Da mesma maneira, Schauff & Clark (1992), utilizando níveis de gordura protegida (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 protegida. Palmquist & Conrad (1980) também não verificaram diferença na digestibilidade aparente da FDA com suplementação de gordura em dietas para vacas em lactação.

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 a 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) e consequentemente reduzindo o consumo de matéria seca (Tabela 5).

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 a quantidade suplementar de ácidos graxos de sementes oleaginosas (grão de soja) deve ser de 2 a 3% numa dieta convencional ($\pm 3\%$ de EE). Neste experimento o valor de FDA e EE ficaram próximos ao recomendado por este autor, e a PLCG não foi alterada.

Figura 10. Efeito de níveis de grão de soja na digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido no trato digestivo total.

4.4.3 Proteína bruta e carboidratos não estruturais

O consumo médio e a digestibilidade aparente da proteína bruta e dos carboidratos não estruturais no trato digestivo total estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Efeito da adição de grão de soja no consumo e digestibilidade aparente da proteína bruta (PB) e carboidratos não estruturais (CNE) no trato digestivo total.

Itens ¹	Tratamentos ²				EPM ³	P=		
	T0	T7	T14	T21		Linear	Quadrát.	Cúbico
CPB, kg/d	0,33	0,26	0,24	0,23	0,014	0,0001	0,0623	0,4504
DPBTT, kg/d	0,23	0,19	0,17	0,16	0,009	0,0001	0,1498	0,5122
DPBTT, %	72,12	72,65	71,98	70,34	1,014	0,1854	0,2886	0,9596
CCNE, kg/d	0,75	0,58	0,54	0,48	0,032	0,0001	0,1128	0,2784
DCNETT, kg/d	0,61	0,47	0,44	0,38	0,022	0,0001	0,1025	0,1579
DCNETT, %	82,16	81,17	81,27	79,43	1,300	0,1779	0,7413	0,6048

¹Itens: CPB=consumo de proteína bruta; DPBTT=digestibilidade da proteína bruta no trato digestivo total; CCNE=consumo de carboidratos não estruturais; DCNETT=digestibilidade dos carboidratos não estruturais no trato digestivo total.

²Tratamentos: 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.

³Erro padrão da média.

⁴CNE=100-(FDN + EE+ PB + cinzas).

O consumo de proteína bruta diminuiu linearmente (P=0,0001) com adição do grão de soja na dieta (Tabela 7), devido a redução linear no consumo de matéria seca (Tabela 5), uma vez que as dietas foram

isonitrogenadas (Tabela 1). Houve redução linear ($P=0,0001$) na digestibilidade aparente da proteína bruta em kg/d com a suplementação do grão de soja. A digestibilidade aparente da proteína bruta em porcentagem não foi alterada com adição do grão de soja na dieta. Resultados similares foram observados por Lu (1993) com adição de gordura animal (5%) em cabritos, e Sleiman et al. (1998) comparando níveis de gordura protegida (0, 5 e 7%) tendo silagem de milho como volumoso, na dieta de cabras em lactação. Dados semelhantes estão apresentados nos trabalhos publicados com adição de gordura à dieta de vacas em lactação (Palmquist e Conrad, 1980; Bernard, 1990; Wu et al., 1994; Rabello, 1995; Mora, 1995).

Jenkins & Jenny (1989) observaram uma redução na digestibilidade aparente da proteína bruta com adição de gordura em dietas de vacas em lactação, enquanto Palmquist & Conrad (1978) verificaram um aumento na digestibilidade aparente da proteína bruta quando suplementaram com gordura a dieta de vacas em lactação. No presente experimento, a digestibilidade aparente da PB (%) não diferiu entre os tratamentos.

O consumo de CNE diminuiu linearmente ($P<0,01$), provavelmente em decorrência da redução no CMS (Tabela 5) e a redução na quantidade de CNE devido a sua substituição por gordura. A digestibilidade aparente em porcentagem dos CNE não foi alterada ($P>0,05$; Figura 11). A comparação deste dado com outras publicações fica limitada pois a digestibilidade desta fração geralmente não é calculada. Jenkins, (1993) comentou que dietas com gordura tem um efeito menor na digestibilidade dos CNE do que da fibra.

Figura 11. Efeito de níveis de grão de soja na digestibilidade aparente dos carboidratos não estruturais e da proteína bruta no trato digestivo total.

