

MARCELLI ANTENOR DE OLIVEIRA

**PROPORÇÃO DE FORRAGEM E TEOR DE LIPÍDEOS NA DIETA DE VACAS
LEITEIRAS, SOBRE O CONSUMO, PRODUÇÃO E A COMPOSIÇÃO DO
LEITE**

Dissertação apresentada à Escola de Veterinária da
Universidade Federal de Minas Gerais como requisito
parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia.

Área: Produção Animal.

Orientador: Prof. Ronaldo Braga Reis, *Ph.D.*

Co-Orientador: Prof. Márcio Machado Ladeira, *D.Sc.*

Belo Horizonte - 2005
Escola de Veterinária da UFMG

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Dissertação defendida e aprovada em 05 de Maio de 2005, pela Comissão Examinadora composta por:

Prof. Ronaldo Braga Reis, *Ph.D.*
Orientador

Dr. Fernando César Ferraz Lopes

Prof. Helton Mattana Saturnino, *PhD.*

Prof^ª. Ângela Maria Quintão Lana, *D.Sc.*

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e minha irmã, que sempre apoiaram nos momentos felizes e difíceis da minha formação acadêmica.

Agradecimentos

Agradeço ao CNPq pelo suporte financeiro para realização desse trabalho e pela concessão da bolsa de mestrado.

Agradeço também à Agrocerec Nutrição Animal pela doação de alimentos para a condução do experimento.

O meu sincero agradecimento ao Prof. Ronaldo pela confiança e amizade e ensinamentos valiosos depositados durante toda minha formação acadêmica.

Ao Prof. Márcio Machado Ladeira pela confiança depositada na execução deste trabalho.

Ao Dr. José Lúcio Rezende pela confiança e enorme contribuição à pesquisa, permitindo a realização deste trabalho na Fazenda Santo Antônio.

Aos membros e funcionários do Colegiado de pós-graduação.

Aos grandes amigos e companheiros de estudo e trabalho Robson Vilela, Alexandra (Colombiana).

À Prof^a. Sandra, Prof. Helton pelos ensinamentos sobre produção animal.

À Prof.^a Ângela pelas valiosas e imprescindíveis orientações na realização deste trabalho.

Ao Prof. Idalmo pela colaboração na realização das análises estatísticas.

Aos sinceros amigos e companheiros de experimento Bolivar, Jerfferson (Trocinho), Leo, Breno Silva, Breno Mourão, Márcio (Bambuí), Joaninha, Ranfan, Serginho, Kiko, Baiano, alunos da graduação .

À equipe de funcionários da Fazenda Santo Antônio Mosair, Célio e outros, pela grande ajuda durante a realização deste trabalho.

Ao pessoal do laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG , Antônio, Carlos, Margarida, Kelly, Marcos e Júnior.

Aos professores Norberto e Eloísa pela constante orientação, amizade e conselhos durante as realizações das análises laboratoriais.

Aos companheiros de laboratório, Ricardo, Jairo, Roberto Camargos e outros.

Aos funcionários da secretaria do departamento de Zootecnia.

Sumário

Resumo	10
Abstract	11
1. Introdução	12
2. Revisão de Literatura	12
2.1 Metabolismo de Lipídeos no Rúmen	12
2.2 O ácido linoléico conjugado	15
2.2.1 Síntese de <i>Cis-9 trans-11</i> nos tecidos	16
2.2.2 Fatores que afetam a concentração do CLA nos produtos de origem animal	18
2.3 Influência da dieta na produção e composição da gordura do leite	22
2.3.1 Concentração de lipídeos na dieta	22
2.3.2 Relação volumoso:concentrado	24
2.4 Utilização de soja extrusada na dieta de vacas leiteiras.....	25
2.4.1 Processamento térmico da soja grão	26
2.4.2 Desempenho de vacas leiteiras em resposta ao processamento da soja	28
3. Material e Métodos	29
3.1 Descrição Experimental	29
3.2 Análises laboratoriais	31
3.3 Análises Estatísticas	32
4. Resultados e Discussão	33
4.1 Consumo	33
4.2 Comportamento alimentar	35
4.3 Digestibilidade aparente dos nutrientes das dietas experimentais	39
4.4 Produção e composição do leite.....	40
4.5 Perfil dos ácidos graxos na gordura do leite	42
5. Conclusão	49
6. Referências bibliográficas	49

Lista de Tabelas

Tabela 1-	Concentração de CLA nos vários alimentos de origem animal	16
Tabela 2-	Fatores relacionados a dieta que afetam a concentração de ácido linoléico conjugado (CLA) na gordura do leite.....	18
Tabela 3-	Composição dos ácidos graxos dos óleos de amendoim, girassol e linhaça	21
Tabela 4-	Produção e composição do leite de vacas durante a infusão abomasal com CLA.....	25
Tabela 5-	Efeito da relação concentrado:volumoso sobre a produção de leite, de gordura e de ácidos graxos voláteis no rúmen	25
Tabela 6-	Composição bromatológica do farelo de soja, soja grão integral, soja grão tostada e soja grão extrusada	27
Tabela 7-	Respostas médias de vacas leiteiras suplementadas com soja processada comparada com farelo de soja e soja crua	28
Tabela 8-	Composição de ingredientes e análise bromatológica das dietas experimentais	30
Tabela 9-	Ingestão de matéria seca, matéria orgânica, fibra solúvel em detergente neutro (FDN), fibra solúvel em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibroso (CNF), proteína bruta (PB) e ácidos graxos por vacas alimentadas com diferentes relações de volumoso:concentrado e teores de lipídeos na dieta	34
Tabela 10-	Comportamento alimentar de vacas alimentadas com diferentes relações de volumoso:concentrado e teores de lipídeos na dieta	36
Tabela 11-	Digestibilidade aparente das dietas experimentais estimada pelos métodos de coleta total de fezes e óxido crômico, base na matéria seca	39
Tabela 12-	Produção e composição do leite vacas alimentadas com diferentes relações de volumoso:concentrado e teores de lipídeos na dieta	41
Tabela 13-	Perfil de ácidos graxos da gordura do leite de vacas alimentadas com diferentes proporções de volumoso:concentrado e teores de lipídeos na dieta	43

Lista de Figuras

Figura 1a	Biohidrogenação do ácido α - linolênico pelas bactérias ruminais, grupos A e B	13
Figura 1b	Biohidrogenação do ácido linoléico e síntese do <i>Cis-9 trans-11</i> pela dessaturação do ácido <i>Trans-11</i> na glândula mamária pela enzima Δ^9 – desaturase	14
Figura 2-	Efeito da infusão da esterculina sobre a ação da enzima Δ^9 – dessaturase	17
Figura 3-	Efeito da atividade mastigatória e proporção de forragem e teores de lipídeos sobre a porcentagem de gordura do leite	37
Figura 4-	Efeito da proporção de forragem e teor de lipídeos na dieta sobre a concentração de $C_{18:1}$ <i>Trans-11</i> e $C_{18:2}$ <i>Cis-9 trans-11</i> no gordura do leite	45
Figura 5-	Efeito do aumento de <i>Trans-10 cis-12</i> sobre a porcentagem de gordura do leite de vacas alimentadas com diferentes proporção de forragem e teores de lipídeos na dieta	46
Figura 6-	Equação de regressão da porcentagem de gordura no leite (Y) em função da concentração de <i>Trans-10 cis-12</i> (X).....	48

Lista de abreviaturas

AFBL	Alta proporção de forragem e baixo teor de lipídeos
AFAL	Alta proporção de forragem e alto teor de lipídeos
BFBL	Baixa proporção de forragem e baixo teor de lipídeos
BFAL	Baixa proporção de forragem e alto teor de lipídeos
CLA	“Ácido Linoléico Conjugado”
LCG	Leite corrigido para gordura
LCST	Leite corrigido para sólidos totais
ESD	Extrato seco desengordurado
Pf	Produção fecal
DA	Digestibilidade aparente
MS	Matéria seca
MO	Matéria orgânica
MM	Matéria mineral
FDN	Fibra em detergente neutro
FDA	Fibra em detergente ácido
CNF	Carboidrato não fibroso
PB	Proteína bruta
N-FDA	Nitrogênio insolúvel em detergente ácido
N-FDN	Nitrogênio insolúvel em detergente neutro
NNP	Nitrogênio não protéico
PNDR	Proteína não degradável no rúmen
AG	Ácidos graxos

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar produção, composição do leite e perfil dos ácidos graxos da gordura do leite, de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de forragem e teores de lipídeos na dieta. Foram utilizadas oito vacas holandesas entre 58 e 67 dias em lactação, com produção média de 28 kg/dia de leite, em delineamento quadrado latino 4x4 duplo. Os tratamentos foram dietas com alta forragem e baixo nível de lipídeos (AFBL), alta forragem e alto teor de lipídeos (AFAL), baixa forragem e baixo teor de lipídeos (BFBL) e baixa forragem e alto teor de lipídeos (BFAL). A proporção de forragem e o teor de lipídeos não influenciaram as médias observadas para consumo de MS, MO, FDN, CNF e PB ($P > 0,05$). O aumento no teor de lipídeos (2,7 para 5,4 % na MS) em dietas com alta e baixa proporção de forragem não influenciou a digestibilidade aparente da MS, MO, FDN, FDA, PB e AG ($P > 0,05$), estimadas pelas técnicas de coleta total de fezes e óxido crômico. A produção de leite entre os tratamentos com alta proporção de forragem não diferiu ($P > 0,05$). Entretanto, o aumento nos teores de lipídeos resultou em tendência de menor produção de leite corrigido para 3,5% de gordura, em dietas com baixa proporção de forragem. A proporção de forragem e teores de lipídeos influenciaram a porcentagem de gordura e sólidos totais do leite ($P < 0,05$). O teor alto de lipídeos reduziu o teor de nitrogênio uréico no leite em dietas com alto nível de forragem. O aumento no teor de lipídeos em dietas com alta ou baixa proporção forragem reduziu a concentração de ácidos graxos de cadeia curta ($C_{4:0}$ a $C_{12:0}$) ($P < 0,05$). A concentração de *Cis*-9 *trans*-11 (CLA) aumentou de 3,72 para 4,85 mg/g ($P < 0,01$), aumento de 30,5%, com a inclusão de lipídeos em dietas com alta forragem. Já para dietas com BF a elevação no teor de lipídeos acarretou aumento de 28%, de 4,6 para 5,89 mg/g ($P < 0,01$).

Palavras-chave: CLA, digestibilidade, perfil de ácidos graxos, produção de leite, relação concentrado:volumoso

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of forage:concentrate ratio and lipids levels in the diet on milk yield, composition and fat acids profile of the milk fat in dairy cows. Eight lactating holstein cows with 58 days in milk, and an average milk production of 28 kg/day were distributed, in a double Latin Square 4x4. The treatments groups were: high forage and low lipids (AFBL), high forage and high lipids (AFAL), low forage and low lipids (BFBL) and low forage and high lipids (BFAL). Forage proportion and lipids concentrations did not influence the intake of dry matter, organic matter, NDF and NFC ($P>0.05$). The increase in lipids content (2.7 to 5.4 % in DM) in the diets with high and low forage levels did not affect the apparent digestibility of dry matter, organic matter, NDF, NFC and fatty acids ($P>0.05$) which were evaluated by total fecal sampling and chromic oxide. Milk production for high forage diets was not affected by lipids levels ($P<0.05$). Low forage diet with high level of lipid reduced the 3,5% fat corrected milk production. Milk fat and total milk solids production were influenced by forage and lipid levels ($P<0.05$). The milk urea nitrogen concentration was reduced by high level of lipids in the high forage diet. The concentration of CLA ($C_{18:2}$ *Cis-9 trans-11*) increased from 3.72 to 4.85 mg/g ($P<0.01$), with the inclusion of lipids in the high forage diets. For diets with low forage, the inclusion of lipids increased 28% of *Cis-9 trans-11* diets ($C_{18:2}$), the from 4.6 to 5.89 mg/g ($P< 0.01$). The increase of lipids content in high and low forage decreased short chain fatty acids concentration ($C_{4:0}$ a $C_{12:0}$) ($P<0.05$) in the milk fat.

Keywords: CLA, concentrate:forage ration, digestibility, milk composition, milk yield, fatty acid profile

1- Introdução

A inclusão de alimentos energéticos e protéicos na forma de misturas concentradas é prática comum em sistemas de produção de leite especializados, pois otimiza o metabolismo das vacas de alta produção.

A manipulação da dieta com intuito de alterar a produção e a composição do leite também vem se tornando muito comum dentro da atividade leiteira. Produzir leite de melhor qualidade e concomitantemente, elevando a quantidade de seus componentes, aumentando o retorno econômico para o produtor de leite. Todos os componentes do leite são sujeitos à manipulação. Entretanto, o potencial para as mudanças varia, dependendo do componente. Em geral, o teor de gordura e sua composição em ácidos graxos são os mais sujeitos a mudanças.

A inclusão de soja grão, rica em proteína e lipídeos, permite aumentar o valor nutricional de dietas para vacas de alta produção. O tratamento térmico da soja grão elimina os fatores antinutricionais e aumenta a proporção de proteína não degradável no rúmen (Chouinard et al. 1997), o que pode ser considerado positivo. Solomon et al. (2000) avaliaram o efeito da fonte de carboidratos (amido vs. pectina), associado à inclusão de soja integral extrusada, em dietas de vacas leiteiras, e não encontraram efeito da fonte de carboidratos na produção e composição do leite. No entanto, obtiveram aumento de 7,8 a 10% na produção de leite com a inclusão de soja integral extrusada.

Adequada inclusão de forragem à dieta faz-se importante para manutenção de um ambiente saudável no rúmen, contribuindo para estimular a ruminação, a salivação, as contrações ruminais, a saída da digesta do rúmen e evitar a depressão da gordura do leite.

O objetivo deste estudo foi avaliar o consumo de alimentos, o comportamento alimentar, a digestibilidade dos nutrientes, a produção e a composição do leite e o perfil dos ácidos graxos da gordura do leite, de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de forragem e teores de lipídeos na dieta.

2- Revisão de Literatura

2-1- Metabolismo dos lipídeos no rúmen

Os lipídeos constituem fontes importantes de energia para os ruminantes. No entanto, as dietas destes normalmente apresentam reduzidas quantidades de lipídeos, em função das concentrações dessas substâncias nas forragens serem baixas (1 a 4%). Entretanto, ruminantes, que são suplementados com concentrados, consomem grandes quantidades de cereais que podem elevar os teores de triglicerídeos nas dietas. (Van Soest, 1994, Harfoot & Hazlewood, 1997).

Os lipídeos das forragens são formados por galactolipídeos, fosfolipídeos (nas folhas) e triglicerídeos (nas sementes). Os principais ácidos graxos insaturados que compõem estes triglicerídeos são o ácido linoléico ($C_{18:2}$) e o ácido linolênico ($C_{18:3}$). Os lipídeos dos grãos de oleaginosas são formados principalmente pelo ácido oléico ($C_{18:1}$) (Van Soest, 1993; Bauman et al., 1999).

A adição de lipídeos, em excesso, à dieta de ruminantes pode afetar negativamente a fermentação da matéria orgânica e a produção de energia a partir dos carboidratos. A fermentação dos carboidratos fibrosos e não-fibrosos pode ser reduzida em até 50% para concentrações de lipídeos na dieta iguais ou superiores a 10% na matéria seca (Jenkins et al., 1993).

Várias teorias sobre a influência negativa dos lipídeos na redução da fermentação ruminal são propostas. A primeira é que os lipídeos formam uma “camada” envolvendo as partículas dos alimentos inibindo o contato e a ação das enzimas dos microorganismos e reduzindo assim, a degradação ruminal da celulose. A segunda e mais aceita, propõe que os lipídeos possuem um efeito citotóxico sobre as membranas dos microorganismos, alterando a fluidez, os canais de transportes e a solubilidade da parede celular (Jenkins, 1993; Harfoot & Hazlewood, 1997).

Jenkins (1993) descreveu que o grau de saturação dos ácidos graxos afeta a fermentação ruminal. Ácidos graxos insaturados provocaram maior inibição à fermentação ruminal em relação aos ácidos graxos saturados. Adicionalmente, misturas de ácidos graxos saturados e insaturados têm maior poder de inibição do que estas fontes isoladas.

O metabolismo ruminal dos lipídeos está dividido em duas fases: o metabolismo dos lipídeos dos alimentos e a síntese “*de novo*” de lipídeos a partir de outros lipídeos pelos microorganismos ruminais (Van Soest, 1994).

Os lipídeos das dietas de ruminantes sofrem duas importantes transformações durante fermentação ruminal. Na primeira, ocorre a

reação de hidrólise das ligações ésteres dos triglicerídeos, liberando o glicerol e três moléculas de ácidos graxos. Esta reação é catalisada pelas lipases das bactérias ruminais. A segunda reação é a biohidrogenação dos ácidos graxos oléico, linoléico e linolênico a ácidos graxos saturados no rúmen. As Figuras 1a e 1b ilustram estes processos.

A biohidrogenação dos ácidos graxos no rúmen é realizada por várias bactérias, as quais estão divididas em dois grupos: A e B. A principal bactéria do grupo A é o *Butyrivibrio fibrisolvens*. Este grupo realiza a isomerização e a biohidrogenação do ácido linoléico e do α -linolênico a *Trans*-11 (ácido vaccênico, C_{18:1}). No grupo B, a principal bactéria é a *Fusocillus sp.*, responsável pela isomerização e hidrogenação do ácido oléico e do *Trans*-11 C_{18:1} a ácido esteárico (Harfoot & Hazlewood, 1997).

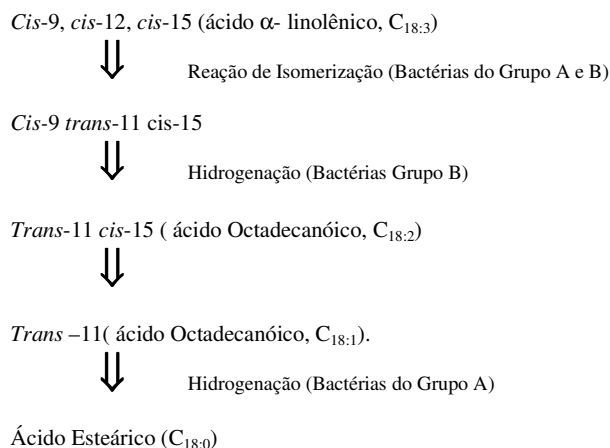


Figura 1 a - Biohidrogenação do ácido α -linolênico pelas bactérias ruminais pertencentes aos grupos A e B Adaptado de Harfoot & Hazlewood (1997)

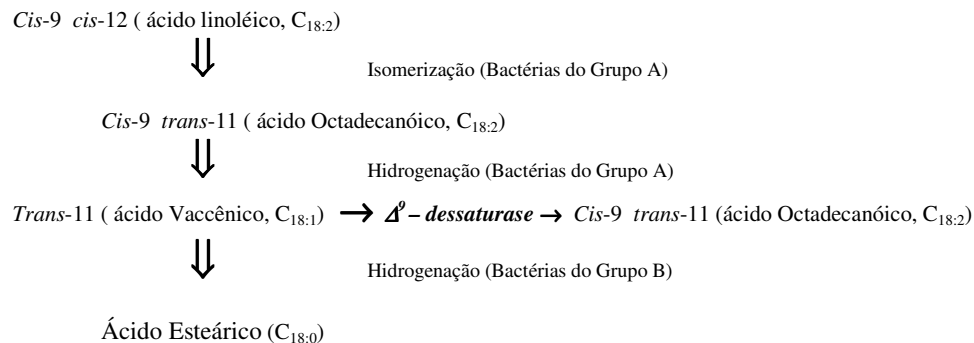


Figura 1 b - Biohidrogenação do ácido linoléico e síntese do *Cis*-9 *trans*-11 pela desaturação do ácido *Trans*-11 na glândula mamária pela enzima Δ^9 -desaturase
 Adaptado de Harfoot & Hazlewood (1997)

A redução da concentração de ácidos graxos insaturados na gordura do leite é regulada pelo tipo e forma de liberação de lipídeo da dieta, pelas taxas de lipólise, biohidrogenação e formação de sais de carboxilatos.

