

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



Tese

Produção, composição físico-química e perfil de ácidos graxos do leite de cabras Saanen alimentadas com diferentes níveis de óleo de arroz.

Marcele Sousa Vilanova

MARCELE SOUSA VILANOVA

**PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E
PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE DE CABRAS SAANEN ALIMENTADAS
COM DIFERENTES NÍVEIS DE ÓLEO DE ARROZ.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (Produção Animal).

Orientadora: Prof^a. Dra. Maria Teresa Moreira Osório

Co-Orientador: Prof. Dr. José Carlos da Silveira Osório

Co-Orientadora: Prof^a. Dra. Verônica Schmidt

Co-Orientador: Prof. Dr. Otoniel Geter Lauz Ferreira

Pelotas, 2011

Dados de catalogação na fonte:
(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

V695p Vilanova, Marcele Sousa.

Produção, composição físico-química e perfil de ácidos graxos do leite de cabras Saanen alimentadas com diferentes níveis de óleo de arroz / Marcele Sousa Vilanova; orientador Maria Teresa Moreira Osório; co-orientadores José Carlos da Silveira Osório, Verônica Schmidt e Otoniel Geter Lauz Ferreira. - Pelotas, 2011. -106f. ; il. - Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2011.

1.Lipídeos 2.Ácido linoléico conjugado 3.Leite caprino I.Osório, Maria Teresa Moreira(orientador) II .Título.

CDD 637.14

Banca examinadora:

Dr. José Carlos da Silveira Osório (Presidente)

Dra. Marlice Bonacina (IFRS)

Dra. Mabel Marcarenha Wiegand (UFPEL)

Dr. Carlos Eduardo da Silva Pedroso (UFPEL)

Dr. Gilson de Mendonça (UFPEL)

Dr. Juliano Hideo Hashimoto (suplente)

Dedico

Aos meus pais, Tânia e João Paulo, e ao meu irmão, Daniel, esteios desta minha existência, motivo essencial da minha firmeza durante as lutas;

Ao Marcelo, meu amor, meu amigo, meu companheiro nas lutas e nas alegrias desta nova fase da minha vida;

À Professora Maria Teresa, que muito mais que orientadora, foi e segue sendo um exemplo para mim.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, patrão celeste, amigo de todas as horas. Pela força nos dias de desânimo, pelos ensinamentos depois dos tombos, e principalmente por me fazer perceber que tudo foi necessário para meu amadurecimento, minha evolução, objetivo primordial desta existência;

Ao meu irmão Daniel, companheiro nas madrugadas de viagem entre Pelotas e Santo Antônio da Patrulha, ficando muitas vezes, 24 horas sem dormir, para efetuar as coletas no capril e levar as amostras aos laboratórios;

Aos meus queridos e grandes amigos (irmãos de coração): Michelle (Peque), Julce, Jorgea, Raka e Roger. Sem vocês não teria sido tão especial, tão emocionante, tão gratificante esses quatro anos de doutorado. Minha nova família que levarei para sempre guardada no cantinho mais especial do meu coração;

Ao Julce (Julcemar Dias Kessler) por ter sido, além de um grande amigo, um professor. Pela paciência na fase estatística e pelo suor nas análises dos ácidos graxos em Santa Maria;

À minha querida amiga Fernanda Moraes Cardoso (Fernandinha), por ter me ajudado nas coletas em Santo Antônio da Patrulha;

À minha querida amiga Sabrina Caraméz, por simplesmente estar ali, quando eu sempre preciso;

À Professora Maria Teresa (mami), por ter (sempre) acreditado em mim, até quando nem eu mesma conseguia fazê-lo. Por ter contribuído significativamente para o meu crescimento pessoal e intelectual, e principalmente, por ter compreendido que muitas vezes é necessário nos desviarmos do caminho correto, para retornarmos a este, mais maduros, e com a plena certeza de que na vida tudo serve de ensinamento;

A minha prima Maria Alice, por ter sido uma grande amiga, conselheira, e por ter me acolhido em sua casa na fase de estudos e obtenção de créditos na cidade de Porto Alegre;

À Professora Verônica Schmidt pela amizade e por ter aceitado o desafio da minha co-orientação, estando sempre presente na fase de campo das coletas e auxiliando nas discussões e no pleno andamento do trabalho. Por ter contribuído significativamente no meu crescimento intelectual, sendo uma referência em termos de caprinocultura;

Ao professor José Carlos da Silveira Osório, por ter aceitado a minha co-orientação e pelas importantes contribuições e exemplos, que hoje consigo entender e respeitar (amadurecimento), que utilizarei nessa nova fase que inicia (*“uma coisa é uma coisa; outra coisa é outra coisa”*);

Ao professor Otoniel Geter Lauz Ferreira, pelas ajudas na fase de bolsista do projeto casadinho e agora pela co-orientação da tese. E ao *“Toto”*, pela convivência e boas risadas no GOVI;