4.4.4 Extrato etéreo e energia bruta.

O consumo médio e a digestibilidade aparente do extrato etéreo e energia bruta no trato digestivo total estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Efeito da adição de grão de soja no consumo e digestibilidade aparente do extrato etéreo (EE) e energia bruta (EB) no trato digestivo total.

Itens ¹	Tratamentos ²				EPM ³	P=		
	T0	T7	T14	T21		Linear	Quadrát.	Cúbico
CEE, g/d	58,44	67,00	82,00	87,11	0,004	0,0001	0,6453	0,3327
DEETT, g/d	41,78	50,78	65,11	60,55	0,003	0,0001	0,0315	0,0805
DEETT, %	71,68	75,60	79,52	70,17	1,960	0,9463	0,0025	0,1444
CEB, Mcal/d	7,75	6,36	6,16	5,84	0,34	0,0007	0,1314	0,4025
ED, Mcal/d	5,14	4,25	4,01	3,68	0,21	0,0001	0,2624	0,3657
DEBTT, %	66,65	67,04	66,32	63,54	1,191	0,0663	0,1933	0,8655

¹Itens: CEE=consumo de extrato etéreo; DEETT=digestibilidade do extrato etéreo no trato digestivo total; CEB=consumo de energia bruta; ED= energia digestível.

²Tratamentos: 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.

³Erro padrão da média.

O consumo de extrato etéreo aumentou linearmente ($P<0,01$) com a adição do grão de soja na dieta (Tabela 8). O aumento na concentração de extrato etéreo proporcionado pela inclusão do grão de soja na dieta (Tabela 1) superou a redução no consumo de matéria seca (Tabela 5). Houve um aumento linear ($P<0,01$) na digestibilidade aparente do extrato etéreo em g/d.

O coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo (em %) apresentou efeito quadrático ($P=0,0025$), sendo que até o T14 aumentou provavelmente devido à diluição da gordura fecal endógena, e no T21 diminuiu indicando 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. Resultado similar foi observado por Palmquist & Conrad (1978) quando utilizaram 35% de grão de soja ou 6 e 20% de gordura hidrogenada no concentrado. Entretanto, Jenkins & Jenny (1989) observaram uma redução na digestibilidade aparente do extrato etéreo quando adicionaram lipídios 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., 1998b) ou outras fontes de gordura (Palmquist & Conrad, 1980; Wu et al., 1994).

O consumo de energia bruta (Mcal/dia) diminuiu linearmente ($P<0,01$) devido a redução linear no consumo de matéria seca (Tabela 5), embora a densidade energética das dietas tenha aumentado com a adição de grão de soja (Tabela 1). O aumento na densidade energética não foi suficiente para compensar a redução no consumo de MS. Teh et al. (1994) não observaram alterações no consumo de energia líquida calculada (Mcal/d), quando adicionaram gordura protegida (0, 3, 6 e 9%) na dieta de cabras em lactação. A digestibilidade aparente da energia bruta (Mcal/d) também foi reduzida linearmente com o aumento do grão de soja na dieta, e em porcentagem da MS apresentou apenas uma tendência ($P<0,10$) de redução linear (Figura 12). O aumento da digestibilidade aparente do extrato etéreo (Tabela 8) não foi suficiente para aumentar a digestibilidade da energia bruta.

Resultado similar foi verificado por Lu (1993) quando suplementou a dieta de cabritos com gordura animal (0 e 5%) observando uma redução na digestibilidade aparente da energia bruta (65,8 e 59,0%). Alguns

experimentos publicados não verificaram redução na digestibilidade aparente da energia bruta quando suplementaram dietas com gordura (Palmquist & Conrad, 1978; Palmquist & Conrad, 1980; Jenkins & Jenny, 1989; Schauff & Clark, 1992). Contudo, vários trabalhos publicados não determinam a digestibilidade aparente da energia bruta.

Figura 12. Efeito de níveis de grão de soja na digestibilidade aparente do extrato etéreo e energia bruta no trato digestivo total.

4.5 Parâmetros sanguíneos

4.5.1 Concentração de ácidos graxos não esterificados no plasma (AGNE)

As concentrações dos AGNE dos tratamentos estão apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9. Efeito do grão de soja na concentração de ácidos graxos não esterificados no plasma (AGNE).

Itens ³	Tratamentos ¹				EPM ²	P=		
	T0	T7	T14	T21		Linear	Quadrático	Cúbico
---- Antes da alimentação (µeq/L) ----								
AGNE	172,3	249,0	281,1	263,2	19,2	0,0019	0,0281	0,9478
---- 4 h após alimentação (µeq/L) ----								
AGNE	118,5	162,7	139,5	139,9	15,5	0,5603	0,1774	0,2040

¹Tratamentos: 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.