O processo de hidrólise ocorre rapidamente, liberando o glicerol ou galactoses para o metabolismo ruminal, além dos grupos carboxílicos dos ácidos graxos, para que ocorra o processo de biohidrogenação ruminal. O número de microrganismos que realiza a hidrólise é menor em dietas ricas em grãos (Church, 1988).

Dentre os microrganismos que realizam a hidrólise dos lipídeos da dieta no rúmen estão as bactérias celulolíticas dos gêneros *Butyrivibrio* e *Anaerovibrio*, e os protozoários, os quais são responsáveis por 30 a 40% da atividade hidrolítica (Harfoot & Hazlewood, 1997).

As taxas de lipólise e de biohidrogenação são influenciadas pela maturidade das forragens, tamanho das partículas da dieta e pelos tipos de microrganismos presentes. A formação de sais de carboxilato (ácidos graxos e Ca⁺⁺) depende da solubilidade do cálcio no rúmen, do pH ruminal, do

tamanho da cadeia e da saturação dos ácidos graxos (Jenkins, 1993).

A reação de isomerização das ligações *Cis*-12, primeira reação do processo de biohidrogenação, é catalisada pela enzima linoleato isomerase. Essa enzima forma a ligação *trans* no carbono 11, resultando em ligação conjugada com a ligação dupla *cis* e *trans* dos ácidos linoléico e linolênico. Para que ocorra a reação de isomerização é necessário que o grupo carboxílico do ácido graxo esteja livre, o que justifica a reação de lipólise como necessária no processo de biohidrogenação (Bauman et al. 1999).

A segunda reação consiste na redução da ligação *Cis*-9, produzindo o *Trans*-11 C_{18:1} (ácido vaccênico), que sofre nova redução da ligação *Trans*-11, formando o ácido esteárico (C_{18:0}). Em algumas situações esta reação não se processa e o ácido vaccênico atinge o intestino delgado.

Na glândula mamária, o *Trans*-11 (ácido vaccênico) sofre dessaturação no carbono nove, formando o *Cis*-9 *trans*-11 (CLA) (figura 1b) (Harfoot & Hazlewood, 1997).

O fluxo dos ácidos graxos do rúmen para o duodeno é influenciado pelo pH,

concentração de Ca^{++} e pela solubilidade dos ácidos graxos. Esta última promove a aderência dos ácidos graxos à superfície dos alimentos, tornando-os inacessíveis aos microorganismos do rúmen (Van Soest, 1994).

As bactérias do grupo A, especificamente o *Butyrivibrio fibrisolvens*, apresentam grande sensibilidade à variação do pH fora da faixa de 6,8 a 7,2. Griinari et al. (1998) avaliaram a inclusão de diferentes proporções de ácidos graxos insaturados (ricos em ácido linoléico) em dietas de vacas leiteiras, sobre a produção e composição dos ácidos graxos da gordura do leite. Os autores encontraram reduções na produção de gordura e nas concentrações de ácido esteárico na gordura do leite de vacas que apresentaram menor pH ruminal, indicando redução das etapas finais da biohidrogenação ruminal.

A concentração de ácidos graxos insaturados que chegam ao duodeno depende das taxas de hidrólise e de biohidrogenação ruminal. A redução do pH ruminal diminui a biohidrogenação ruminal e aumenta a porcentagem de ácidos graxos de cadeia longa na gordura do leite de vacas (Leat, 1977).

Palmquist & Schanbacher (1991) observaram aumento na concentração ruminal de *Trans-11* $\text{C}_{18:1}$ e de seus isômeros na gordura do leite de vacas alimentadas com dietas com alto níveis de concentrados. Este aumento se deveu à redução das etapas finais da biohidrogenação ruminal dos lipídeos da dieta, devido à redução do pH ruminal. Conseqüentemente, houve a formação de *Trans-10* em detrimento da síntese de *Trans-11*. Bauman et al. (1999) afirmaram que, em condições de pH baixo, ocorre mudança na população microbiana do rúmen modificando a biohidrogenação ruminal. O aumento na proporção de *Trans-10* se deve à especificidade da enzima *Cis-*

9 *trans-10* isomerase em condições de baixo pH.

2-2- O Ácido Linoléico Conjugado

Os alimentos de origem animal, principalmente o leite de vaca, possuem alguns micronutrientes que apresentam efeitos positivos à saúde humana na prevenção de doenças, entres os quais estão os isômeros (posicional e geométrico) do ácido linoléico. Pois, apresentam ligações duplas separadas por uma ligação simples entre carbonos.

Estes isômeros são referenciados pela sigla “CLA” (Ácido Linoléico Conjugado). A descoberta do CLA ocorreu quando um grupo de pesquisadores chefiado por Pariza, observaram a presença de fatores anticarcinogênicos em hambúrguer de carne bovina, que foram identificados como isômeros octadecadienóicos do ácido linoléico (Pariza et al., 1979). Dentre os alimentos que apresentam maior quantidade de CLA estão aqueles alimentos de origem de ruminantes (leite, carnes). Na Tabela 1, tem-se a concentração de CLA em alguns alimentos.

Nos últimos anos, as pesquisas sobre CLA têm aumentado de forma intensa, devido aos seus vários efeitos na saúde humana, como anticarcinogênico, antiaterogênico, antidiabético (tipo II), alteração no metabolismo de lipídeos e imunomodulador (Bauman & Griinari, 2001).

Estudos com modelos animais têm identificado vários possíveis isômeros do CLA. Devido à ocorrência de várias posições das ligações duplas (8-10, 9-11, 10-12, 7-9 etc) e à configuração das ligações duplas (*Cis-cis*, *Cis-trans*, *Trans-cis*, *Trans-trans*), existe a possibilidade de formação de mais de 20 isômeros. Entre os isômeros, o *Cis-9 trans-11* é o que

predomina na gordura dos ruminantes (Bauman & Griinari, 2001) e apresenta atividade anticarcinogênica (Parodi, 1999). O *Trans-10 cis-12* possui efeito sobre o metabolismo dos lipídeos, altera a composição corporal em animais em crescimento e reduz a deposição de gordura corporal e reduz a porcentagem de gordura

no leite (Griinari et al., 1998; Park et al. 1999).

Pesquisas com outros isômeros têm sido realizadas com intuito de identificar possíveis efeitos biológicos específicos.

Tabela - 1 Concentração de CLA e percentual do isômero *Cis-9 trans-11* em vários alimentos de origem animal.

Alimentos	Total de CLA (mg/g de gordura)	Isômero <i>Cis-9 trans-11</i> (% do total de CLA)
<i>Produtos lácteos</i>		
Leite homogeneizado	5,5	92
Creme de leite	4,6	90
Iogurte integral	4,8	84
Iogurte light	1,7	83
Sorvete	3,6	86
Queijo cheddar	3,6	93
Queijo mussarela	4,9	95
Manteiga	4,7	88
<i>Carnes</i>		
Carne bovina	4,3	85
Carne de vitelo	2,7	84
Carne de ovino	5,6	92
Carne suína	0,6	82
Carne de frango	0,9	84

Adaptado de Ip & Pariza (2005)

2-2-1 Síntese de *Cis-9 trans-11* nos tecidos

O isômero *Cis-9 trans-11* do ácido linoléico corresponde a 80 a 90% do total dos isômeros de CLA encontrados na gordura corporal e no leite dos ruminantes. Em função da sua concentração nos produtos de origem de ruminantes, este ácido graxo foi denominado de *ácido rumênico* (Kramer et al., 1998).

Jiang et al. (1996) avaliaram a ocorrência do *Cis-9 trans-11* na gordura do leite de vacas alimentadas com diferentes dietas e regimes alimentares e encontraram correlação positiva entre a concentração de *Trans-11* e *Cis-9 trans-11* na gordura do leite. Houve ainda aumento nos teores do ácido vaccênico (*Trans-11*, C_{18:1}) em dietas com baixa proporção de forragem, indicando redução das etapas finais da biohidrogenação ruminal.

Griinari et al. (2000) realizaram dois experimentos com objetivo de avaliar a origem endógena do CLA (*Cis-9 trans-11*) na gordura do leite de vacas. O primeiro avaliou o potencial do *Trans-11* como substrato para síntese endógena (glândula mamária) do *Cis-9 trans-11*. Para isto, infundiu-se no abomaso 12 g/dia do ácido graxo *Trans-11* ($C_{18:1}$), durante três dias. Durante o período de infusão, observou-se aumento de 40% de *Cis-9 trans-11* na gordura do leite, indicando que vacas leiteiras apresentam capacidade de síntese endógena de *Cis-9 trans-11* a partir do *Trans-11*. No segundo experimento, quantificou-se o potencial da enzima Δ^9 -dessorase na síntese endógena do CLA. Foram oferecidas dietas contendo soja extrusada para vacas em lactação, com o objetivo de aumentar a concentração do ácido vaccênico (*Trans-11*, $C_{18:1}$). Estas vacas receberam infusão abomasal de óleo de esterculina, potente inibidor da enzima Δ^9 -dessorase. A inibição da enzima Δ^9 -dessorase resultou em aumento de duas a três vezes mais as relações dos ácidos graxos $C_{14:0}/C_{14:1}$, $C_{16:0}/C_{16:1}$ e $C_{18:0}/C_{18:1}$ e redução de 40% de *Cis-9 Trans-11* na

gordura do leite (Figura 2). Portanto, tornou-se evidente a grande importância da síntese de *Cis-9 trans-11* endógena na glândula mamária.

A enzima Δ^9 -dessorase também sintetiza outros ácidos graxos (*Trans-7 cis-9*, *Cis-9 trans-13*) encontrados na gordura do leite. Essa enzima encontra-se em diferentes tecidos, nas diversas espécies de animais. Em roedores, encontra-se predominantemente no fígado, em ruminantes em crescimento no tecido adiposo, e em ruminantes lactantes, na glândula mamária (Bauman et al., 1999).

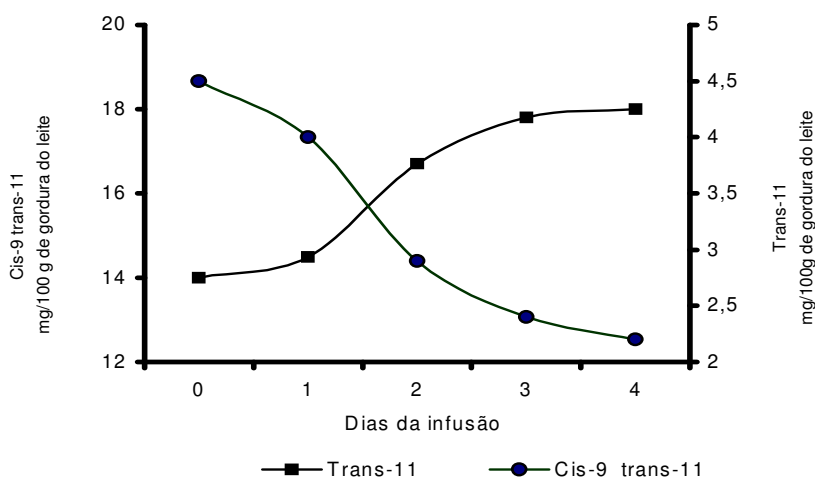


Figura 2. Efeito da infusão da esterculina sobre a ação da enzima Δ^9 -dessorase. Adaptado de Griinari et al. (2000)

2-2-2 Fatores que afetam a concentração do CLA nos produtos de origem animal

A concentração de CLA, nos produtos derivados dos ruminantes, depende de dois processos: biohidrogenação ruminal e dessaturação endógena pela Δ^9 -dessaturase nos tecidos, que podem ser influenciados pela composição da dieta, pela presença de

inibidores da Δ^9 -dessaturase e pela suplementação de CLA.

A dieta é o principal fator que influencia os teores de CLA nos alimentos de origem animal. A Tabela 2 demonstra vários fatores dietéticos que podem influenciar os níveis de CLA na gordura do leite

Tabela 2. Fatores relacionados a dieta que afetam a concentração de ácido linoléico conjugado (CLA) na gordura do leite.

Fatores da Dieta	Concentração do CLA na gordura do leite
<i>Fontes de Lipídeos</i>	
Insaturados vs. Saturados	Aumenta com adição de Insaturados
Tipo de ácido graxo vegetal	Aumenta com óleos ricos em ácidos graxos insaturados
Concentração de ácidos graxos vegetais	Aumenta em dose dependente
Sais de ácidos graxos vegetais	Aumenta
Grão integral de cereais	Não aumenta
Grão integral de cereais processados.	Aumenta
Adição de óleo de peixe / farinha de peixe	Aumenta
Suplementação de CLA	Aumenta em dose dependente.
Silagem de milho rica em ácido graxo	Não aumenta
<i>Modificação do ambiente ruminal</i>	
Relação volumoso:concentrado	Efeito variado
Concentração de carboidratos não-fibrosos.	Pouco efeito
Restrição alimentar	Efeito variado
Ionofóros	Efeito variado
Tampões	Pouco efeito com fibra disponível
Pastagem	Aumenta
Idade da forragem	Aumenta em forragens novas

Adaptado de Bauman et al. (1999).

Bauman et al. (1999) afirmaram que a dieta pode influenciar a síntese de CLA nos ruminantes de três maneiras a) dietas que apresentam lipídeos disponíveis para síntese de CLA e ácido vaccênico no rúmen; b) dietas que alteram o ambiente ruminal, modificando a população bacteriana responsável pela biohidrogenação; e c) dietas associadas a

substratos lipídicos que alteram a população bacteriana.

Beam et al. (2000) avaliaram *in vitro* o efeito da quantidade e de fonte de gordura sobre as taxas de lipólise e biohidrogenação dos ácidos graxos no conteúdo ruminal e conseqüentemente, o fluxo de ácidos graxos insaturados para o duodeno. As taxas de lipólise e de biohidrogenação foram expressas em taxas de desaparecimento de

lipídeo neutro e insaturado, respectivamente. O óleo de soja apresentou redução de 44 para 30% na taxa de lipólise com o aumento de 2 para 10% de inclusão no meio. A taxa de biohidrogenação reduziu de 14,3 para 1,2 %/h para cada unidade percentual de ácido linoléico adicionada. Os autores afirmaram que a redução nas taxas de lipólise e de biohidrogenação foi decorrente do aumento da concentração dos ácidos graxos insaturados sobre as enzimas isomerase dos microorganismos ruminais. A linoleato isomerase do *Butyrivibrio fibrisolvens* foi inibida pelos ácidos graxos com mais de 16 carbonos com ligação dupla entre os carbonos 3 e 12.

Solomon et al. (2000) avaliaram a adição de soja integral extrusada em dietas com diferentes fontes de carboidratos (amido ou pectina) e encontraram aumento no teor de CLA na gordura do leite de 116% e 129% para dietas com alto nível de pectina e amido, respectivamente. Neste mesmo trabalho houve aumento de 138% na concentração de $C_{18:1}$ *Trans*-11, em dietas acrescidas de soja extrusada. Foi concluído que a adição de soja extrusada em dietas de vacas leiteiras aumenta a concentração de CLA no leite, devido ao aumento de substrato *Trans*-11 ($C_{18:1}$) para síntese endógena de CLA.

AbuGhazaleh et al. (2002) avaliaram o efeito de lipídeos (óleo de peixe ou soja extrusada) na produção e composição do leite e na digesta ruminal de vacas leiteiras. A produção de leite não foi influenciada com a adição de gordura entre os tratamentos controle, soja extrusada e óleo de peixe (28,6; 29,7 e 29,2 kg/dia), respectivamente. A concentração de *Cis*-9 *trans*-11 na gordura do leite aumentou com a adição de gordura insaturada na dieta para os tratamentos controle, soja extrusada e óleo de peixe (3,3; 7,9 e 4,7 mg/g de gordura, respectivamente). O mesmo efeito foi observado com a concentração de

Trans-11 no conteúdo ruminal: 6,9; 19,1 e 9,7 mg/g de gordura, respectivamente.

Griinari et al. (1998) encontraram redução na proporção de ácidos graxos na gordura do leite ($C_{4:0}$ a $C_{14:0}$) sintetizados “*de novo*” pela glândula mamária, e aumento na concentração de CLA e ácido linoléico em dietas com baixa proporção de forragem e alto teor de ácidos graxos insaturados (óleo de milho). A inclusão de ácidos graxos insaturados em dietas com baixa e alta proporção de forragem resultou em aumento na concentração de ácidos graxos $C_{18:1}$ *Trans*-10 e *Trans*-11. Porém, o aumento da forma *Trans*-10 ocorreu de forma mais acentuada nas dietas com baixa inclusão de forragem. Os autores afirmaram que a redução da porcentagem de gordura em 25%, pela inclusão de ácidos graxos insaturados, está associada ao aumento de $C_{18:1}$ *Trans*-10, potente inibidor da Δ^9 -dessaturase.

Jiang et al. (1996) encontraram correlação positiva (CLA= 13,49 + 2,67 *Trans*-11 $C_{18:1}$, mg/g de gordura, $r=0,78$ e $P<0,001$) para a concentração de *Trans*-11 $C_{18:1}$ e *Cis*-9 *trans*-11 $C_{18:2}$ na gordura do leite de vacas sob diferentes regimes alimentares.

Para Harfoot & Hazlewood (1997) a redução da proporção de forragem na dieta diminuiu a lipólise e a biohidrogenação ruminal; e como consequência, houve aumento na concentração de ácidos graxos insaturados na gordura do leite. Tal fato pode ser explicado pela redução de substrato para síntese “*de novo*” na glândula mamária e pelo pH ideal para sobrevivência das bactérias celulolíticas (*Butyrivibrio fibrisolvens*, *Ruminococcus albus*, *Fusocillus babrahamensis*), principais produtoras de acetato e butirato no rúmen.

Dhiman et al. (1999) avaliaram o efeito da extrusão nos grãos de oleaginosas (soja e caroço de algodão) adicionados em dietas

de vacas leiteiras sobre a porcentagem de CLA na gordura do leite. As inclusões de soja integral e de caroço de algodão extrusados aumentaram o teor de CLA na gordura do leite em 58% e 50%, respectivamente, em relação ao tratamento controle. Esta diferença de 8% entre a soja e o caroço de algodão extrusados indica maior biohidrogenação completa dos ácidos graxos do caroço de algodão no rúmen. Estes mesmos autores observaram aumento de 500% na concentração de CLA na gordura do leite de vacas mantidas em pastagens, quando comparadas com vacas estabuladas alimentadas com dietas ricas em concentrado e forragem conservada. Os autores afirmaram que o aumento na concentração de CLA se deve à alta concentração de C_{18:3} (ácido linolênico) nas pastagens, o qual pode ser convertido a CLA (*Cis-9 trans-11*) pela ação da Δ^9 -dessaturase na glândula mamária.