Aos amigos do GOVI: Japão, Marlice, Gilson, Mabel, Jaque, Lú, Pedroso e Clóvis, pelos maravilhosos momentos de descontração e aprendizagem no decorrer desses seis anos de convivência e amizade (saudades);

Aos amigos e colegas do PPGZ/UFPEL, todos de que uma forma ou de outra contribuíram para a conclusão deste trabalho;

À Professora Gladis Corrêa, pela fase de planejamento e submissão do projeto casadinho;

Ao professor Victor Roll, pelo apoio e compreensão nos momentos em que precisei;

Ao proprietário do capril (Sr. Jamir) e aos funcionários que muito nos auxiliaram na fase de coletas;

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela minha formação;

À CAPES, pela concessão da bolsa de doutorado;

À FAPERGS, pelo financiamento do projeto através do Edital CASASINHO, dentro do qual meu experimento foi realizado;

Muito obrigada!

"Os sete pecados capitais responsáveis pelas injustiças sociais são: riqueza sem trabalho; prazeres sem escrúpulos; conhecimento sem sabedoria; comércio sem moral; política sem idealismo; religião sem sacrifício e ciência sem humanismo."

Mahatma Gandhi

Resumo

VILANOVA, Marcele Sousa. **Avaliação da produção, avaliação da produção, composição físico-química, qualidade e perfil de ácidos graxos do leite de cabras Saanen alimentadas com diferentes níveis de óleo de arroz na dieta.** 2011. 106f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Testou-se o efeito de dois níveis de extrato etéreo a base de óleo de arroz no concentrado de 30 cabras Saanen durante a fase inicial de lactação. A alimentação baseou-se na relação 60% de volumoso (feno de alfafa), e 40% de concentrado comercial com dois níveis de extrato etéreo (3% e 5%). As variáveis estudadas foram: Produção, composição química, perfil de ácidos graxos saturados, mono e polinsaturados no leite. O aumento no percentual de extrato etéreo na ração não influenciou a produção de leite, que apresentou como média 2658 ± 379 mL de leite/cabra/dia, no período de 11 semanas e nem a composição química do leite, que se caracterizou por ter 3,78 de gordura; 3,10 de proteína bruta; 4,46 de lactose e 12,19 de sólidos totais. O perfil de ácidos graxos do leite foi influenciado pelo acréscimo de extrato etéreo na ração. No tratamento de maior proporção houve um aumento das concentrações de ácidos graxos insaturados C18:1n 9c (Oléico) e C18:3n3, (25,79 e 0,80%, respectivamente) e no Ácido Linoléico Conjugada (CLA) que aumentou de 0,37 para 0,72% com o acréscimo de óleo; e uma redução dos ácidos graxos saturados: palmítico C16:0, mirístico C14:0, cáprico C10:0 e láurico C12:0, que foram maiores no tratamento 3% (26,87; 8,60; 5,90 e 3,06%, respectivamente).

Palavras-chave: lipídeos, ácido linoléico conjugado, leite caprino

Abstrat

VILANOVA, Marcelle Sousa. **Evaluation of the production, physical-chemical composition, quality and fatty acid profile of milk from Saanen goats fed different levels of rice bran oil in the diet.** 2011. 106f Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

We tested the effect of two levels of ether extract based on rice oil concentrate, 30 Saanen goats during early lactation. The feeding was based on the ratio of 60% forage (alfalfa hay), and 40% commercial concentrate with two levels of lipids (3% and 5%). The variables were: average milk production, behavior of the lactation curve, milk chemical composition and total time of lactation against the profile of saturated, monounsaturated and polyunsaturated. The increase in the percentage of ether extract oil-based rice did not affect milk production, which presented as mean \pm 2658 379 mL milk / goat / day, between 11 weeks and the chemical composition of milk, which characterized by having $3.78 \pm 0.59\%$ fat, $3.10 \pm 0.18\%$ crude protein, $4.46 \pm 0.20\%$ lactose and $12.19 \pm 0.72\%$ of total solids. However significant ($P < 0.05$) fatty acid profile of milk, reducing the concentrations of saturated fatty acids, palmitic acid C16: 0, myristic C14: 0, capric C10: 0 and lauric C12: 0, which were higher in 3% treatment (26.87, 8.60, 5.90 and 3.06% respectively) and increasing concentrations of unsaturated C16: 1, C17: 1 and C20: 1 (0.43, 0.12 and 0.10%, respectively). The inclusion of rice bran oil at levels of 3% and 5% of dry matter in the diet of goats does not affect milk production and the chemical composition until the 11th week of lactation, however, is able to alter the fatty acid profile of significantly.