²Erro padrão da média.

³Itens: AGNE = ácidos graxos não esterificados no plasma.

A concentração de AGNE antes da alimentação apresentou um efeito linear e quadrático (Tabela 9). Provavelmente o efeito quadrático ocorreu

devido a maior perda de peso dos animais que estavam recebendo o T14 (Tabela 4), apresentando uma maior mobilização de gordura. O aumento linear ($P < 0,01$) é devido provavelmente a ineficiência da enzima lipoproteína lipase, a qual não consegue utilizar todo o AGNE, e principalmente devido a mobilização de reservas corporais, já que 4 horas após a alimentação não difere entre os tratamentos. Numa revisão de literatura Wu & Huber (1994) verificaram que a suplementação com gordura aumenta a concentração de AGNE no plasma. 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% comparado com o controle. Entretanto, este aumento não apresentou correlação com o nível de EE das dietas. No presente experimento as concentrações de AGNE 4 horas após alimentação não diferiram entre si, provavelmente devido a redução na mobilização de gordura diminuindo assim os valores dos AGNE. Resultado similar foi observado por Lu (1993) quando suplementou cabras em lactação com gordura animal (0 e 5%). Eles mostraram um aumento na concentração de AGNE (81 e 260 $\mu\text{eq/L}$), embora o extrato etéreo da dieta com 5% de gordura animal (7,5%) seja maior que os do experimento em questão. Entretanto, Hutjens & Schultz (1971b) compararam suplementação com grão de soja (20%) na mistura concentrada de cabras leiteiras e não observaram alterações na concentração de AGNE.

Suplementando a dieta de vacas em lactação com grão de soja (10%) e adição de 2,5% e 4% 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. Já, Palmquist & Conrad (1978) adicionaram grão de soja (14,7%) na dieta de vacas no início de lactação e não observaram diferenças na concentração dos AGNE, sendo que a quantidade de extrato etéreo da dieta com grão de soja era 5,9%, valor entre os tratamentos T14 e T21. 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 níveis de gordura protegida (0 e 4% da MS) em dietas de vacas em lactação, observaram uma redução significativa nos AGNE quando a gordura foi adicionada a dieta.

4.5.2 Concentração de glucose no plasma

As concentrações de glucose no plasma estão apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10. Efeito do grão de soja na concentração de glucose no plasma.

Itens	Tratamentos ¹				EPM ²	P=		
	T0	T7	T14	T21		Linear	Quadrático	Cúbico
--- Antes da alimentação (mg/dl) -----								
Glucose	46,4	43,2	44,6	42,8	1,3	0,1114	0,6290	0,1798
--- 4 h após alimentação (mg/dl) -----								
Glucose	49,9	46,8	45,5	48,2	2,9	0,6334	0,3410	0,8655

¹Tratamentos: 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.

²Erro padrão da média.

A concentração de glucose no plasma antes da alimentação não apresentou alterações com adição de grão de soja na dieta (Tabela 10). Quatro horas após alimentação também não houve diferença nas concentrações de glucose plasmática, provavelmente devido à compensação entre o menor consumo de matéria seca nos tratamentos com grão de soja reduzindo o ácido propiônico principal precursor de glucose, e a incorporação direta de ácidos

graxos da dieta na gordura do leite nos tratamentos com grão de soja, diminuindo a oxidação de glucose. 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), foram maiores que as do experimento em questão. Teh et al. (1994), comparando níveis de gordura protegida (0, 3, 6 e 9%) em dietas de cabras leiteiras, não observaram alterações na concentração de glucose, e as concentrações apresentaram valores semelhantes ao presente experimento (58,8; 55,1; 55,3; 54,6 mg/dl).

Numa revisão de literatura Chilliard (1993) encontrou 52 comparações entre suplementação com gordura e o controle, e não observou diferença na concentração de glucose plasmática. Palmquist & 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 glucose, notando-se que o extrato etéreo chegou a 10,8% no tratamento com mais gordura, valor bem superior aos utilizados neste 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) ou farelo de soja, não observaram diferenças na concentração plasmática de glucose entre os tratamentos. Contudo, Bateman et al. (1996) encontraram um aumento na concentração de glucose e Cant et al. (1993) observaram uma redução na concentração de glucose plasmática, quando suplementaram com gordura.