Kelly et al. (1998) encontraram aumento de 30% na concentração de ácido graxo vaccênico na gordura do leite de vacas mantidas em pastagens, quando comparada com a de vacas alimentadas com ração formulada à base de silagem de milho. Além disso, os autores relataram redução de 12% na concentração dos ácidos graxos de cadeia curta (C_{6:0}) e média (C_{14:0}), o que pode indicar redução da síntese “*de novo*” dos ácidos graxos na glândula mamária. O aumento na concentração de CLA na gordura do leite de vacas consumindo pastagens (11,2 mg/g de gordura do leite), em relação às vacas alimentadas com ração formulada à base de silagem de milho (6,8 mg/100 g de gordura do leite), se deve à maior ingestão de ácidos graxos insaturados (ácido linolênico) presentes na pastagem.

Pastagens de clima temperado possuem de 1 a 3% de ácidos graxos, dos quais 55 a 65% são o ácido α -linolênico. Já em pastagens tropicais o α -linolênico

representa 15 a 40% dos ácidos graxos (Van Soest, 1994). Outros fatores podem influenciar a concentração de CLA no leite de vacas mantidas em pastagens, como: tipo de carboidratos, taxa de passagem, frequência alimentar, tamanho de partículas etc.

Chouinard et al. (1999) suplementaram vacas em lactação com mistura comercial de CLA (*Cis-9 trans-11*, *Trans-10 cis-12* e *Cis-8 trans-10*) e encontraram eficiência de transferência de 10% para o *Trans-10 cis-12* e 26% para os outros isômeros. Estes autores observaram aumento nas relações C_{4:0}/C_{4:1}; C_{14:0}/C_{14:1} e C_{16:0}/C_{16:1}, indicando redução da atividade dessaturase na glândula mamária devido à suplementação de CLA. Além disso, houve redução na porcentagem de ácidos graxos de cadeia curta e média (C₄ a C₁₆), indicando redução na síntese “*de novo*” na glândula mamária.

O principal efeito da suplementação de CLA para vacas leiteiras está na redução da porcentagem de gordura do leite. A infusão de 31,3 g/dia de CLA no abomaso reduziu a porcentagem de gordura no leite em 50% (Chouinard et al. 1999).

A concentração do ácido rumênico (*Cis-9 trans-11*) em misturas comerciais apresentam menores concentrações em relação às concentrações encontradas na gordura do leite. Assim, a manipulação da dieta com objetivo de aumentar a concentração deste na gordura do leite se torna imprescindível.

Kelly et al. (1998) avaliaram o efeito de três fontes de ácidos graxos (óleo de girassol, óleo de amendoim e óleo de linhaça) da dieta sobre a concentração de CLA na gordura do leite. A composição em ácidos graxos destas fontes pode ser observada na Tabela 3.

Tabela 3. Composição dos ácidos graxos insaturados dos óleos de amendoim, girassol e linhaça

Ácido graxos	Fontes de ácidos graxos insaturados (g/100g de óleo)		
	Amendoim	Girassol	Linhaça
C16:0	12,3	4,0	6,5
C18:0	3,2	5,4	4,0
C18:1	51,5	21,2	22,7
C18:2	30,2	69,4	15,4
C18:3	-	-	51,4
Outros	2,7	-	-

Adaptado de Kelly et al. (1998).

A adição de óleo de girassol promoveu incremento nos teores de CLA e C_{18:1} *Trans*-11 na gordura do leite em relação aos demais, pois este apresenta maior concentração de ácido linoléico (69,4 g/100g)

Griinari et al. (1998) observaram aumento de 0,7 para 2,9 mg/g de gordura do leite na proporção de isômeros *Trans*-10 quando a proporção de forragem foi reduzida. Foi observada também correlação negativa ($r = -0,906$) entre a concentração de isômeros *Trans*-10 e a produção de gordura do leite. Os autores afirmaram que a inibição da síntese de gordura pela glândula mamária

causada pelo *Trans*-10, seria sobre as enzimas acetil-CoA carboxilase, ácido graxo sintetase e Δ^9 -dessaturase.

Posteriormente, Baumgard & Corl (2000) identificaram qual isômero do ácido linoléico conjugado era responsável pela redução da gordura do leite. Estes pesquisadores infundiram amostras puras de *Cis*-9 *trans*-11 e de *Trans*-10 *cis*-12 no abomaso de vacas em lactação e encontraram redução próxima de 35% na produção e porcentagem de gordura do leite com a infusão de *Trans*-10 *cis*-12. A Tabela 4 apresenta a produção média dos animais durante os três dias de infusão abomasal.

Tabela 4. Produção e composição do leite de vacas durante a infusão abomasal com CLA

Itens	Tratamentos			EPM	P
	Controle	Cis-9 trans-11	Trans-10 cis-12		
IMS, kg/dia	24,6	24,4	20,2	1,3	0,07
Leite, kg/dia	35,2	36,9	36,2	1,0	0,49
Gordura, %	3,04 ^a	2,94 ^a	1,92 ^b	0,08	0,001
Gordura, kg/dia	1,068 ^a	1,086 ^a	0,696 ^b		0,001
Proteína, %	2,74 ^a	2,73 ^a	2,57 ^b	0,03	0,03
Proteína, kg/dia	0,965	1,008	0,930		0,28

IMS; Ingestão de matéria seca

EPM; Erro padrão da média

Adaptado de Baumgard & Corl. (2000)

A concentração de $C_{18:2}$ *Trans-10 cis-12* CLA aumentou em 3,9 mg/g na gordura do leite durante o período de infusão abomasal. Conseqüentemente, as proporções de $C_{4:0}$ a $C_{14:0}$ reduziram, indicando provável efeito negativo do *Trans-10 cis-12* sobre as enzimas envolvidas na síntese “*de novo*” de ácidos graxos na glândula mamária. O aumento das relações entre $C_{14:0}/C_{14:1}$ e $C_{18:0}/C_{18:1}$ indica inibição da ação da enzima Δ^9 -dessaturase pela infusão. Concluiu-se que, doses de 35 g/dia de *Trans-10 cis-12* no abomaso de vacas leiteiras pode reduzir a produção de gordura do leite em 25% (Baumgard et al., 2001).

2-3- Influência da dieta na produção e na composição da gordura do leite

Entre os fatores que influenciam a produção e a composição do leite estão a dieta, a composição genética da vaca, o estágio de lactação e a estação do ano, dentre outros. A nutrição se destaca por apresentar maior influência e também pelas respostas a curto prazo. Entre os fatores dietéticos que estão relacionados com a depressão da gordura do leite estão a proporção de forragem, o nível de fibra e o teor de ácidos graxos insaturados.

De todos os constituintes do leite, a gordura é o que apresenta a maior variação tanto em composição como em concentração (Sutton, 1989).

2-3-1 Concentração de lipídeos na dieta

A gordura do leite é composta por 5% de ácidos graxos polinsaturados, 25% de ácidos graxos monoinsaturados e 70% de ácidos graxos saturados, sendo que destes, grande quantidade é de ácido esteárico, que não apresenta efeito sobre os teores de colesterol sanguíneo (Grummer, 1991).

Os ácidos graxos da gordura do leite podem ter origem na síntese “*de novo*” na glândula mamária e nos ácidos graxos da corrente sanguínea. Na síntese “*de novo*”, os ácidos graxos são formados a partir do acetato e do β -OH-butirato, provenientes do metabolismo ruminal. A contribuição do β -OH-butirato é de apenas 50% em relação à do acetato. A segunda maior fonte de ácidos graxos são os lipídeos circulantes na corrente sanguínea, os quais são provenientes da absorção intestinal das gorduras da dieta e da mobilização do ácido graxo do tecido adiposo (Grummer, 1991). Estima-se que 50% da gordura do leite tem origem nos ácidos graxos circulantes, sendo que 88 % destes são de origem dietética e os outros 12 % são de origem endógena. Para Palmquist & Jenkins (1980) a dieta influencia em mais de 90% a produção e composição da gordura do leite.

Segundo Sutton (1989) os principais fatores da dieta que influenciam a produção de gordura são: relação volumoso:concentrado e concentração e perfil dos ácidos graxos da dieta.

Palmquist & Jenkins (1980) demonstraram que o possível efeito dos ácidos graxos sobre a síntese de gordura do leite, seria por meio de *feedback* negativo sobre a enzima acetil-CoA carboxilase

A relação volumoso:concentrado é importante, pois a sua queda causa incremento na quantidade de carboidratos fermentáveis no rúmen (amido), que provocam redução no pH ruminal mediante o aumento dos ácidos orgânicos produzidos. Conseqüentemente, ocorre redução na proporção de precursores (acetato) para a síntese “*de novo*” na glândula mamária, resultando em redução dos ácidos graxos de cadeia curta ($C_{6:0}$ a $C_{16:0}$) e aumento na proporção de ácidos graxos de cadeia longa ($C_{18:1}$ e $C_{18:2}$). Além disso, a queda do pH ruminal reduz imediatamente a lipólise e a

biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos. Conseqüentemente, há aumento no fluxo de ácidos graxos insaturados *Trans*-C_{18:1} para o intestino delgado e para a glândula mamária (Palmquist & Beaulieu, 1993).

Clapperton & Banks (1985) concluíram que 80% da inibição da síntese “*de novo*” ocorre devido ao aumento de ácidos graxos de cadeia longa e 20% devido à redução da produção de ácidos graxos voláteis no rúmen (acetato e butirato).

A suplementação de lipídeos na dieta, entre 6 a 8% da matéria seca, resulta em aumentos na produção de leite. Porém, a resposta na produção de gordura apresenta grande variabilidade, pois depende da forma física e da composição dos ácidos graxos suplementados (Sutton, 1989).

Grummer (1991) descreveu que a inclusão de óleo de canola e de girassol na dieta de vacas em lactação pode reduzir a concentração de ácidos graxos de cadeia curta (C_{4:0} a C_{12:0}) em 20 a 40% e aumentar em 55 a 80% a porcentagem de ácidos graxos de cadeia longa (C_{18:0} e C_{18:1}).

Griinari et al. (1998) também encontraram redução de 32% na concentração de ácidos graxos de cadeia curta (C_{4:0} a C_{12:0}) na gordura do leite de vacas alimentadas com dietas ricas em concentrado e ácidos graxos insaturados livres. Foi observado também aumento na porcentagem de ácidos graxos *Trans*-C_{18:1}. Os autores afirmaram que a redução da gordura do leite ocorreu devido à inibição da síntese “*de novo*” pelos ácidos graxos *Trans*, (*Trans*-11 e *Trans*-10).

Ruegsegger & Schultz (1985) encontraram aumento na concentração de ácidos graxos livres no sangue (4,8 para 5,6 mg/100ml), de vacas alimentadas com soja extrusada, comparadas às vacas alimentadas com soja grão integral.

Durante o processamento térmico de extrusão da soja grão ocorre a ruptura de células do grão, ocasionando maior liberação do óleo para a biohidrogenação microbiana. Chouinard et al. (1997) encontraram maior concentração de ácidos graxos *Trans*-11 C_{18:1} na gordura do leite de vacas alimentadas com soja extrusada (2,04 vs. 5,49 mg/g de gordura do leite), quando comparado com vacas alimentadas com uma dieta formulada com farelo de soja. Este aumento foi acompanhado pela redução de ácidos graxos de cadeia curta na gordura do leite.

Bremmer et al. (1998) relataram concentrações de 2,63 e 3,04% na gordura no leite de vacas, a partir da infusão abomasal de *Trans*-11 C_{18:1} e *Cis*-C_{18:1}, respectivamente, indicando o efeito negativo dos ácidos graxos *Trans* sobre a concentração de gordura do leite.

Chouinard et al. (1999) avaliaram o efeito da infusão de misturas de *Trans*-10 C_{18:1} e *Trans*-11 C_{18:1} (50, 100 e 150 g/dia) no abomaso de vacas em lactação sobre a produção e a composição do leite. As misturas possuíam 24,7; 49,5 e 74,2g de *Trans*-10 C_{18:1} e 20,5; 41,0, e 61,5g de *Trans*-11 C_{18:1}, respectivamente. Não foi encontrado efeito sobre a produção de leite e proteína. Entretanto, a infusão de 150 g dos isômeros *Trans*-10 e *Trans*-11 proporcionou redução de 50% no teor de gordura do leite, redução na concentração de ácidos graxos de cadeia curta e aumento na de ácidos graxos de cadeia longa, indicando possível comprometimento na síntese “*de novo*” de ácidos graxos na glândula mamária.

Baumgard et al. (2001) avaliaram o efeito da infusão de níveis crescentes de *Trans*-10 C_{18:1} (0; 3,5; 7,0 e 14 g/dia) no abomaso de vacas em lactação sobre a produção e a composição do leite. A infusão de *Trans*-10 reduziu a porcentagem de gordura no leite em 24, 37 e 46% para os tratamentos com

3,5; 7,0 e 14 g/dia, respectivamente. A síntese “*de novo*” de ácidos graxos de cadeia curta e média, também foi reduzida pelas infusões de *Trans*-10.

A produção de gordura do leite representa, aproximadamente 50% da energia líquida para lactação (ELI), contribuindo significativamente para o balanço energético negativo. Portanto, a redução da produção de gordura, durante a fase de balanço energético negativo da lactação, pode melhorar o “*status*” energético do animal, reduzindo a mobilização tecidual e melhorando o desempenho produtivo e reprodutivo (Griinari et al., 2004).

Segundo o NRC (2001) uma redução de 0,5 pontos percentuais (4,0 para 3,5%) na concentração de gordura do leite de uma vaca com produção de 25 kg de leite/dia, resulta em redução no requisito nutricional de 1,5 Mcal/dia. Energia esta, suficiente para produzir 3 kg de leite/dia.

Overton et al. (2001) avaliaram o efeito da suplementação de isômeros do ácido linoléico conjugado (CLA) para vacas no período pré e pós parto. Os autores verificaram aumento de 3 kg de leite/dia com suplementação de 42,8 g/dia de CLA. Observou-se, ainda, redução de 13% no teor de gordura do leite, entre a 1ª e a 20ª semanas de lactação.

Estudos realizados com suplementação de ácidos graxos protegidos da fermentação ruminal, apresentaram efeitos significativos na redução do requisito nutricional de energia líquida, devido à redução da porcentagem da gordura do leite (Bernal-Santos et al., 2002; Perfield et al., 2002; 2004).

Estratégias que minimizam o balanço energético negativo de vacas no início da lactação, como aumento na relação concentrado:volumoso, alimentos protegidos da fermentação ruminal (gordura

protegida, soja processada termicamente), tendem a aumentar o aporte de energia para produção de leite.

2-3-2 Relação concentrado:volumoso

A produção e a composição do leite estão diretamente relacionadas com a quantidade de forragem na dieta. Dietas com baixa inclusão de forragem podem levar a distúrbios fisiológicos, resultando na redução da porcentagem de gordura do leite e no comprometimento da saúde do animal.

O consumo de matéria seca por vacas leiteiras sofre influência da composição química e física da dieta. Entre os principais nutrientes presentes nas dietas, estão os carboidratos, representado 70% ou mais da matéria seca.

As propriedades físicas das dietas de vacas leiteiras são influenciadas pela relação concentrado:volumoso, tipo de forragem, natureza dos concentrados, proporção de fibras, tamanho das partículas, entre outros. O aumento da porcentagem de forragem nas dietas resulta na redução da densidade energética, da ingestão de matéria seca e do desempenho animal. Entretanto, esse aumento resulta em mais estímulo à ruminação, incrementos do pH ruminal e da relação acetato:propionato (Mertens, 1997).

A efetividade da fibra da dieta pode ser definida pela capacidade de estimular a ruminação e manter normal a porcentagem de gordura do leite (Grant, 1997).

A FDN efetiva pode ser dividida em: FDN fisicamente efetiva (FDNef), que está relacionada com a característica física (tamanho de partícula) do alimento para a manutenção da ruminação e da camada fibrosa do rúmen (“mat”). A FDN efetiva (FDNe), que está correlacionada com a capacidade do alimento em substituir a

ferragem, mantendo normal a rumação e a produão de gordura no leite (Grant, 1997; Mertens, 1997)

Bauman & Griinari (2003) propõe que a reduão da produão de acetato e butirato no rúmen, devido ao aumento na relaão volumoso:concentrado, resulta em reduão da porcentagem de gordura no leite. O

incremento na inclusão de concentrado na dieta promove a reduão do pH ruminal, além do aumento na porcentagem molar de propionato e na taxa de absorão de ácidos graxos do rúmen. A Tabela 5 descreve o efeito da relaão volumoso:concentrado sobre a produão de leite, de gordura e de ácidos graxos voláteis no rúmen.

Tabela 5. Efeito da relaão volumoso:concentrado sobre a produão de leite, de gordura e de ácidos graxos voláteis no rúmen

Variáveis	Tratamentos ¹		Valor de P
	Controle	Baixa ferragem	
Leite, kg/dia	19,1	20,9	NS
Gordura, %	3,6	1,7	<0,01
Gordura, g/dia	683	363	<0,01
Ácidos Graxos Voláteis, mol %			
Acetato	67	46	<0,01
Propionato	21	46	<0,01
Butirato	11	9	<0,01
Relaão Acetato/Propionato	3,2	1,0	<0,01

¹ Tratamentos: Controle: 50 % de ferragem e 50% de concentrado; Baixa ferragem 60% de concentrado e 40% de ferragem.

Adaptado de Bauman e Griinari (2003)

Mertens (1997) ao avaliar a atividade mastigatória de vacas leiteiras consumindo feno longo de gramíneas (100% de FDN efetivo), verificou que a atividade mastigatória foi de 240 minutos/kg de matéria seca consumida. O autor relatou que a atividade mastigatória (tempo gasto durante o consumo e a rumação) reflete as características químicas e físicas dos alimentos (teor de FDN, tamanho de partícula).

A reduão do tamanho de partícula (de 1,9 para 0,6 cm) da silagem de milho reduziu a atividade mastigatória de 66 para 40 minutos/kg de matéria seca consumida; e de 97 para 66 minutos/kg de FDN consumido (Mertens, 1997)

Maekawa et al. (2002) avaliaram o efeito da relaão volumoso:concentrado (40:60, 50:50 e 60:40) sobre a atividade

mastigatória de vacas em lactação. O aumento na porcentagem de ferragem na dieta resultou em aumento da atividade mastigatória de 41,2 para 47,9 minutos/kg de matéria seca consumida. O mesmo efeito foi observado para porcentagem de gordura no leite, que aumentou de 3,52 para 4,01%.

Hutjens (1998) e Maekawa et al. (2002) relataram que 40 a 60% de vacas ruminando no rebanho por unidade tempo, pode ser um bom parâmetro da efetividade da dieta sobre a funcionalidade do rúmen.

2-4- Utilização da soja extrusada na dieta de vacas leiteiras

A soja é uma das culturas mais antigas do mundo, com relato de ter sido cultivada na China desde 3.000 anos a.C., sendo levada

para a Europa e Américas no final do século 17. No Brasil, a soja foi introduzida no Rio Grande do Sul em 1914, por alemães e holandeses, como nova opção de alimento. A partir da década de 70 foram desenvolvidas novas cultivares e técnicas de cultivo que permitiram aumento na exploração desta cultura em outras regiões do Brasil, como o cerrado.

2-4-1 Processamento térmico da soja grão

Os processamentos térmicos da soja têm como objetivo aumentar o valor nutricional para os animais. Na alimentação de não-ruminantes, o processamento térmico reduz os fatores antinutricionais termolábeis presentes na soja integral (inibidores de tripsina, lectinas, fatores bociogênicos, fatores antivitaminicos, fitatos e fatores alergênicos) que podem comprometer o desempenho animal. Na alimentação de ruminantes o processamento térmico da soja eleva a fração de proteína não-degradável no rúmen e a palatabilidade (Satter et al., 1994).