Keywords: lipids, conjugated linoleic acid, milk goat

Lista de figuras

- Figura 1 -** Variação da produção média de leite (g cabra dia⁻¹) de cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 11 primeiras semanas de lactação..... 60
- Figura 2 -** Curva geral da variação da produção em gramas cabra dia⁻¹ do atributo gordura do leite de cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação..... 67
- Figura 3 -** Curva geral da variação da produção em gramas cabra dia⁻¹ do atributo proteína do leite de cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação..... 69
- Figura 4 -** Curva geral da variação da produção em gramas cabra dia⁻¹ do atributo lactose do leite de cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação..... 71
- Figura 5 -** Curva geral da variação da produção em gramas cabra dia⁻¹ do atributo sólidos totais do leite de cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação..... 73
- Figura 6 -** Variação da concentração dos ácidos graxos de cadeia curta do leite de cabras Saanen, em g/100g de lipídios, alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação..... 75

Figura 7 -	Concentração total de ácidos graxos saturados (AGS), mono (AGMI) e poliinsaturados (AGPI) no leite de cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleos de arroz (3% e 5%) na MS, durante as 10 primeiras semanas de lactação.....	79
Figura 8 -	Relação entre o resultado da contagem de células somática (CCS) e a resposta ao teste de CMT (zero e 0,5) em amostras de leite, positivas ao exame bacteriológico, em cabras Saanen, durante as primeiras 10 semanas de lactação.....	83
Figura 9 -	Relação entre os resultados de contagem de células somática e a resposta ao teste de CMT (zero e 0,5), em amostras de leite negativas ao exame bacteriológico, em cabras Saanen, durante as primeiras 10 semanas de lactação.....	84

Lista de tabelas

Tabela 1 -	Composição bromatológica dos ingredientes da ração de cabras Saanen.....	51
Tabela 2 -	Composição quantitativa e bromatológica das dietas experimentais....	52
Tabela 3 -	Produção média de leite (g cabra dia ⁻¹), desvios padrão (DP), equações de regressão, coeficiente de determinação (R ²) e probabilidade (Pr) das curvas de lactação geral (sem influencia do tratamento) e de cada tratamento em cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 11 primeiras semanas de lactação.....	58
Tabela 4 -	Variações médias e desvios padrão da composição química do leite de cabras Saanen em valores percentuais e absolutos (g cabra dia ⁻¹), alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação.....	61
Tabela 5 -	Equações de regressão, coeficiente de determinação (R ²) e probabilidades (Pr) das médias gerais e de cada tratamento, do atributo gordura do leite de cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação.....	65
Tabela 6 -	Equações de regressão, coeficiente de determinação (R ²) e probabilidades (Pr) das médias gerais e de cada tratamento, do atributo proteína bruta do leite de cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3 e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação.....	68

Tabela 7 -	Equações de regressão, coeficiente de variação e probabilidades das médias gerais e de cada tratamento, do atributo lactose do leite de cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3 e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação.....	70
Tabela 8 -	Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e probabilidades (Pr) das médias gerais e de cada tratamento, do atributo sólidos totais do leite de cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3 e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação.....	72
Tabela 9 -	Médias e erros padrão do perfil de ácidos graxos monoinsaturados da gordura do leite de cabras Saanen, em g/100g de lipídios, alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação.....	76
Tabela 10 -	Médias e erros padrão do perfil de ácidos graxos poliinsaturados e ácido linoléico conjugado (CLA) da gordura do leite de cabras Saanen, em g/100g de lipídios, alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação.....	77
Tabela 11 -	Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e probabilidades (Pr) dos percentuais médios dos ácidos graxos, do leite de cabras Saanen alimentadas com dieta 3% de óleo de arroz na MS, nas 10 primeiras semanas de lactação.....	81
Tabela 12 -	Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e probabilidades (Pr) dos percentuais médios dos ácidos graxos, do leite de cabras Saanen alimentadas com dieta 5% de óleo de arroz na MS, nas 10 primeiras semanas de lactação.....	81

Sumário

1 Introdução	16
2 Revisão de literatura	18
2.1 Caprinocultura	18
2.2 Caprinos Leiteiros	20
2.2.1 Fisiologia da lactação em caprinos	21
2.3 Produção de leite caprino	24
2.4 Qualidade do leite caprino	26
2.4.1 Composição química do leite caprino	27
2.4.2 Síntese dos componentes do leite	28
2.4.2.1 Lactose	28
2.4.2.2 Proteína	30
2.4.2.3 Gordura	31
2.4.2.3.1 Estrutura da matéria de gordura do leite caprino.....	34
2.4.3 A função do fígado e da mobilização de gordura.....	35
2.5 Lipídeos na dieta de ruminantes	35
2.5.1 Metabolismo dos lipídeos no rúmen	38
2.5.2 Digestão e absorção intestinal dos lipídeos.....	39
2.5.3 Efeitos da adição de gordura na dieta sobre composição do leite.....	41
2.5.3.1 Acido linoléico conjugado (CLA).....	42
2.5.3.1.1 Produção do CLA.....	42
2.6 Fontes de Gordura na alimentação de ruminantes	44
2.6.1 Óleo de arroz	45
2.7 Importância dos ácidos graxos na saúde humana.....	45
2.8 Qualidade higiênica do leite de cabra	46
3 Material e Métodos	48