5 CONCLUSÕES

A substituição do farelo de soja por grão de soja até 21% da MS da dieta de cabras leiteiras não afetou negativamente o desempenho da lactação. A produção de leite diminuiu linearmente com a adição de grão de soja na dieta. Entretanto, a porcentagem de gordura no leite aumentou não alterando a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura.

A adição do grão de soja na dieta aumentou linearmente a concentração plasmática dos AGNE antes da alimentação, e a concentração de glucose plasmática não foi alterada.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, A.L.; HARRIS JR, B.; VAN HORN, H.H.; WILCOX, C.J. Effects of varying forage types on milk production responses to whole cottonseed, tallow, and yeast. **Journal of Dairy Science** v.68, p.573-581, 1995.

ANDERSON, M.J.; ADAMS, D.C.; LAMB, R.C.; WALTERS, J.L. Feeding whole cottonseed to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.62 p.1098-1103, 1979.

ANDERSON, M.J.; OBADIAH, Y.E.M.; BOMAN, R.L.; WALTERS, J.L. Comparison of whole cottonseed, extruded soybeans, or whole seeds for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.569-573, 1984.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. A.O.A.C. **Official Methods of Analysis**. 15 ed. Arlington 1990. v.I, 1117p.

ATWELL, D.G.; JASTER, E. H.; MOORE, K.J.; FERNANDO, R.L. Evaluation of high oil corn and corn silage for lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2689-2698, 1988.

BARTOCCI, S.; TERZANO, G.M.; OMERO, A.; BORGHESE, A. Whole cottonseed in dairy goats feed. **Annali dell'Intituto Sperimentale per la Zootecnia**, v.21 p.135-146, 1988.

- 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. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.114-120, 1996.
- BENTLEY 2000 Operator's Manual. Chaska, EUA, **Bentley instruments**, 1995. p.77.
- BERNARD, J.K. Effects of raw or roasted whole soybeans on digestibility of dietary nutrients and milk production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.3231-3236, 1990.
- BEAULIEU, A.D.; PALMQUIST, D.L. Differential effects of high fat diets on fatty acid composition in milk of Jersey and Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.1336-1344, 1995.
- BITMAN, J.; WOOD, D.L.; MILLER, R.H.; TYRRELL, H.F.; REYNOLDS, C.K.; BAXTER, H.D. Comparison of milk and blood lipids in Jersey and Holstein cows fed total mixed rations with or without whole cottonseed. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.1596-1602, 1996.
- BRUN-BELLUT, J.; LINDBERG, J.E.; HADJIPANAYIOTOU, M. Protein nutrition and requirements of adult dairy goats, In: **Goat Nutrition**, Pudoc Wageningen, Netherlands, p.82-93, 1991.
- 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. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.2254-2265, 1993.
- CHIK, A.B.; BEEDE, D.K.; WILCOX, C.J. Interactions of dietary whole cottonseed, roughage source and calcium content on lactational

performance of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.68 (suplem. 1) p.115-116, 1986 (abstract).

CHILLIARD, Y. Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs, and rodents: A review. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3897-3931, 1993.

COPPOCK, C.E.; WEST, J.W.; MOYA, J.R.; NAVE, D.H.; LABORE, J.M.; THOMPSON, K.G.; ROWE JR, L.D.; GATES, C.E. Effects of amount of whole cottonseed on intake, digestibility, and physiological responses of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.68 p.2248-2259, 1985.

COPPOCK, C.E.; WILKS, D.L. Supplemental fat in high-energy rations for lactating cows: effects on intake, digestion, milk yield, and composition. **Journal Animal Science**, v.69, p.3826-3837, 1991.

DePETERS, E.J.; CANT, J. P. Nutrition factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: A review. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2043-2070, 1992.

DEVENDRA, C.; LEWIS, P. The interaction between dietary lipids and fibre in the sheep. **Animal Production**, v.19, p.67-76, 1974.

EASTRIDGE, M.L.; CUNNINGHAM, M.D.; PATTERSON, J.A. Effect of dietary energy source and concentration on performance of dairy cows during early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2959-2966, 1988.

EASTRIDGE, M.L.; FIRKINS, J.L. Feeding hydrogenated fatty acids and triglycerides to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.2610-2616, 1991.

ERDMAN, R.A. Trans fatty acids and fat synthesis in milk. **Southwest Nutrition & Management Conference**. Phenix, Arizona, 1999.

FALDET, M.A.; SATTER, L.D. Feeding heat-treated full fat soybeans to cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3047-3054, 1991.