Normalmente, o tratamento térmico promove reação entre proteínas e açúcares dos alimentos, formando complexos proteína-açúcares chamados de produtos de Maillard (bases de Schiff's e aldossilaminas)

(Mauron, 1981). A formação destes compostos é influenciada pelos teores de proteínas, açúcares, umidade, temperatura e tempo de aquecimento dos alimentos. Durante o processamento térmico da soja os fatores que apresentam maior variação são temperatura e tempo de aquecimento, sendo os de maior influência sobre a reação de Maillard (Satter et al., 1994).

Satter et al. e Van Soest (1994) descreveram redução da disponibilidade ruminal e pós-ruminal da proteína pelo aumento da temperatura e do tempo de processamento.

Dentre os principais tratamentos térmicos da soja estão a tostagem e a extrusão. Durante a tostagem a soja grão é exposta a 145°C por 30 minutos. O processo de extrusão promove a passagem da soja por peneiras com perfurações de 6,35 mm de diâmetro sob temperatura de 140°C e alta pressão. Estes tratamentos térmicos promoverem a destruição dos fatores antinutricionais termolábeis e aumentar a porcentagem de proteína não degradável no rúmen (27 para 65% da proteína bruta), também elevam a porcentagem de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (Tabela.6)

Tabela 6. Composição bromatológica do farelo de soja, soja grão integral, soja grão tostada e soja grão extrusada.

Nutrientes	Farelo de soja	Soja grão integral	Soja grão tostada	Soja grão extrusada
Matéria seca, %	89,5	89,6	91	90,8
PB, %MS	48,0	38,7	42,2	41,3
PNDR, %PB	36,6	27,0	63,0	62,0
FDN, %MS	9,8	14,0	22,1	13,1
FDA, %MS	6,2	9,91	14,7	14,1
Extrato etéreo, %MS	1,6	19,7	20,4	19,3
N-FDN, %N-total	5,7	2,3	6,1	9,6
N-FDA, %N-total	2,8	6,6	2,0	0,8
Ca, %MS	0,35	0,30	0,26	0,33
P, %MS	0,70	0,66	0,64	0,58

MS; matéria seca, PB; proteína bruta, PNDR; proteína não degradável no rúmen, FDN; fibra em detergente neutro, FDA; fibra em detergente ácido; N-FDN; nitrogênio insolúvel em detergente neutro, N-FDA nitrogênio insolúvel em detergente ácido, EE; extrato etéreo, Ca; Cálcio, P; fósforo. Adaptado de Faldet Satter (1991); NRC (2001).

O processamento também aumenta a disponibilidade de lisina no intestino delgado, devido à formação de complexos entre o grupo carbonil livre do carboidrato e o grupamento amino do aminoácido. Estes complexos são estáveis ao metabolismo ruminal, mas em condições de baixo pH se desfazem liberando o aminoácido e o açúcar para absorção intestinal. A extrusão também influencia o metabolismo de lipídeos, devido à quebra da matriz do grão, rompendo as organelas celulares e tornando-os mais disponíveis para a fermentação ruminal.

2-4-2 Desempenho de vacas leiteiras em resposta ao processamento da soja

O início da lactação é caracterizado pelo aumento da produção de leite com pico de produção em torno da sexta semana pós-parto e o máximo de consumo de matéria seca acontecendo por volta da décima semana. Durante a fase de pico de produção cresce a demanda por energia e aminoácidos essenciais para a síntese de leite pela glândula mamária (Van Dijk et al., 1983).

A inclusão de soja integral processada termicamente (tostada e/ou extrusada) nas dietas de vacas em lactação resultou em ótima fonte de proteína, lipídeos e aminoácidos protegidos da fermentação ruminal (Scott et al., 1991).

Faldet & Satter (1991) avaliaram o efeito da tostagem da soja integral na dieta de vacas leiteiras no início da lactação. As dietas foram constituídas de 50% de silagem de alfafa e 50% de concentrado, com 10% de farelo de soja ou 13% de soja integral crua ou 13% de soja tostada, na matéria seca. A inclusão de soja tostada aumentou a produção de leite em 4 kg/dia. Porém, a produção de proteína do leite foi deprimida em relação ao tratamento com farelo de soja (2,99 vs. 2,85%). Neste experimento foi observado que vacas alimentadas com soja tostada anteciparam o pico de produção em duas semanas em relação aos grupos de vacas alimentadas com farelo de soja ou soja grão integral.

Mielke & Schingoethe (1980) também avaliaram o efeito do tratamento térmico da soja grão integral na suplementação de vacas leiteiras e encontraram diferença para produção de leite, gordura e sólidos totais.

A porcentagem de proteína no leite foi 3,0; 2,92 e 2,93% para farelo de soja, soja tostada e soja extrusada, respectivamente. A composição dos ácidos graxos do leite foi alterada pelo processamento da soja, com redução na concentração dos ácidos graxos de cadeia curta (C₄ a C₁₂) e aumento nos

ácidos graxos de cadeia longa, nos tratamentos com soja tostada e extrusada.

O processamento térmico da soja resultou em aumento da produção de leite (1,3 a 2,2 kg/dia), porém com redução da porcentagem de proteína e gordura (Tabela 7).

Tabela 7. Diferenças obtidas na produção de leite, porcentagem de gordura, proteína do leite e ingestão de MS de vacas leiteiras suplementadas com soja crua ou farelo de soja em relação à soja extrusada e tostada

Comparações	Leite		Gordura	Proteína	Ingestão, MS ²
	LCG ¹				
	Kg/dia		Porcentagem (%)		Kg/dia
Soja crua integral					
Soja tostada	1,5	1,4	0,03	- 0,02	0,4
Soja extrusada	1,3	0,5	- 0,17	0,02	0,1
Farelo de soja					
Soja tostada	2,2	2,9	0,12	-0,14	-0,1
Soja extrusada	1,8	0,9	-0,16	-0,14	-0,1

¹LCG = leite corrigido para 4 % de gordura.

²MS = matéria seca,

Adaptado de Faldet & Satter (1991)

A inclusão de óleo de soja na dieta de vacas leiteiras, na forma de grãos ou por meio de formas livres, reduz a produção de gordura do leite, elevando a porcentagem de ácidos graxos *Cis* e *Trans*, quando comparado à adição de gordura animal, devido à biohidrogenação incompleta do ácido linoléico no rúmen (Palmquist & Jenkins, 1980).

Para Scott et al. (1991) a redução da porcentagem de gordura do leite em experimentos com soja processada termicamente (tostagem ou extrusão) ocorre devido ao aumento na disponibilidade de ácidos graxos polinsaturados no rúmen, que reduz a digestibilidade da fibra.

Chouinard et al. (1997b) avaliaram o efeito de várias temperaturas de extrusão da soja integral sobre a composição do leite e dos ácidos graxos do leite. O processamento de

extrusão aumentou a produção de leite de 32,8 para 37,1 kg/dia comparado ao tratamento com soja crua. A porcentagem de proteína foi reduzida com a suplementação com soja extrusada (3,10 vs. 2,84%). A extrusão também reduziu a proporção de ácidos graxos de cadeias curtas e médias e aumento na concentração de ácido vaccênico (C_{18:1} *Trans*-11) de 2,72 para 11,41% na gordura do leite. Os autores afirmaram que o ácido vaccênico pode ter sido o responsável pela inibição da síntese “*de novo*” de ácidos graxos de cadeia curta na glândula mamária.

Durante o processo de extrusão da soja grão ocorre a liberação de lipídeos das organelas celulares, que se acumulam sobre as pequenas partículas extrusadas, inibindo a ação dos microorganismos ruminantes responsáveis pela biohidrogenação ruminal. Dessa forma, ocorre maior taxa de passagem destes para o intestino delgado,

ocorrendo aumento na concentração de ácidos graxos *Trans*. Estes ácidos graxos, que são intermediários da biohidrogenação incompleta do ácido linoléico no rúmen, são transportados pela corrente sanguínea e atingem a glândula mamária. Isto é observado com menor intensidade no uso de soja tostada ou micronizada (Chouinard et al., 1997a). Estes autores também avaliaram o efeito do tipo de processamento da soja grão sobre o perfil de ácidos graxos do leite e encontraram concentração de *Trans*-11 C_{18:1} de 2,15, 3,72 e 5,21% para soja grão crua, micronizada e extrusada, respectivamente. Este aumento se deve à maior disponibilidade de ácidos graxos na superfície das partículas, devido à ruptura das organelas celulares do grão, como já comentado.

Dhiman et al. (1999) não encontraram efeito da inclusão de soja extrusada e caroço de algodão extrusado comparados com o farelo de soja, sobre a produção de leite. Os tratamentos com soja ou caroço de algodão extrusados promoveram redução nos ácidos graxos de cadeia curta e média e aumento nos de cadeia longa na gordura do leite. O teor de C_{18:2} *Cis*-9 *trans*-11 aumentou nos tratamentos com soja e caroço de algodão extrusados.

3- Material e Métodos

3-1- Descrição do Experimento

O experimento foi realizado na Fazenda Santo Antônio, localizada no município de Matozinhos, Minas Gerais, de latitude S-

21°08'00'', longitude W-44°15'40'' e temperatura média anual de 22°C.

Foram utilizadas oito vacas da raça holandesa, pluríparas, com 58 ±9 dias de lactação, produção média diária de 28 ±4 kg de leite, peso corporal médio de 650 kg. Os animais ficaram alojados individualmente em baias do tipo "*Tie Stall*".

Foi utilizado o delineamento quadrado latino 4 x 4, duplo, onde os tratamentos foram dispostos em arranjo fatorial 2 x 2. Os períodos experimentais foram de 21 dias cada, sendo que, do 1º ao 14º dia foi considerado período de adaptação dos animais às dietas e do 15º ao 21º dia, período de coleta de amostras.

As dietas experimentais foram balanceadas, segundo o NRC (2001), para serem isoprotéicas, e consistiram em diferentes proporções de forragens e teores de lipídeos. Dessa forma, foram estabelecidas como dietas experimentais: alta proporção de forragem e baixo teor de lipídeos (AFBL), alta proporção de forragem e alto teor de lipídeos (AFAL), baixa proporção de forragem e baixo teor de lipídeos (BFBL), baixa proporção de forragem e alto teor de lipídeos (BFAL). Nos tratamentos com alta e baixa inclusão de forragem, esta representou 60 e 40%, respectivamente, da matéria seca da dieta. A inclusão de soja integral extrusada teve como objetivo elevar o teor de lipídeos nas dietas experimentais. A composição das dietas experimentais encontra-se na Tabela 8.

Tabela 8. Composição de ingredientes e análise bromatológica das dietas experimentais

	Tratamentos ¹			
	AFBL	AFAL	BFBL	BFAL
<i>Ingredientes, % da MS</i>				
Silagem de milho	59,80	58,60	39,05	39,62
Casca de soja	2,52	4,20	2,22	2,24
Farelo de soja	12,58	4,10	15,20	3,07
Soja extrusada	-----	14,76	---	17,15
Farelo de glúten de milho – 60	4,43	0,75	2,42	1,44
Silagem de grão úmido de milho	15,33	12,98	25,78	23,95
Polpa Cítrica	2,62	2,03	12,90	9,98
Uréia	0,45	0,60	0,48	0,73
Premix min.-vit. ²	2,20	2,00	2,00	2,00
<i>Nutrientes, % da MS</i>				
MS	45,5	46,3	53,5	53,7
PB	15,8	15,4	15,8	15,0
FDN	46,1	44,2	40,4	41,7
FDA	18,5	17,5	14,4	15,1
CNF ³	39,9	40,1	42,7	40,5
AG ⁴	2,7	5,5	2,8	5,3

¹ AFBL: Alta proporção de forragem e baixo teor de lipídeos; AFAL: Alta proporção de forragem e alto teor de lipídeos; BFBL: Baixa proporção de forragem e baixo teor de lipídeos; BFAL: Baixa proporção de forragem e alto teor de lipídeos.

² Premix min.-vit. Composição por kg: Ca: 14,20%; P: 4,04%; Mg: 2,67%; K: 0,53%;

Na: 8,37%; Cl: 7,93%; S: 1,83%; Co: 51,3 ppm; Se: 18,89 ppm; Zn: 2662 ppm; Vit. A: 66 KUI, Vit. D: 16,4 KUI; Vit. E: 409 UI.

³ CNF: Carboidratos não-fibrosos.

⁴ AG: Ácidos graxos.

As rações completas (TMR) foram oferecidas duas vezes ao dia, 60% pela manhã (6:30 horas) e 40% à tarde (18:30 horas), em quantidades que permitiram 10% de sobras. As sobras foram coletadas e pesadas diariamente pela manhã antes da primeira alimentação, para efeito de ajuste de consumo. Foi realizado monitoramento semanal da matéria seca das silagens de milho e de grão úmido de milho, visando manter as proporções de MS dos alimentos nas dietas. O monitoramento da matéria seca foi realizado utilizando um aparelho de desidratação tipo *Koster* (Koster Crop Tester, Strongsville, OH, EUA).

O consumo diário de matéria natural foi determinado, subtraindo do total de alimento oferecido nas duas alimentações, o

peso das sobras, do 14^o ao 19^o dia de cada período. Amostras das dietas oferecidas, das sobras, da silagem e do concentrado foram colhidas e mantidas em câmara fria a -10°C para posteriores análises. O consumo de matéria seca foi calculado multiplicando-se o valor de matéria seca da dieta pelo consumo diário de matéria natural.

Do 9^o ao 17^o dia foi administrado por via oral, cápsulas contendo 8 g de óxido crômico, duas vezes ao dia, para determinar a produção fecal. No 14^o dia de cada período foi iniciada a coleta de fezes diretamente no reto de cada vaca. As coletas foram de 4 em 4 horas, sendo que no início de cada dia a primeira coleta foi atrasada em 1 hora, para que ao final do

período (18^o dia), fossem realizadas coletas em todas as horas do dia (24 coletas). As amostras foram congeladas a -20^oC e, ao final de cada período, foi realizada uma composta por período e por vaca.

Do 14^o ao 18^o dia de cada período foi realizada coleta total de fezes, sendo computado o volume de fezes colhido no decorrer do dia para determinação da digestibilidade.

A atividade mastigatória foi determinada no 20^o e 21^o dias de cada período, por meio de observação visual da atividade bucal de cada animal, a cada 5 minutos, durante 24 horas seguidas. As atividades avaliadas foram de ócio, ingestão de água, ruminação e ingestão de alimentos. Os tempos de mastigação foram determinados pela soma dos tempos de ingestão de alimentos e ruminação (minutos/dia). Para os tempos de mastigação (minutos/dia) por unidade de matéria seca consumida, foram considerados os consumos médios de cada período. Durante o período das ordenhas não foi considerada a atividade mastigatória.

A produção e a composição de leite foram determinadas considerando-se os resultados obtidos em quatro ordenhas consecutivas, durante o 18^o e o 19^o dias de cada período experimental. As vacas foram ordenhadas duas vezes ao dia, às 6:00 e 18:00 horas.

3-2 Análises Laboratoriais

As análises dos ingredientes das dietas, sobras e fezes, foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG.

A pré-secagem das amostras foi realizada em estufa de ventilação forçada, regulada a 65^oC, por 72 horas. As amostras pré-secas

foram moídas em moinho tipo “Thomas Willey” (modelo 4, Arthur H. Thomas Co., Philadelphia PA), montado com peneiras com furos de 1 mm de diâmetro, e armazenadas em recipientes plásticos para posteriores análises bromatológicas.

Uma sub-amostra foi levada à estufa a 105^oC por 5 horas para determinação da matéria seca (MS). O teor de cinzas foi determinado por queima em mufla a 600^oC por 4 horas. O teor de matéria orgânica (MO) foi calculado pela diferença entre a MS e o conteúdo de cinzas. A proteína bruta (PB) foi analisada pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1997). O extrato etéreo foi obtido pelo método de Soxhlet de acordo com (AOAC, 1997). A análise de fibra foi realizada de acordo com o método proposto por Van Soest et al (1991), para fibra em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA). Para a análise de FDN, as amostras foram tratadas com 200 µl de α-amilase. As análises foram adaptadas para o aparelho Ankom²²⁰ “Fiber Analyser”, utilizando “Filter Bag Technique” (Ankom Technology, Faiport, New York).

A porcentagem de carboidratos não fibrosos (CNF) foi calculado pela seguinte equação proposta pelo NRC (2001):

$$\text{CNF} = 100 - (\% \text{FDN} + \% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{Cinzas}).$$

A concentração de ácidos graxos nas dietas foi calculada a partir da equação proposta pelo NRC (2001):

$$\text{AG \%} = \text{EE \%} - 1.$$

A produção fecal foi estimada a partir da concentração de óxido crômico nas fezes (Willians et al., 1962) e pela coleta total de fezes.

Os cálculos da produção fecal e do coeficiente de digestibilidade foram

realizados segundo as equações propostas por Church (1988).

$$Pf \text{ (g/dia)} = \frac{Qi}{Qf}$$

Onde;

Pf = Produção fecal

Qi = Quantidade de indicador fornecido (gramas por dia)

Qf = Quantidade de indicador nas fezes (gramas por gramas de matéria seca de fezes)

$$DA \text{ (\%)} = \frac{(QNI - QNE)}{QNI} \times 100$$

Onde;

DA = Digestibilidade Aparente do nutriente

QNI = Quantidade do nutriente ingerido (kg/dia)

QNE = Quantidade do nutriente excretado (kg/dia)

A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (LCG 3,5%) foi obtida pela equação citada por Gravert (1987).

$$LCG \text{ 3,5\%} = (0,35 \times PL) + (16,2 \times PG)$$

LCG 3,5% = Produção de leite corrigido para 3,5 % de gordura (kg/dia).

PL = Produção de leite (kg/dia).

PG = Produção de gordura (kg/dia).

A produção de leite corrigida para o teor de sólidos totais (LCST) foi calculada segundo a equação descrita por Tyrrel e Reid (1965).

$$LCST = (12,3 \times PG) + (6,56 \times ESD) - (0,0752 \times PL).$$

LCST = Produção de leite corrigida para teor de sólidos totais

PG = Produção de gordura (kg/dia)

ESD = Produção de extrato seco desengordurado

PL = Produção de leite. (kg/dia)

Também nos dias 18 e 19 de cada período experimental foi coletada uma amostra de leite em cada ordenha que, posteriormente, foi dividida em duas alíquotas. Uma alíquota foi refrigerada em recipiente plástico a 4°C com bromopol (2-bromo 2-nitropropano 1,3-diol), na relação de 10 mg de bromopol para 50 ml de leite e enviada para análise de composição química no Laboratório de Fisiologia da Glândula Mamária da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (USP). Para estas análises foi utilizado o método de raios infravermelhos proximais, utilizando o aparelho Bentley 2000 (Bentley Instruments, Chaska, EUA). As análises de nitrogênio uréico foram feitas pelo método enzimático e colorimétrico, utilizando o aparelho ChemSpec 150 (Bentley Instruments, Chaska, EUA). A outra alíquota foi armazenada a -20°C para análise de perfil de ácidos graxos. As amostras foram liofilizadas em tubos tipo "Falcon". As análises do perfil de ácidos graxos foram realizadas conforme a técnica de extração e metilação descrita por Chouinard et al. (1999) no laboratório de nutrição de ruminantes também da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (USP).