3.1 Local	48
3.2 Período de condução do experimento de campo	49
3.3 Instalações	49
3.4 Seleção dos animais experimentais	49
3.5 Tratamentos	50
3.6 Dietas	50
3.7 Delineamento experimental	51
3.8 Manejo experimental	51
3.9 Análises laboratoriais	53
3.9.1 Composição bromatológica da dieta	53
3.9.2 Composição físico-química do leite	53
3.9.3 Avaliação Sanitária do úbere	53
3.9.4 Análise do perfil de ácidos graxos e ácido linoléico conjugado (CLA)	54
3.10 Avaliações	55
3.10.1 Produção de leite	55
3.10.2 Composição química do leite	55
3.10.3 Qualidade sanitária do leite	56
3.10.4 Composição de ácidos graxos do leite	56
3.11 Análise estatística	56
4 Resultados e discussão	57
5 Conclusão	85
6 Referencial Bibliográfico	86
7. Apêndices.....	98
8. Anexos.....	102

Introdução

No Rio Grande do Sul, embora presente desde os primórdios da colonização, a caprinocultura recém vem destacando-se no cenário pecuário nacional como detentora de genética de alta qualidade e animais de expressiva produtividade. No país, a população caprina passou de 6.590.646 cabeças em 1996, para 7.109.052 cabeças em 2006, o que representa um incremento de 8% no número de animais no período. A expansão da caprinocultura no Brasil é notória, principalmente nas regiões sul e sudeste, que com apenas 6% do rebanho nacional, detêm aproximadamente 30% da produção de leite de cabra do Brasil, mostrando o potencial produtivo e tecnológico que essas regiões possuem (IBGE, 2010).

Os sistemas de produção atuais são caracterizados marcadamente pelas diferenças quanto à constituição da dieta. Toda via estas diferenças de quantidade e o perfil de nutrientes absorvidos determinam a ocorrência de diferentes processos metabólicos que regulam a constituição do produto final. Assim sistemas de produção utilizam dietas com concentrações de forragem e concentrados variáveis, determinam diferentes proporções de ácidos graxos voláteis, responsáveis pela formação dos sólidos no leite.

Para se obter os mais altos rendimentos de leite que corresponde a sua possibilidade genética, é necessária atenção especial com relação a alimentação para que esta atenda a demanda nutricional de animais de alto padrão racial.

A inclusão de fontes de gordura na dieta de cabras leiteiras tem despertado grande interesse no meio científico nos últimos anos, uma vez que melhora o desempenho reprodutivo dos animais e altera o perfil de ácidos graxos do leite. Um dos motivos principais da suplementação com gordura é a possibilidade de aumentar a produção de leite através do aumento na concentração energética da dieta, especialmente durante a fase inicial da lactação, quando o consumo de

matéria seca não é suficiente para atender as exigências de produção de cabras de alto potencial genético.

Normalmente, a dieta de ruminantes contém somente cerca de 2 a 4% de lipídios, porém, os lipídios são muito importantes na dieta de animais em lactação, pois eles contribuem diretamente com 50% da gordura do leite e são a fonte de energia mais concentrada de uma dieta. As forragens de modo geral possuem pequenas quantidades de lipídios, contudo, algumas plantas possuem grãos com elevados teores de lipídios, entre estas, a cultura do arroz.

Na região sul do Rio Grande do Sul, encontramos grande disponibilidade de produtos oriundos da cultura do arroz, entre eles o óleo, que além de proporcionar melhora na produtividade dos animais, apresenta características interessantes em termos de composição de ácidos graxos, os quais podem exercer uma função importante na melhora nutricional do leite de caprinos.

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de dois níveis de óleo de arroz adicionado na dieta de cabras Saanen em lactação, na composição química, no perfil de ácidos graxos e qualidade sanitária do leite, durante as 10 primeiras semanas de lactação.

Revisão de literatura

2.1 Caprinocultura

A cabra doméstica (*Capra hircus*) logo depois de ter sido domesticada, desempenhou e desempenha uma função importante na evolução e desenvolvimento da humanidade, pois sua capacidade de adaptação as zonas semi-áridas, as quais se distribuem em grandes extensões pelo mundo, tornaram-na um animal amplamente distribuído por quase todo o mundo (AGRAZ, 1976), sendo a fonte de proteína animal para grande parte das populações carentes em regiões subdesenvolvidas.

A cabra é um animal herbívoro, que se alimenta exclusivamente de vegetais, preferindo a vegetação arbustiva, sendo capaz de alimentar-se nas condições mais inóspitas, selecionando o alimento mais nutritivo através da seleção das folhas e brotos mais tenros (AGRAZ, 1976).