FEED AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. Production yearbook, v. 52, p.190, 1998.

FERGUSON, J.D.; SKALAN, D.; CHALUPA, W.U.; KRONFELD, D.S. Effects of hard fats on *in vitro* and *in vivo* rumen fermentation, milk production, and reproduction in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.73. p.2864-2879, 1990.

FERNANDES, A.M. Utilização da soja-grão crua, na alimentação de vacas leiteras de alta produção. Lavras, Minas Gerais, 1994. p. **Dissertação** (M.S.) Universidade Federal de Lavras.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Agricultural Handbook nº 379. Washington, USDA-ARS, 1970.

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. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2742-2741, 1992.

GRUMMER, R.R.; LUCK, M.L. Rumen fermentation and lactation performance of cows fed roasted soybeans and tallow. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.2674-2681, 1993.

HAWKINS, G.E.; CUMMINS, K.A.; SILVERIO, M.; JILEK, J.J. Physiological effects of whole cottonseed in diet of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.68, p.2608-2615, 1985.

HUSSAIN, Q.; HAVEVOLL, D.; EIK, L.O.; ROPSTAD, E. Effects of energy intake on plasma glucose, non-esterified fatty acids and acetoacetate concentration in pregnant goats. **Small Ruminant Research**, v.21, p.89-96, 1996.

HUTJENS, M.E.; SCHULTZ, L.H. Addition of soybeans or methionine analog or high-concentrate rations for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.54, p.1637-1644, 1971a.

HUTJENS, M.E.; SCHULTZ, L.H. Effects of feeding soybeans of formaldehyde-treated soybeans on lipid metabolism in ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.54, p.1876-1879, 1971b.

JENKINS, T.C. Nutrient digestion, and plasma lipids in steers fed a combination of hydrogenated fat and lecithin. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.2934-2839, 1990.

JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. . **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3851-3863, 1993.

JENKINS, T.C.; JENNY, B.F. Effect of hydrogenated fat on feed intake, nutrients digestion, and lactation performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 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. **Journal Animal Science** v.71, p.753, 1993.

KADZERE, C.T.; JINGURA, R. Digestibility and nitrogen balance in goats given different levels of crushed whole soybeans. **Small Ruminant Reseseach**, v.10, p.175-180, 1993.

KEARL, L.C. Nutrient requeriments of ruminant in developing countries. **International Feedstuffs Institut.** Logan, Utah, 1982.

KEELE, J.W.; ROFFLER, R.E.; BEYERS, K..Z. Ruminal metabolism in nonlactating cows fed whole cottonseed or extruded soybeans. **Journal Animal Science**, v.67, p.1612-1622, 1989.

LU, C.D. Implication of feeding isoenergetic diets containing animal fat on milk composition of Alpine does during early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1137-1147, 1993.

LUGINBUHL, J.M.; POORE, M.H.; PARSONS, A.C. Performance of goats fed varying levels of whole cottonseed. **Journal Animal Science**. v.76 (suplem.1), p. 305-305. 1998.

MACLEOD, G.K.; WOOD, A.S.; YAO, T.Y. Influence of dietary fat on rumen fatty acids, plasma lipid and milk fat composition in the cows. **Journal of Dairy Science**, v.55, p.446-453, 1972.

MATTOS, W.; PALMQUIST, D.L. Increased polyunsaturated fatty acid yields in milk of cows fed protected fat. **Journal of Dairy Science**, v.57, p.1050-1054, 1974.

MIELKE, C.D.; SCHINGOETHE, J. Heat-treated soybeans for lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.64 p,1579-1585, 1981.

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, Minas Gerais, 1995. 96p. **Dissertação** (M.S.) Universidade Federal de Viçosa.

MOHAMED, O.E.; SATTER, L.D.; GRUMMER, R.R.; EHLE, F.R. Influence of dietary cottonseed and soybean on milk production and composition. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2677-2688, 1988.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirement of dairy cattle 6ed. **Nat. Academic Press**. Whashington. 1989.158p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirement of dairy goats. **Nat. Academic Press**. Whashington. 1981.110p.

PALMQUIST, D.L. Suplementação de lipídios para vacas em lactação. In: Anais do 6^o Simpósio sobre Produção Animal, Piracicaba,1989. **Anais**, Piracicaba: FEALQ, 1993, p.11-25.

PALMQUIST, D.L. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, 74:1354-1360, 1991.