3-3- Análises Estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas segundo o PROC MIX do programa estatístico SAS (1999), onde o seguinte modelo foi utilizado:

$$Y_{ijkl} = \mu + Q_i + P_j + A(q)_{kj} + T_l + \epsilon_{ijkl}$$

Onde:

Y_{ijkl} = resposta do animal k , no período j , dentro do quadrado i , sob o tratamento l ;

μ = média geral.

Q_i = efeito do quadrado latino; $i = 1, 2$.

P_j = efeito do período j ; $j = 1, 2, 3, 4$.

$A(q)_{kj}$ = efeito do animal k ; $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$, dentro do quadrado i .

T_l = efeito do tratamento l ; $l = 1, 2, 3, 4$.

ϵ_{ijkl} = erro aleatório.

A comparação entre tratamentos foi realizada pelo teste t Student em nível de 5% de probabilidade.

Para estudo dos efeitos da proporção de forragem, teor de lipídeos e interação entre proporção de forragem e teor de lipídeos foi utilizado o seguinte modelo:

$$Y_{ijklm} = \mu + Q_i + P_j + A(q)_{kj} + F_l + L_m + (F*L)_{lm} + \epsilon_{ijklm}$$

Onde:

Y_{ijklm} = resposta do animal k , no período j , dentro do quadrado i , com proporção de forragem l e teor de lipídeos m .

μ = média geral.

P_j = efeito de período j ; $j = 1, 2, 3, 4$.

Q_i = efeito de quadrado i ; $i = 1, 2$.

$A(g)_{kj}$ = efeito do animal k ; $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$, dentro do quadrado j .

F_l = efeito da proporção de forragem l ; $l =$ alta e baixa proporção.

L_m = efeito do teor de lipídeos m ; $m =$ alto e baixo teor de lipídeos.

$(F*L)_{lm}$ = efeito da interação entre proporção de forragem e teor de lipídeos

ϵ_{ijklm} = erro.

Os efeitos da proporção de forragem, e do teor de lipídeos e da interação entre proporção de forragem e teor de lipídeos foram calculados pelo teste t student em nível de 5% de probabilidade.

As análises de correlação entre as variáveis concentração de *Trans-10 cis-12* e porcentagem de gordura no leite foram realizadas no programa estatístico SAEG (2000).

4- Resultados e discussão

4-1- Consumo

As médias observadas para consumo de MS, MO, FDN, FDA, CNF, PB e AG, estão apresentados na Tabela 9.

A proporção de forragem e o teor de lipídeos não influenciaram as médias observadas para consumo de MS e de MO ($P > 0,05$). Foram observados consumos médios de MS de 20,02; 19,70; 20,38 e 19,52 kg/dia para as dietas AFBL, AFAL, BFBL e BFAL, respectivamente. O consumo de MS foi de 2,96; 2,92; 3,02 e 2,89% PV para as dietas AFBL, AFAL, BFBL e BFAL, respectivamente.

Allen (2000) afirmou que os lipídeos são potentes estimuladores de liberação da colecistoquinina, a qual atua diretamente sobre receptores no centro da saciedade no cérebro, diminuindo o consumo de alimentos, além de reduzir a motilidade

gastrointestinal. Choi et al. (1996) observaram redução na ingestão de matéria seca e aumento na concentração plasmática de insulina e colecistoquinina de vacas alimentadas com dietas com altos teores lipídeos.

Segundo Palmquist & Jenkins (1980), a suplementação de lipídeos na dieta pode

reduzir a digestibilidade da fibra, mediante a proteção física desta, inibindo o ataque dos microorganismos. Podem ocorrer também, modificação da população microbiana e redução de cátions disponíveis para formação de complexos insolúveis com ácidos graxos de cadeia longa, resultando em efeito de distensão do rúmen-retículo.

Tabela 9- Ingestão de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidrato não fibroso (CNF), proteína bruta (PB) e ácidos graxos (AG) por vacas alimentadas com diferentes relações de volumoso:concentrado e teores de lipídeos na dieta.

Variáveis	Tratamentos ¹				EPM ²	Trat. ³	Contrastes ⁴		
	AFBL	AFAL	BFBL	BFAL			Forragem	Lipídeos	For. X Lip.
Ingestão, kg/dia									
MS	20,02	19,70	20,38	19,52	0,86	0,90	0,91	0,51	0,90
MO	17,66	17,37	17,90	17,22	0,78	0,93	0,95	0,54	0,80
FDN	9,30	8,77	8,33	8,12	0,53	0,42	0,14	0,48	0,76
FDA	8,55 ^a	7,77 ^a	6,04 ^b	6,34 ^b	0,39	< 0,01	< 0,01	0,54	0,18
CNF	7,92	7,88	8,63	7,92	0,39	0,49	0,35	0,36	0,41
PB	2,98	2,84	3,25	2,93	0,19	0,58	0,35	0,25	0,65
AG	0,55 ^a	0,89 ^b	0,61 ^a	1,03 ^b	0,06	< 0,01	0,13	< 0,01	0,50

Médias seguidas de letras minúsculas referem-se ao contraste proporção de forragem.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, P> 0,05, pelo teste de Tukey.

¹ AFBL: Alta proporção de forragem e baixo teor de lipídeos; AFAL: Alta proporção de forragem e alto teor de lipídeos; BFBL: Baixa proporção de forragem e baixo teor de lipídeos; BFAL : Baixa proporção de forragem e alto teor de lipídeos.

² EPM, Erro padrão da média.

³ Valor de P ; Probabilidade para tratamento obtido pelo teste de Fisher, diferença significativa P< 0,05.

⁴ Contrastes: Proporção de forragem, teor de lipídeos, interação entre proporção de forragem e teor de lipídeos.

A ingestão de FDN não diferiu entre os tratamentos (P>0,05). A redução na proporção de forragem mostrou tendência (P=0,14) na redução na ingestão de FDN entre as dietas com alta e baixa inclusão de forragem. A porcentagem da FDN de origem não forrageira foi 24,2 e 25,0% para os tratamentos BFBL e BFAL, respectivamente, sendo que a maior parte da FDN dessas dietas era proveniente de subprodutos como polpa cítrica e casca de soja, que apresentam FDN de boa digestibilidade. O consumo médio de FDN em relação ao peso vivo foi de 1,5 e 1,3% para dietas com alta e baixa proporção de

forragem, respectivamente. Para Grant (1997), as fontes de fibra não forrageira apresentam ótimo potencial para alimentação de ruminantes, pois, estes alimentos possuem baixa proporção de lignina e grande proporção de fibra digestível. Para Allen (2000), a substituição de forrageira por fonte de fibra não forrageira tende a aumentar o consumo de matéria seca, devido à diferença sobre o efeito de enchimento do retículo-rúmen, fato não observado neste experimento.

As percentagens de FDN de origem forrageira no presente experimento foram 27,7; 26,5; 16,2 e 16,7% para os

tratamentos AFBL; AFAL; BFBL e BFAL, respectivamente. Nos tratamentos com baixa proporção de forragem, a redução na porcentagem de FDN de origem forrageira não comprometeu a produção de leite. O NRC (2001) afirma que em dietas com 33% de FDN (mínimo de 15 % de origem forrageira) a concentração máxima de CNF (carboidratos não-fibrosos) deve estar em 36%, para a produção de leite e gordura. No presente experimento, as dietas com alta proporção de forragem possuíam 46,1 e 44,2% de FDN (60% de origem forrageira) e a proporção de CNF foi de 39,9 e 40,1% na MS. Nas dietas com baixa forragem a proporção de FDN foi 40,4 e 41,7%; e a proporção de CNF foi de 42,7 e 40,5%. Proporções estas suficientes para estimular a ruminação. Já Pereira (1997), não encontrou efeito da substituição de CNF por FDN de origem não forrageira em dietas com baixa proporção de forragem sobre a produção de leite e gordura.

As ingestões de FDA foram 8,55; 7,77; 6,04 e 6,34 kg/dia para as dietas AFBL, AFAL, BFBL e BFAL, respectivamente. A ingestão de FDA foi influenciada pela proporção de forragem na dieta ($P < 0,01$). Nos tratamentos com baixa proporção de forragem a ingestão de FDA foi menor em relação aos tratamentos com alta proporção de forragem, o que pode ser explicado pela redução na proporção de forragem e maior inclusão de polpa cítrica nestes tratamentos.

Maekawa et al. (2002) não encontraram efeito da proporção de forragem na dieta, sobre o consumo de MS e FDN por vacas em lactação. Nesse estudo encontraram médias de consumo de MS de 18,0 e 17,7 kg/dia para dietas com baixa e alta proporção de forragem, respectivamente.

A diferença encontrada para ingestão de lipídeos entre os tratamentos AFBL e AFAL, BFBL e BFAL foi devido à inclusão de soja integral extrusada (fonte de lipídeos) ($P < 0,01$). Nos tratamentos com AL o consumo de ácidos graxos foi em média 40% a mais que nos tratamentos com BL.

4-2- Comportamento alimentar

O aumento no teor de lipídeos na dieta reduziu o tempo de consumo de alimento, em média de 221,6 para 196,2 min/dia para dietas com baixo e alto teor de lipídeos, respectivamente ($P > 0,01$) (Tabela 10). Possivelmente, isto foi reflexo do aumento na palatabilidade das dietas com alto teor de lipídeos pela inclusão de soja extrusada. O que pode ser explicado pela não diferença no consumo de matéria seca ($P > 0,05$). Satter et al (1994) afirmam que um dos benefícios da inclusão de soja processada termicamente é o aumento da palatabilidade da dieta

Tabela 10. Comportamento alimentar de vacas alimentadas com diferentes relações de volumoso : concentrado e teores de lipídeos na dieta.

Variáveis	Tratamentos ¹				EPM ²	Trat ³	Contrastes ⁴		
	AFBL	AFAL	BFBL	BFAL			Forragem	Lipídeos	F x L.
Consumo, min/dia	223,1 ^a	197,5 ^b	220,0 ^a	195,0 ^b	9,41	0,10	0,77	0,01	0,97
Ócio, min/dia	656,2	707,5	718,1	699,4	18,48	0,13	0,16	0,39	0,07
Ruminando, min/dia	506,9 ^a	483,8 ^a	433,5 ^b	445,0 ^b	14,94	0,01	< 0,01	0,70	0,26
Bebendo água, min/dia	25,0	24,4	25,6	24,4	2,78	0,98	0,91	0,74	0,91
Atividade mast., min/dia	730,0 ^a	681,3 ^a	653,5 ^b	640,0 ^b	18,02	0,01	< 0,01	0,10	0,34
<i>Consumo</i>									
Minutos/kg de MS ingerido	11,3	10,0	11,0	10,5	0,61	0,49	0,83	0,16	0,58
Minutos/kg de FDN ingerido	24,7	23,0	28,6	25,8	1,90	0,28	0,10	0,28	0,86
<i>Ruminação</i>									
Minutos/kg MS ingerido	25,9 ^a	25,1 ^a	21,8 ^b	23,8 ^b	1,11	0,09	0,03	0,61	0,23
Minutos/kg FDN ingerido	57,1	57,8	55,35	58,0	3,19	0,93	0,81	0,60	0,76
<i>Atividade mastigatória</i>									
Minutos/kg MS ingerido	37,1	35,1	32,8	34,3	1,45	0,25	0,10	0,83	0,25
Minutos/kg FDN ingerido	81,8	80,8	83,5	83,8	4,50	0,96	0,60	0,94	0,88

Médias seguidas de letras minúsculas referem-se ao contraste proporção de forragem.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, P> 0,05, pelo teste de Tukey.

¹ AFBL: Alta proporção de forragem e baixo teor de lipídeos; AFAL: Alta proporção de forragem e alto teor de lipídeos; BFBL: Baixa proporção de forragem e baixo teor de lipídeos; BFAL : Baixa proporção de forragem e alto teor de lipídeos.

² EPM, Erro padrão da média.

³ Valor de P: Probabilidade para tratamento obtido pelo teste de Fisher, diferença significativa P< 0,05.

⁴ Contrastes: Proporção de forragem, teor de lipídeos, interação entre proporção de forragem e teor de lipídeos.

Allen (2000) descreveu que os efeitos diretos dos lipídeos sobre a depressão do consumo de matéria seca ainda são contraditórios na literatura. Quando este autor analisou a correlação entre inclusão de ácidos graxos insaturados e consumo de matéria seca de vários trabalhos na literatura, não encontrou efeito significativo da inclusão de ácidos graxos de cadeia longa (C16 a C18) na dieta sobre o consumo de matéria seca.

O teor de lipídeos na dieta não afetou o tempo gasto com ruminação e com a atividade mastigatória (P>0,05). Embora, tenha havido tendência (P=0,10) para dietas com alta proporção de lipídeos apresentarem menor tempo de atividade mastigatória. A Figura 3 apresenta o efeito da proporção de forragem e do teor de lipídeos sobre e a atividade mastigatória e

produção de gordura do leite, mostrando que a porcentagem de gordura do leite e a atividade mastigatória tiveram o mesmo comportamento de redução, com a redução da proporção de forragem da dieta.

Houve tendência do efeito de tratamento influenciar a atividade de ruminação (P=0,09), onde os tratamentos AFBL e BFBL apresentaram médias de 25,9 e 21,8 min./kg de MS ingerido.

A proporção de forragem na dieta afetou os tempos médios gastos com ruminação de 495,3 para 439,3 min/dia para os tratamentos com alta ou baixa inclusão de forragem, respectivamente (P<0,01). A atividade mastigatória foi reduzida em média de 705,6 para 646,7 min/dia para os tratamentos com alta e baixa proporção de forragem, respectivamente (P<0,01). Efeito semelhante foi observado por Grummer et

al. (1987) avaliando as proporções de 65 e 24% de forragem na dieta, sobre o comportamento alimentar de vacas leiteiras. Estes autores observaram redução no tempo gasto para consumo de 201 para 162 minutos. O mesmo efeito foi observado para ruminção, com redução de 458 para 310 minutos/dia. E a atividade mastigatória apresentou redução de 28% no tempo gasto (659 para 472 min./dia). Pereira (1997) avaliando a fonte de FDN na dieta sobre o comportamento alimentar de vacas leiteiras, observou aumento não significativo no tempo gasto para ruminção entre dietas com baixa e alta forragem. Houve aumento no tempo para consumo de 160 para 190 min./dia para dietas com baixa e alta forragem, respectivamente. Este autor, afirma que vacas com baixa forragem na dieta apresentam menor atividade mastigatória (549min/dia) que vacas com alta forragem na dieta (613 min./dia). O que pode ser explicado pela redução no tempo gasto com ruminção, devido à redução do tamanho médio de partículas da dieta com aumento da proporção de concentrado.

Dado & Allen (1994) encontraram tempos gastos com atividade mastigatória de 33,9 e 110 minutos/kg de consumo para MS e FDN, respectivamente, em animais suplementados com 60% de volumoso na dieta. Maekawa et al. (2002), avaliando o efeito da proporção de concentrado na dieta

de vacas em lactação, encontraram tempos para atividade mastigatória de 741, 757 e 848 minutos/dia para dietas com 40, 50 e 60% de forragem, respectivamente.

A redução na proporção de forragem na dieta reduziu a atividade mastigatória, sendo de 730; 681; 653 e 640 min./dia para os tratamentos AFBL, AFAL BFBL e BFAL, respectivamente (P=0,01). Esta redução na atividade mastigatória pode estar associada à depressão na concentração de gordura do leite (P <0,01). Na Figura 3 observa-se o mesmo comportamento para atividade mastigatória e porcentagem de gordura no leite, quando se reduziu a proporção de forragem na dieta. Pereira (1997) e Allen (2000) afirmaram que dentre os fatores que contribuem com a redução na atividade mastigatória (min./dia) com a inclusão de fontes de fibra de origem não forrageira na dieta, está tamanho médio de partícula na dieta. Bauman e Griinari (2003) afirmam que a redução na proporção de forragem na dieta, leva à redução do pH ruminal em função do aumento dos carboidratos fermentáveis no rúmen, da redução da ruminção e da produção de saliva. Conseqüentemente, altera a produção de acetato e butirato no rúmen e a taxa de absorção dos ácidos graxos voláteis, reduzindo o aporte desses precursores para a glândula mamária sintetizar a gordura do leite

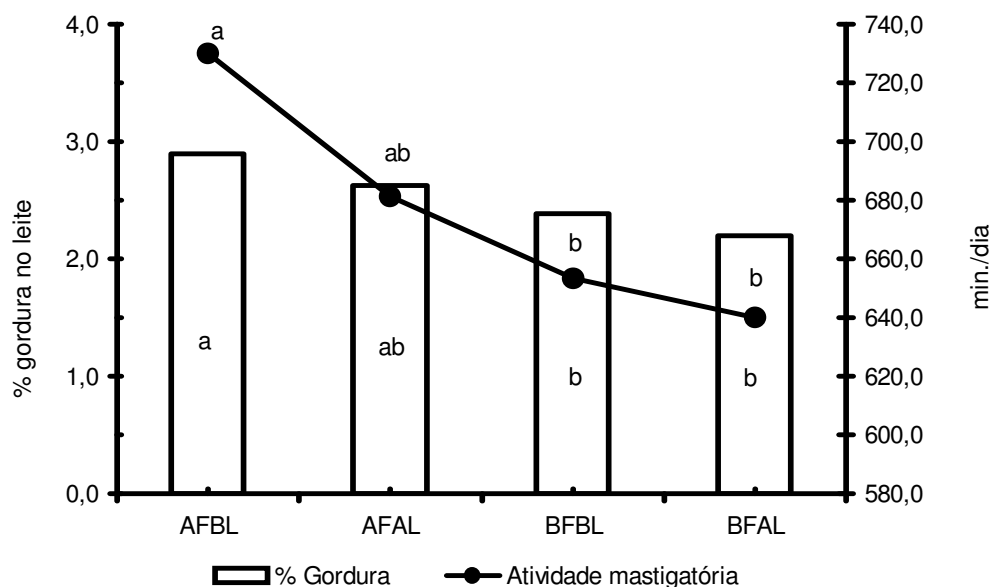


Figura – 3 Efeito da proporção de forragem e teores de lipídeos na dieta sobre a porcentagem de gordura do leite e atividade mastigatória. Médias seguidas de letras minúsculas referem-se ao contraste proporção de forragem

Os tempos gastos com ingestão de água não diferiram entre os tratamentos ($P < 0,05$), indicando que a proporção de forragem e lipídeos não interferiu no consumo de água. Em média as vacas gastaram ingerindo água, 1,25 min./kg de MS consumido. Dado e Allen (1994) encontraram tempos para consumo de água de 18,5 minutos/dia para vacas com produções médias de 33 kg/dia.

Em média, as vacas gastaram consumindo alimentos 15,5; 13,7; 15,3 e 13,5% do dia para os tratamentos AFBL, AFAL, BFBL e BFAL, respectivamente. As vacas gastaram ruminando cerca de 35,2; 33,6; 30,1 e 30,9% do dia para os tratamentos AFBL, AFAL, BFBL e BFAL, respectivamente.. Indicando que vacas leiteiras destinam maior parte do dia para a ruminação, independente da proporção de forragem e lipídeos da dieta.

A proporção de forragem na dieta não influenciou os tempos gastos para consumo, ruminação e atividade mastigatória por kg de FDN consumido ($P > 0,05$). No entanto, houve tendência efeito da proporção de forragem na dieta sobre o tempo de consumo por unidade de FDN. O tempo gasto para ruminação por kg de matéria seca ingerido, foi reduzido com o aumento na proporção de concentrado na dieta ($P < 0,05$).