Se deixada a campo, para que tenha possibilidade de escolher seu próprio alimento, a cabra consome os fragmentos das espécies mais valiosas nos locais mais férteis do campo, deixando de “tocar” em grande quantidade de pasto, mesmo de boa qualidade (FRENCH, 1970). Por esta razão, quando o alimento é fornecido à vontade, o valor nutritivo da parcela ingerida normalmente é superior ao valor nutritivo do alimento fornecido, sendo a diferença entre o oferecido e o ingerido tanto maior quanto menor a qualidade do alimento (BORGES; BRESSLAU, 2003).

As cabras realizam, geralmente, a ingestão de alimento muito mais rápida, com um processo digestivo de alta eficiência que deriva de seu hábito alimentar, da sua elevada capacidade de digestão da celulose e fibras, sendo uma das explicações mais aceitas a sua peculiar organização anatômica: menor peso do estômago mais o do intestino em proporção ao peso do corpo (5,3%) do que nos ovinos (6,2%); maior peso do trato gastrintestinal (em uma cabra de 25 kg de peso

corporal representa 16,2% e somente 6,6% em uma ovelha de 27 kg de peso corporal); maior secreção de saliva do que nos ovinos (847,8 mL/24 horas versus 502,1 mL/24 horas) pois as glândulas parótidas e as molares inferiores se mantêm em constante atividade, incrementando muito sua secreção quando estão comendo; saco cego caudoventral do rúmen é mais largo e comprido do que o do ovino; papilas ruminais são mais altas; capacidade do retículo-rúmen é superior (85% no caprino, 75% no ovino e 64% no bovino), a do omaso é muito semelhante (entre caprinos e ovinos, e menor em bovinos) e a do abomaso, é inferior a dos ovinos (22% nos ovinos e 12% nos caprinos) (AGUIRRE, 1986).

Essas peculiaridades digestivas da espécie tornaram-na um animal com grande importância social, nas regiões menos favorecidas do mundo, sendo criadas de forma muito precária, e mesmo assim fornecendo alimento (carne e leite) e abrigo (pele e pêlo) para a população.

A população caprina no país passou de 6.590.646 cabeças em 1996, para 7.109.052 cabeças em 2006, o que representa um incremento de 8% no número de caprinos no período, sendo notória a expansão da caprinocultura no Brasil, nos últimos anos (MARTINS, 2008). Deste rebanho, 91% se encontram na região nordeste (com uma produção de leite de 14.201.000 litros, 66% do total do país) enquanto que as regiões sul e sudeste (com 6% do rebanho) detêm aproximadamente 30% da produção de leite de cabra do Brasil (IBGE, 2010), mostrando o potencial produtivo e tecnológico que essas regiões possuem. Para Cordeiro (2010) a comercialização é sem dúvida o grande "gargalo" da caprinocultura leiteira no Brasil, estando o resultado da atividade via de regra, condicionado ao desempenho dos produtos no mercado, enquanto que nos países europeus a quase totalidade do leite caprino produzido era destinada a produção de queijos, sendo recentemente, lançado no mercado leites fluído em embalagem UHT.

No Rio Grande do Sul, embora antiga, a caprinocultura recém vem destacando-se no cenário pecuário nacional como detentora de genética de alta qualidade e animais de expressiva produtividade, com um sistema de criação basicamente semi-intensivo e a produção destinada a leite (52,6%) e carne (47,4%), o setor tem como maior entrave para o desenvolvimento a adequada consolidação da cadeia produtiva, sendo a colocação dos produtos no mercado consumidor, o detentor de primeiro lugar nas dificuldades encontradas (VILANOVA, et al., 2009). Entretanto, Cardoso, Vilanova e Schmidt (2008) através de um levantamento com

consumidores gaúchos, concluíram que das pessoas entrevistadas 64,6% já haviam provado algum produto de origem caprina e destas, 52,3% gostaram e voltariam a consumi-los novamente e das que não haviam provado 10% referiu-se ao valor dos produtos como entrave no consumo.

O potencial para a criação e comercialização dos produtos caprinos no Rio Grande do Sul existe, entretanto, devido aos gargalos no sistema de criação (estimulados, muitas vezes, pelo desconhecimento sobre a espécie) e na comercialização (estimulado pela dificuldade do produtor manter a oferta constante de produto no mercado) tornam a atividade desinteressante, tornando os rebanhos como criações secundárias em muitas propriedades rurais pelo Estado.

Uma alternativa para minimizar esse problema é um melhor conhecimento da resposta fisiológica da cabra leiteira em função da nutrição, alicerçado na qualidade do produto final – o leite, levando ao consumidor as informações corretas e atualizadas sobre os benefícios à saúde através do consumo regular deste produto.

2.2 Caprinos Leiteiros

As propriedades nutritivas do leite de cabra já eram admiradas e reconhecidas desde a antiguidade, Hipócrates (2500 a.C), por exemplo, recomendava seu consumo em excesso e hoje ainda é considerado um alimento diferenciado, principalmente, por ser utilizado em determinadas alergias infantis ao leite de vaca, em tratamento de úlceras duodenais e estomacais e como um excelente alimento para pessoas idosas (SOTILLO; MÉNDEZ, 1994).