PALMQUIST, D.L.; CONRAD, H.R. High Levels of raw soybeans for dairy cows. **Journal Animal of Science**, v.33 (Abstract), p.295, 1971.

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, p.890-901, 1978.

PALMQUIST, D.L.; CONRAD, H.R. High fat rations for dairy cows. Tallow and hydrolyzed blended fat at two intakes. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.391-395, 1980.

PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations :Review. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1-14, 1980.

PEREIRA, C.M.A.; SILVA, J.F.C.; VALADARES FILHO, S.C.; CAMPOS, J.M.S.; CECOM, P.R. Grãos de soja moído na ração de vacas em lactação. 1. Consumo e Digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1218-1224, 1998a.

PEREIRA, C.M.A.; SILVA, J.F.C.; VALADARES FILHO, S.C.; CAMPOS, J.M.S.; CECOM, P.R. Grãos de soja moído na ração de vacas em lactação. 2. Produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1225-1233, 1998b.

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. **Journal of Dairy Science**, v.79, p. 1603-1610, 1996.

RABELO, T.G. Grão de soja moído na alimentação de vacas lactantes. Viçosa, Minas Gerais, 1995. 114p. **Dissertação** (M.S.) Universidade Federal de Viçosa.

SAS Institute Inc. SAS/STAT **User's Guide**, 6ed. Cary, NC. 1988.

- SAUVANT, D.; MORAND-FEHR, P. Energy requirements and allowances of adult goats, in: **Goat Nutrition**, Pudoc Wageningen, Netherlands, p.61-72, 1991.
- SCHAUFF, D.J.; CLARK, J.H. Effects of feeding diets containing calcium salts of long-chain fatty acids to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2900-3002, 1992.
- SCHAUFF, D.J.; ELLIOTT, J.P.; CLARK, J.H.; DRACKLEY, J.K. Effects of feeding lactating dairy cows diets containing whole soybeans and tallow. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.1923-1935, 1992.
- SCHINGOETHE, D.J.; BROVK, M.J.; LIGHTFIELD, K.D.; BAER, R.J. Lactational responses of dairy cows fed unsaturated fat from extruded soybeans or sunflower seeds. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.1244-1249, 1996.
- SCHNEIDER, P.; SKLAN, D.; CHALUPA, W.; KRONFELD, D. S. Feeding calcium salts of fatty acids to lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2143-2150, 1988.
- SLEIMAN, F.T.; BAYDOUN, M.I.; UWAYJAN, M.G.; FARRAN, M.T.; RUBEIZ, I.G.; KHALIL, R.F.; ASHKARIAN, V.M. Influence of feeding calcium protected fat on goat milk production and composition. **Journal Animal Science**, v.76. (suplem.1) p. 302-302. 1998.
- SMITH, N.E.; COLLAR, L.S.; BATH, D.L.; DUNKLEY, W.L.; FRANKE, A.A. Digestibility and effects of whole cottonseed fed to lactating cows. **Journal Dairy Science**, v.64 p.2209-2215, 1981.

SMITH, W.A.; HARRIS, B.; VAN HORN, H.H.; WILCOX, C.J. Effects of forrage type on production response of lactating dairy cows supplemented with whole cottonseed, tallow, and yeast. **Journal Animal Science**, v.76 p.205, 1993.

TEH, T.H.; TRUNG, L.T.; JIA, Z.H.; GIPSON, T.A.; OGDEN, K.B.; SWEENEY, T.F. Varying amounts of rumen-inert fat for high producing goats in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.77, 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. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.224-235, 1993.

VAN HORN, H.H.; HARRIS, B.; ADAMS, A.L. Economic effects of whole cottonseed and supplemental tallow on lactation when fed with different forages. **5^o Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium**, Gainesville, Florida, p.47-55, 1994.

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. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

VILLELA, S.D.J. Utilização de caroço de algodão na alimentação de vacas em lactação. Viçosa, Minas Gerais, 1995. 82p. **Dissertação** (M.S.) Universidade Federal de Viçosa.

WU, Z.; HUBER, J.T. Relationship between dietary fat supplementation and milk protein concentration in lactating cows: A review. **Livestock Production Science**, v.39, p.141-155, 1994.

WU, Z.; HUBER, J.T.; CHAN, S.C.; SIMAS, J.M.; CHEN, K.H.; VARELA, J.G.; SANTOS, F.; FONTES JR, C.; YU, P. Effect of source and amounts of supplemental fat on lactation and digestion in cows. **Journal of Dairy Science**, v.77 p.1644-1651, 1994.