O teor de lipídeos não afetou o tempo gasto para consumo, ruminação e atividade mastigatória por kg de matéria seca e FDN consumido ($P > 0,05$). A suplementação de ácidos graxos insaturados tende a reduzir a digestibilidade da forragem e aumentar o tempo de retenção no rúmen (Allen, 2000), resultando em maior tempo gasto com a atividade mastigatória.

4-3- Digestibilidade aparente dos nutrientes

A Tabela 11 apresenta as digestibilidades aparentes das dietas experimentais estimadas pelos métodos de coleta total de fezes e óxido crômico. O aumento no teor de lipídeos (2,7 para 5,4 % na MS) não influenciou a digestibilidade aparente da MS, MO, FDN e FDA ($P>0,05$), estimadas pelas técnicas de coleta total de fezes e óxido crômico. Dietas com baixa forragem

mostraram tendência de aumento da digestibilidade da MO ($P=0,06$), independente do teor de lipídeos. Pode ser explicado pelo aumento na proporção de compostos fermentáveis na dieta.

A redução na proporção de forragem aumentou a digestibilidade do CNF, ($P=0,04$). As dietas com baixa proporção de forragem possuíam maior porcentagem de polpa cítrica e silagem de grão úmido de milho, alimentos ricos em CNF. Portanto, houve maior oferta e digestão de CNF.

Tabela - 11 Digestibilidade aparente da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos (CNF) e ácidos graxos (AG) estimadas pelos métodos de coleta total de fezes e óxido crômico, (base na matéria seca).

Variáveis	Tratamentos ¹				EPM ²	Trat. ³	Contrastes ⁴		
	AFBL	AFAL	BFBL	BFAL			Forragem	Lipídeos	For. x Lip.
Óxido Crômico									
MS, %	67,17	63,95	68,31	67,21	2,15	0,47	0,30	0,31	0,61
MO, %	68,91	65,62	70,45	69,56	1,98	0,42	0,18	0,30	0,55
FDN, %	54,09	47,56	52,03	49,65	2,98	0,84	0,10	0,15	0,50
FDA, %	46,15	43,41	42,57	36,03	3,70	0,27	0,18	0,25	0,66
CNF ⁵ , %	85,20 ^b	82,07 ^b	86,94 ^a	86,05 ^a	1,28	0,07	0,04	0,13	0,39
AG ⁶ , %	75,92 ^{bB}	81,34 ^{aA}	73,78 ^{bB}	81,47 ^{aA}	2,34	0,05	0,67	0,01	0,63
Coleta total									
MS, %	68,63	67,50	72,44	70,65	2,03	0,27	0,10	0,48	0,87
MO, %	70,39	68,99	74,37	72,76	1,96	0,36	0,06	0,45	0,96
FDN, %	54,62	52,23	55,89	54,80	3,49	0,92	0,59	0,62	0,85
FDA, %	47,03	46,82	44,65	42,50	3,63	0,58	0,37	0,75	0,79
CNF, %	85,63 ^b	84,14 ^b	88,34 ^a	86,33 ^a	0,99	0,03	0,02	0,10	0,80
AG, %	76,06 ^{Bb}	82,99 ^{aA}	76,75 ^{bB}	83,44 ^{aA}	2,58	0,07	0,83	0,02	0,96

Médias seguidas de letras minúsculas referem-se aos contrastes proporção de forragem .

Médias seguidas de letras maiúsculas referem-se aos contrastes teores de lipídeos.

Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem entre si, $P> 0,05$, pelo teste de Tukey.

¹ AFBL: Alta proporção de forragem e baixo teor de lipídeos; AFAL: Alta proporção de forragem e alto teor de lipídeos; BFBL: Baixa proporção de forragem e baixo teor de lipídeos; BFAL : Baixa proporção de forragem e alto teor de lipídeos.

² EPM, Erro padrão da média.

³ Valor de Probabilidade para tratamento obtido pelo teste de Fisher, diferença significativa $P< 0,05$.

⁴ Contrastes: Proporção de forragem, teor de lipídeos, interação entre proporção de forragem e teor de lipídeos.

Houve efeito do teor de lipídeos sobre a digestibilidade dos ácidos graxos ($P<0,01$), sendo maior nas dietas com alto teor ($P<0,01$). As digestibilidades médias

variaram de 74,85 até 81,40% para os tratamentos com baixo e alto teor de lipídeos, respectivamente.

Soares et al. (2003) comparando as técnicas de coleta total de fezes e óxido crômico para determinar a digestibilidade da MS, encontraram diferença significativa ($P < 0,05$) entre as técnicas, sendo de 62,3 e 71,7% para óxido crômico e coleta total de fezes, respectivamente. A técnica do óxido crômico subestimou a digestibilidade da MS em 13,1%. Já Rodriguez et al. (1994) encontraram diferença de 7,7% para as digestibilidades da MS, entre estas técnicas. Carruther et al. (1983) afirmaram que o óxido crômico pode subestimar a produção fecal de - 1,6 a 17%. Já Prigge et al. (1981) encontraram reduções de 11 e 6% na produção fecal estimada pelo óxido crômico, com uma e duas coletas, respectivamente.

No presente experimento o uso de óxido crômico subestimou, em relação à coleta total de fezes, em 4,5 e 4,2% as digestibilidades da matéria seca e matéria orgânica, respectivamente. A pequena variação entre as médias estimadas, para as digestibilidades obtidas pelas técnicas de coleta total de fezes e óxido crômico, pode ser resultado do grande número de amostras diárias (seis amostras/dia, durante quatro dias) realizadas na técnica óxido crômico no presente experimento. Pois, para Prigge et al. (1981) a variação diária na excreção de óxido crômico é uma das limitações da utilização desta técnica.

4-4- Produção e composição do leite.

Não houve efeito de tratamento sobre a produção de leite ($P > 0,05$) e de leite corrigido para 3,5% de gordura ($P > 0,05$) (Tabela 12). No entanto, houve tendência para efeito da proporção de forragem sobre a produção de LCG-3,5 ($P = 0,08$).

Da mesma forma, a alta proporção de forragem tendeu a aumentar a produção de LCST ($P = 0,13$). Estes dados estão de acordo com Van Dijk et al. (1983) que não encontraram diferença para produção de leite de vacas alimentadas com soja integral extrusada e silagem de milho em relação a soja grão integral. Scott et al. (1991) não encontraram efeito na produção de leite entre dietas com farelo de soja e soja extrusada para vacas de alta (36,4 kg/dia) e baixa produção (24,6 kg/dia). Já Chouinard et al. (1997) relataram aumento na produção de leite de vacas alimentadas com soja extrusada e silagem de alfafa em relação a dietas com farelo de soja. O aumento na produção de leite pode ser devido ao aumento na porcentagem de proteína não-degradável no rúmen com a inclusão de soja extrusada. Whitlock et al. (2003) avaliando o efeito da inclusão de lipídeos em dietas com baixa relação concentrado:volumoso e não encontraram diferenças na produção de leite. Faldet & Satter (1991) encontraram aumento de 4,0 kg/dia de leite, para vacas alimentadas com soja tostada e silagem de alfafa; em níveis de inclusão dietéticos de lipídeos semelhantes ao deste experimento. Mielke & Schingoethe (1980) e Block et al. (1981) não encontraram diferença na produção de leite entre vacas alimentadas com farelo de soja e soja extrusada.

Tabela 12. Produção e composição do leite vacas alimentadas com diferentes relações de volumoso : concentrado e teores de lipídeos na dieta.

Variáveis ²	Tratamentos ¹				EPM ³	Trat. ⁴	Contrastes ⁵		
	AFBL	AFAL	BFBL	BFAL			Forragem	Lipídeos	For. x Lip.
Leite, kg	24,66	26,00	25,81	25,54	0,63	0,46	0,59	0,40	0,22
LCG 3,5%, kg	22,31	22,52	21,44	20,40	0,76	0,22	0,08	0,59	0,43
LCST, kg	20,70	20,86	20,07	19,39	0,66	0,41	0,13	0,69	0,54
Proteína bruta, %	3,07	3,02	3,07	3,10	0,04	0,49	0,33	0,76	0,25
Proteína, kg	0,76	0,79	0,79	0,79	0,02	0,58	0,33	0,49	0,47
Gordura, %	2,90 ^a	2,62 ^a	2,39 ^b	2,20 ^b	0,11	< 0,01	< 0,01	0,05	0,69
Gordura, kg	0,72 ^a	0,70 ^a	0,63 ^b	0,58 ^b	0,03	0,05	0,01	0,28	0,64
NNP, mg/dL	13,43 ^{aA}	9,56 ^{bB}	12,20 ^{aA}	11,95 ^{bB}	0,54	< 0,01	0,30	< 0,01	< 0,01
Lactose, %	4,42	4,35	4,39	4,42	0,03	0,31	0,48	0,47	0,11
Lactose, kg	1,10	1,14	1,14	1,13	0,03	0,70	0,60	0,47	0,45
Sólidos totais, %	11,34 ^{aA}	10,89 ^{aA}	10,76 ^{bB}	10,63 ^{bB}	0,12	< 0,01	< 0,01	0,02	0,18
Sólidos totais, kg	2,81	2,87	2,80	2,74	0,08	0,75	0,41	0,99	0,48

Médias seguidas de letras minúsculas referem-se ao contraste proporção de forragem .

Médias seguidas de letras maiúsculas referem-se ao contraste teores de lipídeos.

Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem entre si, P> 0,05, pelo teste de Tukey.

¹ AFBL: Alta proporção de forragem e baixo teor de lipídeos; AFAL: Alta proporção de forragem e alto teor de lipídeos; BFBL: Baixa proporção de forragem e baixo teor de lipídeos; BFAL : Baixa proporção de forragem e alto teor de lipídeos.

² LCG: leite corrigido para 3,5% de gordura; LCST: Leite corrigido para sólidos totais; NNP: nitrogênio não protéico.

³ EPM, Erro padrão da média.

⁴ Valor de P: probabilidade para tratamento obtido pelo teste de Fisher, diferença significativa P< 0,05.

⁵ Contrastes: Proporção de forragem, teor de lipídeos, interação entre proporção de forragem e teor de lipídeos.

É importante salientar que os estudos que avaliaram a produção de leite com a inclusão de soja extrusada possuíam como fonte de volumoso silagem de alfafa e/ou silagem de gramíneas, que são ricas em proteína degradável no rúmen. Assim, a inclusão de soja processada termicamente se apresenta com ótima fonte de proteína não degradável no rúmen. Por outro lado, nos estudos realizados com silagem de milho como fonte de volumoso, os resultados ainda são contraditórios.

A produção de leite corrigida para sólidos totais também não foi diferente entre os tratamentos (P=0,41). Porém, dietas com alta relação volumoso:concentrado demonstraram tendências de aumento de LCST, com valores médios de 20,78 e 19,73 kg/dia para os tratamentos com alta e baixa proporção de forragem, respectivamente.

A concentração e a produção de proteína do leite não foram afetadas pelos tratamentos (P>0,05). Mielke et al. (1980) encontraram reduções de 2% na produção de proteína do leite para vacas alimentadas com soja tratada termicamente, comparado com farelo de soja. Já Faldet & Satter (1991) encontraram reduções de 5% na produção de proteína do leite para tratamentos com soja tostada em relação àquele com farelo de soja.

Block et al. (1981), Scott et al. (1991) e Chouinard et al. (1997) observaram reduções na concentração de proteína do leite para tratamentos com soja extrusada, mas não encontraram efeito para a produção diária de proteína. O aumento na porcentagem de gordura na dieta ocasiona resistência à insulina (incapacidade da insulina em estimular a utilização de

glicose pelos tecidos) pela glândula mamária, podendo ser uma das possíveis explicações para a redução na concentração de proteína do leite (Mielke & Schingoethe, 1980; Palmquist & Jenkins, 1980).

O aumento no teor de lipídeos nas dietas reduziu a porcentagem de gordura do leite ($P=0,05$). A redução da proporção de forragem afetou negativamente a porcentagem de gordura do leite ($P<0,01$).

As médias observadas para a porcentagem de proteína e de gordura no leite demonstram incrementos de 0,17; 0,4; 0,68 e 0,9% pontos percentuais na relação proteína/gordura para os tratamentos, AFBL, AFAL, BFBL e BFAL, respectivamente (Tabela 12). Segundo Nocek (1997), mudanças na porcentagem de gordura indicam variações na relação acetato:propionato no rúmen, devido ao aumento na proporção de carboidratos fermentáveis no rúmen, redução da digestibilidade da forragem, seleção da dieta pelos animais e redução no tamanho de partícula das dietas. Enfim, estas mudanças podem também estar ligadas a outras variações no animal, como: mastite, estresse calórico, balanço energético negativo, redução do apetite e lipídeos na dieta. Para Bach (2002) aumentos de 0,4% pontos percentuais na relação proteína/gordura podem ser bom parâmetro para diagnóstico de acidose ruminal. Nocek & Young (1998) observaram valores de pH de 6,17; 5,71 e 5,79 para animais com aumento de 0,82; 1,01 e 1,18 na relação proteína/gordura, respectivamente. Nestes trabalhos os autores não encontraram relação entre pH ruminal e inversão proteína/gordura.

O aumento no teor de lipídeos, por meio da inclusão de soja extrusada, reduziu a concentração de nitrogênio uréico no leite nos tratamentos com AF e BF ($P<0,05$). Sendo que, maior redução foi observada entre AFBL e AFAL. Moore & Vargas

(1996) afirmaram que concentrações de proteína no leite de 3,0 a 3,2% e a concentração de NNP abaixo de 12 mg/dL é indicativo de restrição de proteína degradável no rúmen e/ou de proteína não-degradável no rúmen. No tratamento AFAL, a porcentagem de proteína no leite foi de 3,02 e a concentração de NNP foi de 9,56 mg/dL, indicando possível influência dos lipídeos na degradação de proteína no rúmen. Jenkins (1993) afirmou que a suplementação de lipídeos na dieta influencia o metabolismo de nitrogênio no rúmen, reduzindo a digestão da proteína e a concentração de amônia no rúmen e aumentando o aporte de nitrogênio para o duodeno. Para os tratamentos com baixa proporção de forragem, esta redução foi menor, sendo de 12,2 para 11,9 mg/dL, ($P>0,05$), para BFBL e BFAL, respectivamente. A redução na proporção de forragem na dieta reduziu a concentração de NNP nos tratamentos com baixos teores de lipídeos ($P<0,01$). Isto pode ser explicado pelo aumento de carboidratos fermentáveis no rúmen por meio da inclusão de grão úmido e polpa cítrica na dieta. Moore & Vargas (1996) afirmaram que concentrações de NNP entre 12 e 16 mg/dL no leite de vacas com 46 a 150 dias em lactação é indicativo de relações adequadas de proteína e de carboidratos na dieta.

4-5- Perfil dos ácidos graxos na gordura do leite.

O perfil dos ácidos graxos da gordura do leite de vacas alimentadas com diferentes proporções de volumoso:concentrado e teores de lipídeos na dieta, está apresentado na Tabela 13. O aumento no teor de lipídeos, reduziu a concentração de ácidos graxos de cadeia curta ($C_{4:0}$ a $C_{12:0}$), tanto em dietas com alta proporção (131,64 para 99,23 mg/g) como de baixa proporção de forragem (125,45 para 94,67 mg/g) ($P<0,01$). O maior efeito foi observado para dietas com alta forragem (AF), com

redução de 25% na concentração de ácidos graxos de cadeia curta na gordura do leite. Já em dietas com BF esta redução foi de 24%. Palmquist & Jenkins (1980) e Grummer (1991) afirmaram que 50% dos ácidos graxos da gordura do leite são

oriundos da síntese “de novo” na glândula mamária, sendo os ácidos graxos de cadeia curta. Assim, entende-se que a síntese “de novo” neste estudo foi deprimida em 24 a 25% com a inclusão de lipídeos em dietas com AF e BF, respectivamente.

Tabela - 13 Perfil de ácidos graxos da gordura do leite de vacas alimentadas com diferentes proporções de volumoso : concentrado e teores de lipídeos na dieta.

Ácidos graxos mg/g de gordura	Tratamentos ¹				EPM ²	Trat. ³	Contrastes ⁴		
	AFBL	AFAL	BFBL	BFAL			Forragem	Lipídeos	F x L.
C _{4:0}	30,36 ^{bA}	24,35 ^{bB}	35,61 ^{aA}	32,34 ^{aB}	1,92	< 0,01	< 0,01	0,03	0,48
C _{6:0}	21,24 ^{aA}	17,18 ^{aB}	18,89 ^{bA}	13,44 ^{bB}	0,91	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,45
C _{8:0}	12,74 ^{aA}	9,39 ^{aB}	11,02 ^{bA}	7,27 ^{bB}	0,56	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,73
C _{10:0}	28,44 ^{aA}	20,08 ^{aB}	25,01 ^{bA}	16,15 ^{bB}	1,29	< 0,01	0,01	< 0,01	0,85
C _{11:0}	0,88	0,53	0,81	0,74	0,12	0,23	0,55	0,10	0,27
C _{12:0}	33,82 ^{aA}	24,35 ^{aB}	30,84 ^{bB}	21,43 ^{bB}	1,38	< 0,01	0,05	< 0,01	0,98
C _{13:0}	2,84	2,42	2,31	2,46	0,18	0,23	0,21	0,49	0,13
C _{12:1}	1,31 ^{aA}	0,93 ^{aB}	0,95 ^{bA}	0,82 ^{bB}	0,09	< 0,01	0,02	0,01	0,17
Total C _{4:0} - C _{12:0}	131,64 ^A	99,23 ^B	125,45 ^A	94,67 ^B	3,31	< 0,01	0,12	< 0,01	0,81
C _{14:0}	104,16 ^A	86,60 ^B	101,17 ^A	80,95 ^B	2,76	< 0,01	0,14	< 0,01	0,64
C _{14:1} <i>Cis</i> -9	15,16	13,36	16,19	14,52	0,89	0,20	0,24	0,07	0,94
C _{15:0}	18,01 ^{aA}	15,41 ^{aB}	16,77 ^{bA}	14,00 ^{bB}	0,50	< 0,01	0,02	< 0,01	0,87
C _{16:0}	276,77 ^A	246,00 ^B	276,75 ^A	239,06 ^B	6,83	< 0,01	0,62	< 0,01	0,62
C _{16:1} <i>Cis</i> -9	11,55	6,30	9,10	2,88	3,34	0,32	0,39	0,10	0,89
C _{17:0}	5,14	5,09	4,65	4,91	0,21	0,37	0,13	0,63	0,47
C _{17:1}	3,14	3,34	3,80	3,13	0,30	0,38	0,46	0,45	0,16
C _{18:0}	90,88 ^{aB}	105,90 ^{aA}	68,88 ^{bB}	92,03 ^{bA}	6,21	< 0,01	0,01	< 0,01	0,52
C _{18:1} <i>Cis</i> -9	230,4 ^{aB}	257,5 ^{aA}	218,6 ^{bB}	249,6 ^{bA}	5,36	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,42
C _{18:1} <i>Trans</i> -10	8,90	17,25	18,57	22,66	3,83	0,12	0,07	0,12	0,59
C _{18:1} <i>Trans</i> -11	14,71 ^{bB}	36,44 ^{bA}	39,34 ^{aB}	51,66 ^{aA}	7,21	0,01	0,01	0,03	0,52
C _{18:2} <i>Trans</i> -10 <i>cis</i> -12	0,46 ^{bB}	0,62 ^{bA}	0,68 ^{aB}	0,79 ^{aA}	0,05	< 0,01	< 0,01	0,02	0,60
C _{18:2} <i>Cis</i> -9 <i>trans</i> -11	3,72 ^{bB}	4,85 ^{bA}	4,60 ^{aB}	5,89 ^{aA}	0,14	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,59
C _{18:2} <i>Cis</i> -9 <i>cis</i> -12	32,16 ^{bB}	39,04 ^{bA}	44,28 ^{aB}	48,97 ^{aA}	1,62	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,50
C _{18:3}	4,61 ^a	4,87 ^a	3,85 ^b	4,11 ^b	0,25	0,04	< 0,01	0,31	1,00
C _{20:0}	1,65 ^A	1,34 ^B	1,80 ^A	1,16 ^B	0,18	0,09	0,92	0,02	0,40

Médias seguidas de letras minúsculas referem-se ao contraste forragem.