Apesar de todas as vantagens como alimento funcional ainda existe regiões onde há certa resistência no consumo deste alimento enquanto em outras é a fonte de proteína para a maioria da população. Para Aguirre, (1986), cerca de 10% do leite consumido no mundo é de origem caprina, embora em alguns países represente a única fonte láctea. Outros dados, do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos sugerem que o leite de cabra é o mais consumido pela espécie humana, uma vez que a maior parte da população caprina se encontra na Ásia, África e outras regiões em desenvolvimento, onde a sua criação é de subsistência. No Brasil, o leite de cabra vem conquistando crescente mercado, tanto na forma de leite pasteurizado e congelado, como na de leite em pó e mais recentemente em

embalagens longa vida (UHT), estimulando a distribuição deste produto para diversas regiões do país, através do credenciamento junto a Serviço de Inspeção, podendo ser Federal (SIF), Estadual ou Municipal (CORDEIRO, 2010).

Para se obter os mais altos rendimentos de leite que corresponde a sua possibilidade genética, é necessário alimentar as cabras com rações adequadas, e equilibradas que contenham as quantidades necessárias de todos os diferentes nutrientes, possibilitando assim, que produzam tanto mais leite que muitas vacas que se encontram nos rebanhos, naturalmente não podendo competir com as melhores vacas leiteiras selecionadas e melhoradas, mas apresentando ainda como vantagens, por seu pequeno tamanho e seu habito de limpeza (de campo), a possibilidade de ser criadas em zonas e campos que seriam inaceitáveis para as vacas (FRENCH, 1970).

Dentre as cabras leiteiras de maior expressão, encontramos a raça Saanen, originária dos vales Suíços de Saanen, a qual adquiriu fama mundial, por ser considerada a "*Holandesa das cabras*" (AGUIRRE, 1986). Apresenta variação do tipo e o volume segundo o país de origem, os suíços são bastante altos e finos, enquanto que os de origem alemã são mais baixos, corpulentos e pesados (QUITET, 1986). O rebanho, Saanen brasileiro é composto atualmente por descendentes de matrizes e reprodutores provenientes, principalmente, do Canadá e da França, com machos pesando de 50-100 kg e as fêmeas de 50-80 kg (SCHMIDT, 2006).

Por possuir um excelente potencial leiteiro, é exigente em termos de alimentação, o que resultou no fracasso da introdução desta raça em países ou regiões em desenvolvimento (AGUIRRE, 1986). No Brasil, em criatórios adequadamente manejados e com bons animais, consegue-se produções médias de dois a três litros, com indivíduos excepcionais atingindo produções de seis a oito litros em duas ordenhas (RIBEIRO, 1998).

2.2.1 Fisiologia da lactação em caprinos

O úbere da cabra, localizado na região inguinal, consta de dois compartimentos, dividido através do septo mediastínico (duas glândulas) que não tem comunicação entre si no que diz respeito à secreção e armazenamento de leite. A unidade secretora de leite é o alvéolo, estrutura oca, circular, que se conecta com

a cisterna da glândula através de uma série de ductos. Da cisterna da glândula o leite passa á cisterna da teta (PARK; JACOBSON, 1996). Durante a lactação o metabolismo específico da glândula mamaria e as demandas de nutrientes no organismo do animal estão enormemente aumentadas. Pesquisas com cabras assinalam que o consumo de oxigênio durante a lactação aumenta duas vezes, o de ácidos graxos voláteis três vezes e o consumo de glicose nove vezes (AGRAZ, 1976). Ainda segundo o mesmo autor, a circulação sanguínea local deve ser intensa em quantidade (cerca de 500 litros de sangue devem passar pela glândula para produção de 1 litro de leite), entretanto lenta (para possibilitar a penetração dos elementos do sangue na célula alveolar).

O leite é sintetizado a partir de nutrientes fornecidos para as células secretoras da glândula mamária pelo sangue, os quais são provenientes diretamente da dieta ou após sofrerem modificações nos tecidos dos animais antes de alcançar a glândula mamária (NORO, 2010). Esse processo consta de duas fases: 1) Síntese do leite pelas células do epitélio alveolar e 2) a passagem do mesmo para a luz alveolar; dividindo-se em duas etapas principais: secreção e expulsão (AGRAZ, 1976). Na secreção o sangue, carregado com os principais nutrientes, é levado pelos capilares ao úbere e chega aos alvéolos; Os nutrientes atravessam a parede dos capilares, passando para as células alveolares. As células secretoras devem estar muito bem irrigadas, com uma atividade circulatória, embora intensa, muito lenta, já que o sangue permanece muito tempo em contato com o tecido mamário e uma fina rede de capilares permite o intercambio de substâncias; A ejeção do leite se produz por um movimento reflexo, estimulado pela ação do hormônio ocitocina, promovendo a contração das células mioepiteliais que envolvem os alvéolos (PARK; JACOBSON, 1996). Nas cabras está comprovado que esta ação reflexa é muito menos importante do que na vaca, uma vez que a cabra destaca-se entre os outros mamíferos domésticos, vaca e ovelha, pela facilidade que tem em armazenar o leite na cisterna, o que facilita a extração do mesmo (AGRAZ, 1976). Ainda segundo o mesmo autor, a variação do percentual de armazenado do leite cisternal é de 60 a 70% em cabras; 20 a 25% em vacas e 10 a 15% em ovelhas, enquanto que para o leite alveolar fica entre 20 a 30%, 50 a 70% e 75 a 80%, respectivamente.

Por possuir essa peculiaridade com relação à estrutura mamária alguns pesquisadores demonstraram que o úbere da cabra tem maior capacidade de armazenamento do que de leite que produz em uma ordenha (AGRAZ, 1976), e

geralmente animais de elevada produção tendem a ter os ligamentos do úbere em seguida distendidos pelo excesso de peso e falta de frequência na ordenha, chegando a apresentar em terceiras lactações úberes extremamente caídos.

Por possuir maior fração de leite cisternal, com relação ao alveolar, sua produção é menos afetada pela pressão no interior da cisterna, conseqüentemente as cabras suportam intervalos longos entre ordenhas, sem alterar significativamente a sua produção (RICHARDSON, 1947). Nas demais espécies, o aumento da síntese de leite causa a distensão e conseqüentemente deformação das células glandulares e esta adaptação das células a um úbere cheio é um importante fator determinante da redução de secreção diária de leite, involução da glândula mamária e fim da lactação (PEAKER, 1980). Por ser menos sensível à atuação da ocitocina, situações de estresse não são tão problemáticas em cabras quanto são em vacas e ovelhas (RUSHEN et al., 2001).

Possivelmente essas diferenças anatômico-fisiológicas na espécie caprina são responsáveis também por diferenças encontradas no metabolismo da glândula mamária entre essa espécie e outros ruminantes leiteiros.

Chilliard et al. (2003) realizando uma revisão sobre a resposta a suplementação de gordura em vacas, cabras e ovelhas, constataram variações consideráveis entre as espécies: em vacas ocorre um aumento na produtividade no terço médio da lactação, o que não apresentam cabras e ovelhas; o teor de gordura do leite aumenta acentuadamente em ovelhas e em cabras leiteiras, mas nem sempre em vacas leiteiras; o conteúdo de proteína do leite diminui em vacas leiteiras e ovelhas, mas não em cabras; ainda para os mesmos autores, conseguir identificar e justificar essas diferenças de desempenho produtivo frente a suplementação com gordura nas espécies de ruminantes não são fáceis, pois há poucos ensaios clínicos disponíveis.

As diferenças podem estar ligadas a complexas interações digestivas e metabólicas entre a dieta basal (natureza e proporção de volumosos:concentrados), a suplementação de gordura (natureza e tratamento tecnológico, a dose e/ou duração) e características do animal (espécies, raça, estágio de lactação, o leite em potencial, etc.) (CHILLIARD et al., 2000).

Tem sido sugerido que a taxa de passagem da digesta é maior nos caprinos do que em bovinos (HART, 2000), o que pode causar a diminuição, em caprinos, dos efeitos prejudiciais dos ácidos graxos dietético sobre o rendimento ruminal.

Efeitos sobre o metabolismo mamário e disponibilidade de nutrientes glicogênicos, lipogênicos e aminogênicos (incluindo os relacionados com alterações endócrinas) não são completamente compreendidos, e podem variar entre espécies, alterando assim as suas respostas em relação à gordura, lactose, e secreção de proteínas. Além disso, nos caprinos a caseína α -S1 é notável pelo seu alto nível de polimorfismo e pelo fato de que existem diferenças importantes no teor desta proteína do leite entre espécies (GROSCLAUDE et al., 1994).

A curva de lactação, cujo processo é intermediado por hormônios, tem um período de subida em que o ponto máximo coincide geralmente com o primeiro e segundo mês pós-parto. No quinto mês se visualiza uma diminuição de 25% da produção e de 50% no oitavo e nono mês (AGRAZ, 1976). O platô de manutenção da curva de lactação apresenta um decréscimo acentuado nas fêmeas pouco leiteiras, enquanto se prolonga quase horizontalmente nas grandes produtoras. A duração da lactação é variável, em 70% das cabras observadas flutuaram de 37 a 48 semanas com uma produção máxima entre 8 a 12 semanas pós-parto.

As características produtivas da curva de lactação afetam diretamente a composição química do leite caprino no decorrer do ciclo produtivo.

2.3 Produção de leite caprino

O leite de cabra constitui importante fonte de nutrientes para humanos quando usado como parte de uma dieta balanceada. O crescimento na demanda global por leite de cabra está potencialmente relacionado às suas propriedades dietéticas, ao aumento na renda familiar em países em desenvolvimento e ao reconhecimento de suas propriedades terapêuticas (DUBEUF; MORAND-FEHR; RUBINO, 2004).