Médias seguidas de letras maiúsculas referem-se ao contraste lipídeos.

Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem entre si (P> 0,05) pelo teste de Tukey.

¹ AFBL: Alta proporção de forragem e baixo teor de lipídeos; AFAL: Alta proporção de forragem e alto teor de lipídeos; BFBL: Baixa proporção de forragem e baixo teor de lipídeos; BFAL : Baixa proporção de forragem e alto teor de lipídeos.

² EPM, Erro padrão da média.

³ Valor de P para tratamento obtido pelo teste de Fisher, diferença significativa (P< 0,05).

⁴ Contrastes: Proporção de forragem, teor de lipídeos, interação entre proporção de forragem e teor de lipídeos.

Estes dados estão de acordo com Griinari et al. (1998) e Dhiman et al. (1999) encontraram redução de 32% na síntese “de novo” de ácidos graxos em dietas com alta inclusão de forragem, associados aos ácidos graxos insaturados. Pennington & Davis (1975) relataram que altas concentrações de ácidos graxos insaturados na dieta de vacas leiteiras, resultava em redução dos ácidos graxos de cadeia curta na gordura do leite.

Bauman & Griinari (2003) descreveram várias teorias sobre a redução da síntese “de novo” de ácidos graxos na glândula mamária: teoria da deficiência de acetato e β -hidroxibutirato; teoria da glicogênese – insulina; teoria vitamina B₁₂ /metil-malonil; e teoria da biohidrogenação. Esta última tem sido a mais aceita, e baseia-se no princípio de que certas condições nutricionais que afetam a biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos, levam à síntese de ácidos graxos *Trans* que são potentes inibidores da síntese “de novo” na glândula mamária. Bauman & Griinari (2001) observaram que o aumento no aporte de ácidos graxos para o rúmen, associado a modificações do metabolismo da população microbiana do rúmen pode elevar a produção de ácidos graxos *Trans*. Baumgard et al. (2001) observaram que infusões de *Trans*-10 *cis*-12 no abomaso, reduziu em 44% a porcentagem de gordura do leite e 48% na atividade da enzima acetil-CoA carboxilase. Porém, a infusão de *Cis*-9 *trans*-11 não afetou a produção de gordura.

A redução da concentração dos ácidos graxos de cadeia curta foi acompanhada pelo aumento da concentração de *Trans*-10 *cis*-12 C_{18:2}, para o tratamento BFAL (P < 0,01) (tabela 13). Abu-Ghazaleh et al. (2002) observaram comportamentos semelhantes na concentração de *Trans*-10 *cis*-12 na gordura do leite e na concentração

de ácidos graxos de cadeia curta de vacas alimentadas com soja extrusada.

De modo geral, os ácidos graxos de cadeia média aumentaram com a redução do teor de lipídeos na dieta (C₁₄, C₁₅, C₁₆), sendo que C₁₃ e C₁₇ não tiveram efeito significativo quanto ao teor de lipídeos. A proporção de forragem não teve efeito sobre os ácidos graxos de cadeia média, com exceção de C₁₅ que foi significativamente superior nos tratamentos com alta forragem.

Chouinard et al. (1997) afirmaram que a redução da proporção de ácidos graxos de cadeia curta e média é acompanhados pelo aumento na proporção dos ácidos *Trans* C_{18:1} na gordura do leite.

O aumento do teor de lipídeos nas dietas elevou a concentração de ácidos graxos C_{18:1} *Trans*-11 (P=0,01) e mostrou tendência de aumento, (P=0,07) na concentração do ácido graxo C_{18:1} *Trans*-10, indicando incremento no aporte de ácidos graxos intermediários da biohidrogenação ruminal para a glândula mamária.

Houve diferença para as concentrações do ácido esteárico (90,88 e 105,9 mg/g) em dietas com AF. Assim como, para dietas AF, a inclusão de lipídeos aumentou a concentração de C_{18:0}, nas dietas BF, em função do aporte de ácidos graxos para biohidrogenação ruminal. Isto pode, indicar saturação das reações de biohidrogenação ruminal pelo aumento na concentração de ácidos graxos intermediários da biohidrogenação ruminal na gordura do leite. Tanto a redução da proporção de forragem, como redução no teor de lipídeos na dieta, provocaram decréscimo na concentração de C_{18:0} na gordura do leite (P<0,05). Indicando possível redução das etapas finais da biohidrogenação ruminal (Tabela 13). Estes efeitos também foram

observados por Griinari et al. (1998) encontraram redução na concentração do ácido esteárico 136 para 63 g/dia acompanhada pelo aumento na proporção de ácidos graxos $C_{18:1}$ *Trans* em função da redução da proporção de forragem na dieta.

A Figura 5 apresenta o efeito da proporção de forragem e do teor de lipídeos sobre as concentrações de $C_{18:1}$ *Trans*-11 e $C_{18:2}$ *Cis*-9 *trans*-11 na gordura do leite.

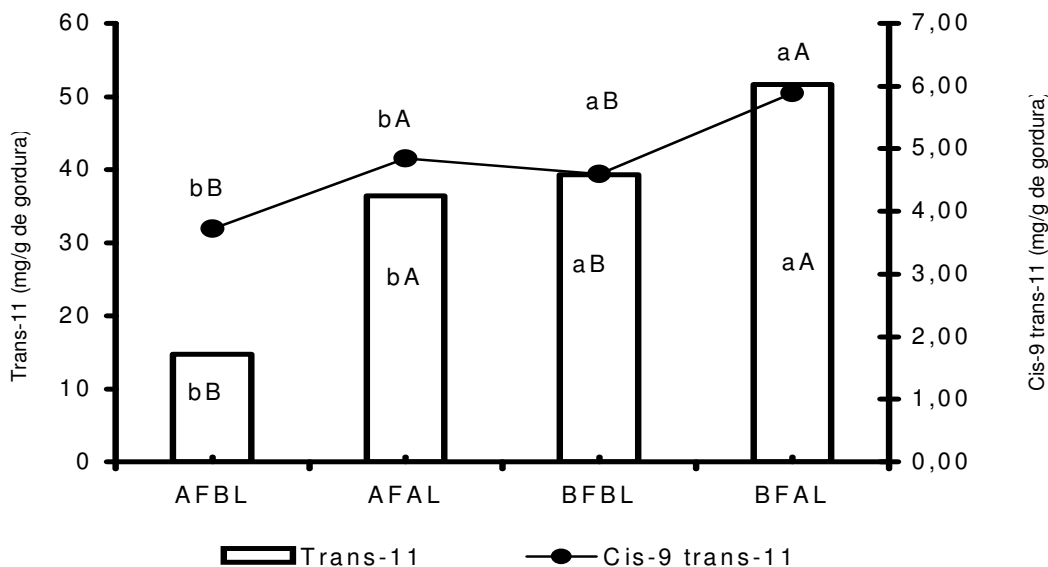


Figura 4. Efeito da proporção de forragem e teor de lipídeos na dieta sobre a concentração de $C_{18:1}$ *Trans*-11 e $C_{18:2}$ *Cis*-9 *trans*-11 na gordura do leite.

Médias seguidas de letras minúsculas refere-se ao contraste proporção de forragem
Médias seguidas de letras maiúsculas refere-se ao contraste teor de lipídeos

A redução da proporção de forragem, por si só, elevou o teor de $C_{18:1}$ *Trans*-11 de 14,71 para 39,34 mg/g ($P < 0,05$) e de 36,44 para 51,66 mg/g ($P > 0,05$) para os tratamentos com baixo e alto teor de lipídeos, respectivamente. Nos tratamentos com AF, o aumento no teor de lipídeos, elevou a concentração de $C_{18:1}$ *Trans*-11 de 14,71 para 36,44 mg/g ($P < 0,05$). Para os tratamentos com BF, a concentração de $C_{18:1}$ *Trans*-11 foi menor entre BL em

relação AL ($P < 0,05$). O aumento no teor de lipídeos da dieta provocou incremento na concentração de *Cis*-9 *trans*-11 na gordura do leite, tanto em dietas com AF como BF ($P < 0,01$). Maior concentração de *Cis*-9 *trans*-11 foi observada para o tratamento com BFAL. Tanto a redução na proporção de forragem, quanto o aumento no teor de lipídeos na dieta elevaram a concentração de $C_{18:2}$ *Cis*-9 *trans*-11 e $C_{18:1}$ ($P < 0,01$).

A Figura 6 apresenta o efeito da concentração de *Trans*-10 *cis*-12 sobre a porcentagem de gordura no leite. As médias dos tratamentos demonstram redução de 2,90 para 2,62% e de 2,39 para 2,20 na porcentagem de gordura do leite com a inclusão de lipídeos (Tabela 12) para tratamentos com AF e BF, respectivamente.

Isto pode ser explicado pela possível influência do perfil dos ácidos graxos da dieta sobre a porcentagem de gordura na dieta.

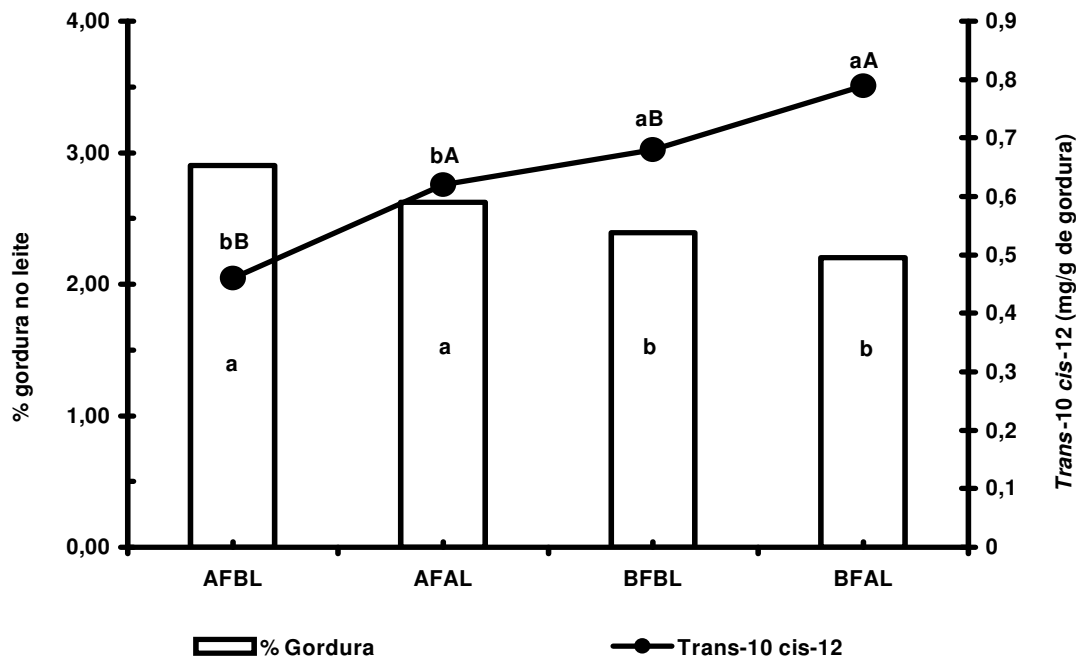


Figura 5. Efeito do aumento de *Trans*-10 *cis*-12 sobre a porcentagem de gordura do leite de vacas alimentadas com diferentes proporção de forragem e teores de lipídeos na dieta. Médias seguidas de letras minúsculas refere-se ao contraste proporção de forragem. Médias seguidas de letras maiúsculas refere-se ao contraste teor de lipídeos.

A adição de ácidos graxos nas dietas aumentou a concentração de *Trans*-10 *cis*-12 ($P < 0,01$). Esse aumento ocasionou redução na porcentagem de gordura nos tratamentos com BF em relação ao tratamento AFBL ($P < 0,05$). Griinari et al. (1998) observaram redução de 30% na porcentagem de gordura do leite para dietas com baixa porcentagem de forragem e alto teor de lipídeos. Baumgard et al. (2001) relataram reduções de 25 a 50% na porcentagem de gordura do leite, para

infusões no abomaso de 3,5 a 14 g/dia de *Trans*-10 *cis*-12. Peterson et al. (2003) encontraram redução de 27% para dietas com BF e aumento na concentração de *Trans*-10 *cis*-12 de $< 0,1$ para 6 mg/g. Esses autores, observaram em biópsia de tecidos de glândula mamária redução significativa para a concentração de m-RNA das enzimas envolvidas com a síntese “de novo” (acetil-CoA carboxilase e ácido graxo sintetase), com o transporte de ácidos graxos da circulação para o interior da

célula (lipoproteína lipase), com a dessaturação dos ácidos graxos (estearoil - Coa dessaturase) e com a síntese de triglicerídeos (ácido graxo Acil-Coa ligase, glicerol fosfato aciltransferase, acilglicerol fosfato aciltransferase).

O aumento na concentração de *Trans*-10 *cis*-12 nos tratamentos com alta forragem em função do aumento no teor de lipídeos da dieta não reduziu ($P>0,05$) a porcentagem de gordura do leite (Figura 5). Pode ser observado efeito sobre a biohidrogenação ruminal, pois a redução na proporção de forragem em dietas com alto e baixo teor de lipídeos a reduziu a porcentagem de gordura no leite.

O aumento no teor de lipídeos nas dietas AF e BF, resultou em aumento na concentração de *Trans*-10 *cis*-12 de 0,46 para 0,62 mg/g e de 0,68 para 0,79 mg/g ($P<0,05$), respectivamente. Entretanto, o efeito mais pronunciado foi para dietas com baixa inclusão de forragem, que ocasionou aumento de 0,54 para 0,74 mg/g de gordura para os tratamentos com AF e BF, respectivamente ($P<0,01$) (Tabela 13). Indicando possível alteração na primeira reação de isomerização da biohidrogenação ruminal decorrente ao aumento no teor de lipídeos e da redução na proporção de forragem na dieta, conforme Harfoot & Hazlewood (1997).

A concentração de *Trans*-10 não foi diferente entre os tratamentos ($P=0,12$). Entretanto, foi observado tendência de aumento na concentração deste ácido graxo para os tratamentos com menor proporção de forragem ($P=0,07$). O teor de lipídeos, mostrou tendência ($P=0,12$) em elevar as concentrações de *Trans*-10. Sendo observadas médias de 13,7 e 20,0 mg/g para tratamentos com baixo e alto teor de lipídeos, respectivamente (Tabela 13).

Baumgard et al. (2001), Peterson et al. (2003), Perfield et al. (2004) encontraram concentrações de 4,2; 7,0 e 3,3 mg/g de *Trans*-10 na gordura do leite, respectivamente, para tratamentos com 50 % de forragem nas dietas.

Para Bauman et al. (2001) a redução da porcentagem de gordura no leite seria desejável, em situações em que o pagamento pelo leite não bonificasse a gordura no leite, ou quando ocorresse cota de produção de gordura como no Canadá e Estados Unidos, uma vez que, resultados de pesquisas não demonstraram relação negativa com a produção de leite e de proteína. Bauman et al. (2005) afirmaram que outra situação desejável, para a redução da porcentagem de gordura no leite, seria a redução da demanda energética que na fase inicial de lactação está acima da capacidade de ingestão de MS da vaca. Em estudos de simulação, a redução da produção de gordura no leite em até 23%, reduziu o balanço energético negativo da vaca, além de aumentar a produção de leite (Overton et al., 2001).

A figura 6 apresenta a relação entre o aumento na concentração de *Trans*-10 *cis*-12 e a redução na porcentagem de gordura total no leite. O aumento de 1 mg/g na concentração de *Trans*-10 *cis*-12 na gordura do leite, resulta em redução de 2,08% na gordura do leite ($y = -2,0804X + 3,8352$, $r^2 = 0,396$, $P<0,001$). Estando de acordo com Baumgard et al. (2001) que trabalharam com vacas leiteiras recebendo infusões diárias de $C_{18:2}$ *Trans*-10 *cis*-12 no abomaso e encontraram reduções de 46% na porcentagem da gordura do leite, é concomitantemente, aumentos nos teores de *Trans*-10 *cis*-12 na gordura do leite. Isto indica que este ácido graxo é o principal responsável pela queda na concentração da gordura do leite.

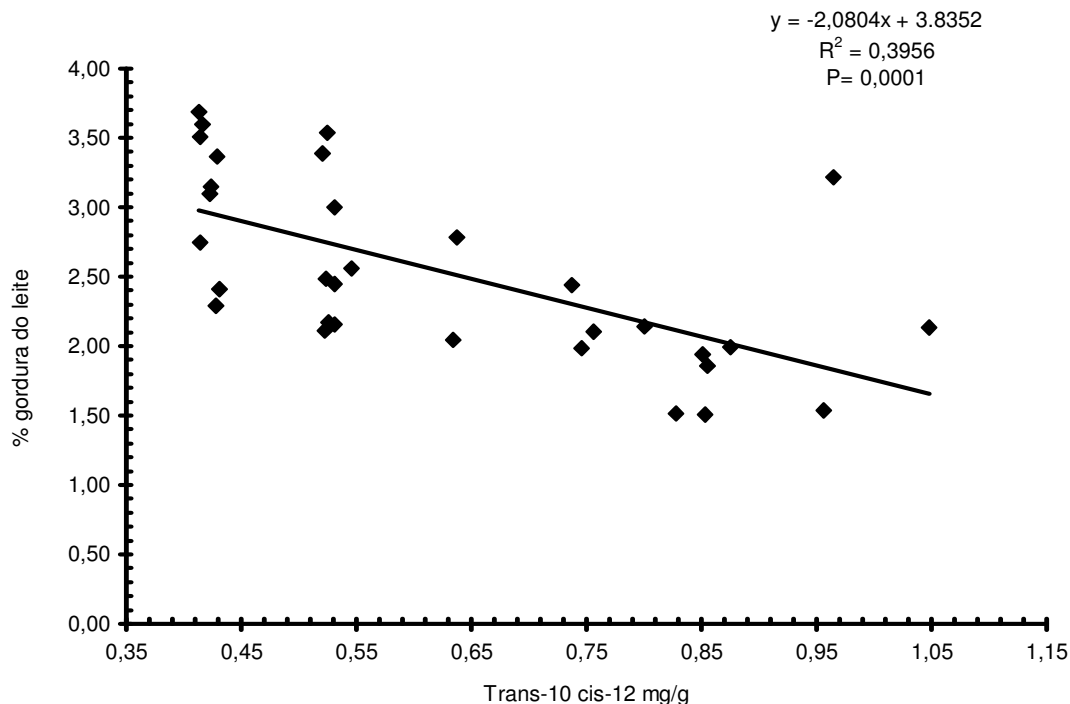


Figura 6. Equação de regressão da porcentagem de gordura no leite (Y) em função da concentração de Trans-10 cis-12 (X).

A concentração de *Cis-9 trans-11* aumentou de 3,72 para 4,85 mg/g ($P < 0,01$), aumento de 30,5%, com a inclusão de lipídeos em dietas com alta forragem (Tabela 13). Para dietas com BF a elevação no teor de lipídeos acarretou aumento de 28%, sendo de 4,60 para 5,89 mg/g ($P < 0,01$). Este menor aumento no tratamento de BF pode ser explicado pelo aumento de *Trans-10 cis-12*, indicando modificação da biohidrogenação ruminal. Estes dados estão de acordo com Dhiman et al. (1999) que encontraram aumento na concentração de *Cis-9 trans-11* de 3,6 para 6,9 mg/g com a inclusão de soja extrusada em dietas com 47% de forragem. Solomon et al. (2000) também observaram aumento na concentração de *Cis-9 trans-11* de 0,42 para 1,5 mg/g com a inclusão de soja extrusada

em dietas com 48% de forragem. Abu-Ghazaleh et al. (2002) encontraram aumento na concentração de *Cis-9 trans-11* de 3,3 para 7,9 mg/g com a inclusão de lipídeos em dietas com 50% forragem.

A inclusão de lipídeos na dieta provocou aumento na concentração de $C_{18:1}$ *Trans-11* e $C_{18:2}$ *Cis-9 trans-11* em dietas com AF e BF ($P < 0,03$) (Tabela 13). Este aumento pode ser explicado pelo aumento na porcentagem de silagem de grão úmido de milho nos tratamentos com baixa forragem (Tabela 8). Whitlock et al. (2003) encontraram concentração de 54,12 g de $C_{18:2}$ *Cis-9 cis-12*/100g de lipídeos no grão de milho. Chouinard et al. (1997) e Abu-Ghazaleh et al. (2002) observaram concentração de $C_{18:2}$ *Cis-9 cis-12* variando

de 51 e 53 g /100g de lipídeos na soja extrusada. Assim, a semelhança entre os tratamentos AFAL e BFBL para as concentrações de C_{18:1} *Trans*-11 e C_{18:2} *Cis*-9 *trans*-11 pode ser explicada pela elevada concentração de C_{18:2} *Cis*-9 *cis*-12 na dieta, principal ácido graxo insaturado precursor de *Trans*-11 e *Cis*-9 *trans*-11 na biohidrogenação ruminal. Considerando que a silagem de grão úmido de milho é fonte de C_{18:2} *Cis*-9 *cis*-12 na dieta, e associado ao efeito de sua rápida taxa de degradação no rúmen sobre o pH, pode ter ocorrido comprometimento das etapas finais da biohidrogenação, pois pode-se observar redução (P<0,01) na concentração de C_{18:0} nos tratamentos AFBL e BFBL (Tabela 13).

Estudos mostraram que a ingestão de ácidos graxos *Trans* aumenta o risco de doenças coronárias, pelo aumento na relação de LDL/HDL (Berner, 1993). Nos países europeus tem sido enfocado, em campanhas de saúde pública, a redução da ingestão de ácidos graxos *Trans* (Lock et al., 2004). Na gordura do leite, os ácidos graxos *Trans* presentes em maior quantidade é o *Trans*-11 (24,5 – 75% do total de isômeros C18:1). Palmquist et al. (2004) afirmaram que cerca de 20% do ácido graxos *Trans*-11 é convertido em *Cis*-9 *trans*-11 pelo organismo humano. Baseado nestes resultados, uma pessoa ingerindo cerca de um litro de leite produzido por vacas alimentadas com dietas BFAL, estaria consumindo, aproximadamente, 22 gramas de gordura, 130 mg de *Cis*-9 *trans*-11 (CLA) e 1,12 g de *Trans*-11. Considerando que 20% do *Trans*-11 ingerido é transformado em *Cis*-9 *trans*-11, isto resulta em 357,3 mg/dia de *Cis*-9 *trans*-11. Para dietas com AFAL esta ingestão seria de 316 mg/dia de CLA. Dados na literatura mostram que o consumo diário de 300 mg/dia de CLA resulta em redução de até 40% a chance de desenvolvimento de tumores de seio, de cólon e de útero (Ip et al., 2005).

5 - Conclusão

A proporção de volumoso e os teores de lipídeos na dieta não influenciaram o consumo de alimentos e de nutrientes .

O aumento no teor de lipídeos reduziu a concentração de ácidos graxos de cadeia curta do leite tanto em dietas de alta como de baixa proporção de forragem.

A elevação do teor de lipídeos, pela inclusão de soja extrusada, aumentou a concentração de CLA (*Cis*-9 *trans*-11, C_{18:2}) em 29% em dietas com alta e baixa proporção de forragem.

6- Referências Bibliográficas

ABU-GHAZALEH, A.A.; SCHINGOETHE, D. J.; HIPPEN, A . R; WHITLOCK, L. A. Feeding fish meal and extruded soybeans enhances the conjugated linoleic acid (CLA) content of milk. *J. Dairy Sci.*, v.85, n.3, p. 624-631, 2002.

ALLEN, M.S.; Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *J. Dairy Scin.* v.83, n.7, p.1598-1624, 2000.

AOAC International 16^a , 3^a ed., Official Methods of Analysis of AOAC. International. Gaithersburg. AOAC International, 1997.

BACH, A. Transtornos ruminales en el vacuno lechero: un enfoque práctico. Em XVIII Curso de especialización . FEDNA (ed). p. 119-139, Barcelona, 2002.

- BAUMAN, D.E. and GRIINARI, J.M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. *Liv. Prod. Sci.* n. 70, p.15-29, 2001.
- BAUMAN, D.E. and GRIINARI, M.G. Nutritional regulation of milk fat synthesis. Disponível em : <www.annurev.nut.com> . Acesso em : 20/02/2003.
- BAUMAN, D.E.; BAUMGARD, L.H.; CORL, B.A; GRIINARI, J.M. Biosynthesis of conjugated acid in ruminants. *Proc. Am. Soc. Anim. Sci.* , v.4, n.1, p. 01-15, 1999.
- BAUMAN, D.E.; LOCK, A.L.; PERFIELD, J.W. The role of trans acids in the regulation of milk fat synthesis. *Intermountain Nutrition Conference . 7th Annual Meeting*, Salt Lake City, UT. p.85-97, 2005.
- BAUMGARD, L.H.; SANGSTER, J.K.; BAUMAN, D.E. Milk fat synthesis in dairy cows is progressively reduced by increasing supplemental amounts of *Trans-10, cis-12* conjugated linoleic acid (CLA). *J. Nutr.* v.131, p.1764-1769, 2001.
- BAUMGARD, L.H.; CORL, B.A. Identifications of the conjugated linoleic acid isomer that inhibits milk fat synthesis, *Am. J. Phy. Reg. Int. Comp. Phy*, v. 278, n.1, p. R179-R184, 2000.
- BEAM, T.M.; JENKINS, T.C.; MOATE, P. J.; KOHN, R.A.; PALMQUIST, D.L. Effects of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contents. *J. Dairy Sci.* v.83, n. 11, p.2564-2573, 2000.
- BERNER, L. A . Defining the role of milk-fat in balanced diets. In *Advances in food and nutrition reserch*. Academic Press (ed). v.81, p.131-249, 1993.
- BLOCK, E.; MULLER, L. D.; GRIEL JR, L. C.; et al. *Brown midrib-3* Corn silage and heat extruded soybeans for early lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* v. 64, n.9, p.1813-1825, 1981.
- BREMMER, D.R.; RUPPERT, L.D.; CLARK, J.H.; DRACKELEY, J. K. Effects of chain length and unsaturation of fatty acid mixtures infused into the abomasum of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* v.81, n.1, p.176-188, 1998.
- CHOUINARD, Y.P.; CORNEAU, L.; BARBANO, D.M.; METZGER, L.E.; BAUMAN, D.E. Conjugated linoleic acid alter milk fatty acid composition and inhibit milk fat secretion in dairy cows *J. Nutr.* v.129, p.1579-1584, 1999 .
- CHOUINARD, P.Y.; GIRARD, V.; BRISSON, G.J. Performance and profiles of milk fatty acids of cows fed full fat, heat-treated soybeans using various processing methods. *J. Dairy Sci.* v.80, n.2, p.334-342, 1997 a.
- CHOUINARD, P.Y.; LÉVESQUE, J.; GIRARD, V.; BRISSON, G.J. Dietary soybeans extruded at different temperatures: milk composition and in situ fatty acid reactions. *J. Dairy Sci.* v.80, n.11, p.2913-2924, 1997 b.
- CHURCH, C.D. Los lípidos en la nutrición de los rumiantes, In: Church, D. C. El rumiante fisiología digestiva y nutrición. Zaragoza, Espanha, Ed. Acribia, 1988.

- CLAPPERTON, J.L.; BANKS, W. Factors affecting the yield of milk and its constituents, particularly fatty acids, when dairy cows consume diets containing added fat. *J. Food Agric.* v.36, p.1205-1229, 1985.
- DADO, R.G. and ALLEN, M.S. Variation in and relationships among feeding, chewing and drinking variables for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* v.77, n.1, p.132-139, 1994.
- DHIMAN, T.R.; HELMINK, E.D.; MCMAHON, D.J. et al. Conjugated linoleic acid of milk and cheese from cows fed extruded oilseeds. *J. Dairy Sci.*, v.82, n.10, p.412-419, 1999.
- FALDET, M.A. ; SATTER, L.D. Feeding heat-treated full fat soybeans to cows to early lactation, *J Dairy Sci.*, v.74, n.9, p.3047-3054, 1991.
- GRANT, R.J.; Interactions among forages and nonforage fiber sources. *J. Dairy Sci.* v.80, n.7, p.1439-1446, 1997.
- GRAVET, H.O. Breeding of dairy cattle. In: *Dairy Cattle Production*, Elsevier Science, New York, Gravet, p.35-76, 1987.
- GRIINARI, J.M.; BAUMAN, D.E.; CASTAÑEDA-GUTIERREZ, E. Novos conceitos relacionados à manipulação da gordura do leite. 1º Congresso Brasileiro de Qualidade de leite, 2004.
- GRIINARI, J.M.; DWYER, D.A.; MCGUIRE, M.A. et al. Trans-octadecadienoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* , v. 81, n.8, p. 1251-1261, 1998.
- GRIINARI, M.J.; CORL, B.A. ; LACY, S.H. et al. Conjugated Linoleic Acid is Synthesized Endogenously in Lactating Dairy Cows by Δ^9 -Desaturase. *Am. J. Soc. Nutr. Sci.* . v.62, n.4, p. 2285-2291, 2000.
- GRUMMER, R.R. Effect of feed on the composition of milk fat. *J. Dairy Sci.* v.74, n.9, p.3244-3257, 1991.
- GRUMMER, R.R.; JACOB, A.L. and WOODFORD, J.A. Factors associated with variation in milk fat depressions resulting from high grain diets fed to dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.70, n.3, 1987.
- HARFOOT, C.G.; HAZLEWOOD, G.P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P.N., (Ed.) *The rumen microbial ecosystem*. London: Elsevier Applied Science, p.285-322, 1997.
- HUTJENS, M. Feeding guide. Ed. *Hoards & Sons Company*, Wisconsin, United States of America, 1998.
- IP, C.; PARIZA, M. CLA (Conjugated linoleic acid). In *Interpretative review of recent nutrition research*. Disponível em: <www.nationaldairyCouncil.org>, acessado em 20/01/2005.
- JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.*, v.76, n.12, p. 3851-3863, 1993.
- JENSEN, R. G.; FERRIS, A.M.; LAMMI-KEEFE, C.J. The composition of milk fat. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.3228-3243, 1991.

- JIANG, J.; BJOERCK, L.; FONDÉN, J et al. Occurrence of conjugated Cis-9 trans-11 Octadecadienoic acid in bovine milk: effects of feed and dietary. *J. Dairy Sci.*, v.79, n.3, p.438-445, 1996.
- KELLY, M.L.; KOLVER, E.S.; BAUMAN, L.H. et al. Effect of pasture on Concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, v.81, n.6, p. 1630-1636, 1998.
- KRAMER, J.K.G.; PARODI, P.W.; JENSEN, R.G.; et al. Rumenic acid: A proposed common name for the major conjugated linoleic acid isomer found in natural products. *Lipids*, v.33, n.8, 1998.
- LEAT, W.M.F. Depot fatty acids of Aberdeen Angus and Friesian cattle reared on hay and barley diets. *J. Agri. Sci.* v.89, p.575-583, 1977.
- LOCK, A.L.; PERFIELD, J.W.; BAUMAN, D.E. Trans fatty acids in ruminant-derived foods: fact and fiction. *Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers*, East Syracuse, NY. p.123-134, 2004.
- MAEKAWA, M.; BEAUCHEMIN, K.A. and CHRISTENSEN, D.A. effects of concentrate level and feeding management on chewing activities, saliva production and ruminal pH of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* v.85, n.5, p. 1165-1175, 2002.
- MAURON, J. The maillard reaction in food; a critical review from the nutritional standpoint. *Prog. Ed. Nutri. Sci.* v.5, p5-55, 1981.
- MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* v.80, n.7,p.1463-1481, 1997.
- MIELKE, C.D.; SCHINGOETHE, D.J. Heat-treated soybeans for lactating cows, *J. Dairy Sci.* v.65, 1579-1585, 1980.
- MOORE, D.A.; VARGAS, G. BUN and MUN: Urea nitrogen testing in dairy cattle. Continuing Education article # 8, *The Compendium, Food Animal*, v.18, n.6, p.712-721, 1996.
- NOCEK, J. E. Bovine acidosis: implications on laminitis. *J. Dairy Sci.* v. 80, n.5, p.1005-1028, 1997.
- NOCEK, J.E.; YOUNG, G.D. Ruminocentesis to evaluate the relationship milk fat-protein inversion and subclinical acidosis in commercial dairy cows. *J. Dairy Sci.* v.76, suppl.1, p.297, 1998.
- NRC. National research council. In *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Washington D. C. National Academic Science, 2001.
- OVERTON, T.R.; BERNAL-SANTOS, G.; PERFIELD, J.W.; BAUMAN, D.E. Effects of feeding conjugated linoleic (CLA) on metabolism and performance of transition dairy cows. *Cornell Nutrition Proceeding*. October 16-18, Rochester , N. Y., p.179-187. 2001.
- PALMQUIST, D.L.; BEAULIEU, A.D. feed and animal factors influencing milh fat composition, *J. Dairy Sci.* v. 76, n.6, p.1753-1771, 1993

- PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations : review. *J. Dairy Sci.*, v. 63, n.1, p.1-14, 1980.
- PALMQUIST, D.L.; LOCK, A.L.; SHINGFIELD, K.L.; BAUMAN, D.E. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants and humans. *Advances in food and humans*. In. San Diego, S. L. Taylor. (ed.), 2004, p.266.
- PALMQUIST, D.L. and SCHANBACHEER, F.L. dietary fat composition influences fatty acid composition of milk fat globule membrane in lactating cows. *Lipids*, v.26, p.718-728, 1991
- PARIZA, M.W.; ASHOOT, S.H.; CHU, F. S.; LUND, D.B. Effects of temperature and time on mutagen formation in pan fried hamburger. *Cancer Letter* , v.7, n.1, p.63-69, 1979.
- PARK, Y.; ALBRIGHT, K.J.; STORKSON, J.M. et al. Evidence that the Trans-10 cis-12 isomer of conjugated linoleic acid induces body composition changes in mice. *Lipids*, v.34, n.2, p.235-241, 1999.
- PARODI, P.W. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. *J. Dairy Sci.*, v.82, n.6, p.1339-1349, 1999.
- PENNINGTON, J.A . and DAVIS, C.L. Effects of intraruminal and intra-adomasal additions of cod-liver oil on milk fat production in the cow. *J. Dairy Sci.*, n.58, p.49-55, 1975.
- PEREIRA, M.N. Responses of lactating cows to dietary fiber from alfalfa or cereal byproducts. Tese, Madison, Wisconsin, 1997.
- PERFIELD, J.W.; LOCK, A.L.; PFEIFFER, A.M.; BAUMAN, D.E. Effects of amide-protected and lipid-encapsulated conjugated linoleic acid (CLA) supplements on milk fat synthesis. *J. Dairy Sci.* v. 87, n.9, 2004.
- PERFIELD, J.W.; BERNAL-SANTOS, G.; OVERTON, T.R.; BAUMAN, D.E. Effects of dietary supplement of rumen-protected conjugated linoleic acid in dairy cows during established lactation. *J. Dairy Sci.* v.85, p.2609-2617, 2002.
- PETERSON, D.G.; MATITASHVILI, E. A.A .; BAUMAN, D.E. Diet- induced milk fat depression in dairy cows results in increased trans-10, cis-12 CLA in milk fat and coordinate suppression of mRNA abundance for mammary enzymes involved in milk fat synthesis. *J. Nut.* , n.133, p.3098-3102, 2003.
- PRIGGE, E.C.; VARGA, G.A.; VICINI, J. L. and REID, R.L. Comparison of ytterbium chloride and chromium sesquioxide as fecal indicators, *J. Animal Sci.* v.53, n.6, 1981.
- RODRIGUEZ, N.M.; BERCHIELLI, T.T.; OSÓRIO NETO, E. Uso de itérbio e cromo como indicadores fecais em bovinos. In: Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, 23., 1994, Olinda. Anais. p. 631.
- RUEGSEGGER, G.J.; SHULTZ, L.H. Response of high producing dairy cows in

early lactation to the feeding of heat-treated whole soybeans *J. Dairy Sci.* v.68, n.12, p.3272-3279, 1985.

SAS. User's guide: statistics. 5 ed. Cary : SAS Institute, p.1-996, 1999.

SATTER, L.D.; DHIMAN, T.R.; HSU, J. T. Use of heat processed soybeans in dairy rations, *Proceeding cornell nutrition conference for feed manufacturers*, Rochester ,october 18-20, p.19-28, 1994.

SCOTT, T.A.; COMBS, D.K.; GRUMMER, R.R. Effects of roasting, extrusion, and particle size on the feeding value of soybeans for dairy cows. *J. Dairy Sci.* v.74, n .8, p.2555-2562, 1991.

SOARES, J.P.G.; BERCHIELLI, T.T.; AZEVEDO JÚNIRO, M.A. Comparação das técnicas do óxido crômico e da coleta total de fezes na determinação da digestibilidade em bovinos. *ARS Veterinária*. V.19, n.3, p.280-287, 2003.

SOLOMON, R.; CHASE, L.E.; BENGHEDALIA, D. et al. The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.83, n.6, p.1322-1329, 2000.

SUTTON, J.D. Altering milk composition by feeding. *J. Dairy Sci.*, v.72, n.10, p.2801-2814, 1989.

TYRRELL, H.F.; and REID, J.T. Prediction of the energy value of the milk. *J. Dairy Sci.* v.48, p.1215 , 1965.

VAN DIJK, H.J.; O'DELL, G.D.; PERRY, P. R.; GRIMES, L.W. Extruded versus raw ground soybeans for dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* v.66 ,n.12, p.2521-2525, 1983.

VAN SOEST, P. Lipids; In VAN SOEST, P. (2^a Ed) *Nutritional ecology of the ruminant*. United States of America: Cornell University Press, 1994, p.325-336.

WHITLOCK, L.A .; SCHINGOETHE, D. J.; HIPPEN, A.R. Milk production and composition from cows fed high oil or conventional corn at two forage concentrations *J. Dairy Sci.* v.86, n.7, p.2428-2437, 2003.

WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; ILSMAA, O . The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. *J. Agri. Sci.* v.59, n.1, p.381-385, 1962.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)