O estudo da curva de lactação é importante porque permite a identificação de possíveis erros no manejo de um rebanho particular, como a má nutrição, instalações inadequadas, doenças detectadas, etc. (PEÑA et al., 1999; GARCÉS, et al., 2004). Também permite conhecer a evolução da produção de leite de animais e suas mudanças ao longo de uma lactação, através do monitoramento de um animal ou um grupo deles, por isso a sua estimativa de produção de leite parcial ou total. Além disso, o desenvolvimento de curvas de lactação, que pode detectar cedo caprinos potencialmente mais produtivos de um rebanho (GALL, 1981), facilitando

assim a tomada de decisão relativa à eliminação dos animais por sua capacidade produtiva.

De acordo com Wood (1980), o conhecimento da curva de lactação é necessário para determinar o manejo nutricional e reprodutivo dos animais em lactação, estimando a produção total de lactação e produção de pico e persistência da lactação. Por isso é importante para estabelecer os parâmetros da curva de lactação que melhor se adequam a produção de leite em caprinos leiteiros, observando as diferenças entre raças e rebanhos, e por determinação dos efeitos ambientais que afetam os parâmetros. A variação dos parâmetros que determinam a forma da curva de lactação pode ser causada pela influência das condições ambientais a serem afetados, conseqüentemente, a produção de leite (GONÇALVES; MARTINEZ; MILAGRES; 1997).

Sotillo e Méndez (1994) caracterizam a curva de lactação na espécie caprina dividida em três fases: 1ª) Fase inicial, ou ascendente, alcançando o pico de produção máxima entre a 8ª e a 12ª semana pós-parto; 2ª) Fase de Platô (ou manutenção do pico de produção), que pode durar entre 5 a 10 dias; 3ª) Fase de decréscimo na produção, ou descendente, finalizada quando o animal for seco, para esperar o próximo parto.

A produção média de leite da raça Saanen, tem sido relatada por diversos autores com certa variação: 2,1 litros cabra dia⁻¹ de leite em uma lactação de 12 meses (PEREIRA et. al., 2009), 2,7 litros cabra dia⁻¹ (THOLON et al., 2001), 2,53 litros cabra dia⁻¹ (ZANELA et al., 2010), 2,36 litros cabra dia⁻¹ (VILANOVA et al., 2007a). A média de 2 litros cabra dia⁻¹ pode supor ineficiente, entretanto uma característica peculiar da raça é a capacidade de manutenção da curva de lactação no seu pico de produção. Pereira et. al. (2009) encontraram o pico de produção de 2,4 litros cabra dia⁻¹ na sétima e oitava semana de lactação. Segundo *International Dairy Federation* (1983), a raça Saanen apresenta lactações com 245 dias de duração e uma produção de 623 litros de leite por lactação (média de 2,5 litros cabra dia⁻¹).

Outra característica que define a forma dessa curva é a persistência da lactação, a qual é definida como a velocidade de declínio da produção diária, entre meses consecutivos próximos. Considera-se que uma curva mantém persistência satisfatória quando a produção diminui em torno de 10% de um mês a outro (SOARES FILHO; MCMANUS; MARIANTE, 2001). Conforme dados da literatura,

quando na curva de lactação ocorre um pico de produção muito acentuado, geralmente há uma menor persistência; inversamente, curvas que apresentam picos suaves têm demonstrado que o animal terá uma persistência mais longa e de acordo com Souza Neto et al (1998) pode ser influenciado pela raça, condição nutricional e estacionalidade de parição. No tocante à produção de leite, é necessário não só conhecer os fatores quantitativos e qualitativos, mas também as exigências nutricionais para cabras durante a lactação.

2.4 Qualidade do leite caprino

Ao falar sobre a qualidade do leite, relaciona-se o termo à qualidade higiênica, composição, volume, nível tecnológico e saúde do rebanho. A qualidade da matéria-prima é um atributo cada vez mais considerado pelas indústrias de laticínios, já que os ganhos em eficiência no processo industrial aliados às características organolépticas têm estrita relação com o produto final (TOSETTO, 2005).

A presença e os teores de proteína, gordura, lactose, sais minerais e vitaminas determinam a qualidade da composição enquanto a qualidade higiênica é influenciada pelo estado sanitário do rebanho e técnicas de obtenção, transporte, armazenamento e distribuição do leite.

Com relação a composição química, Sotillo e Méndez (1994) afirmaram que a troca mais drástica ao longo da lactação ocorre na transição de colostro para leite. Imediatamente após o parto, a glândula mamária da cabra secreta um líquido viscoso denominado colostro, que se caracteriza por seu elevado conteúdo de sólidos totais, principalmente imunoglobulinas e minerais (

De modo geral pode-se afirmar que entre o 3º e 4º dia pós-parto, a secreção láctea apresenta uma composição química muito similar a do leite normal. Embora dependendo dos parâmetros que utilizamos o trânsito de colostro a leite pode ser anterior ou posterior, neste sentido, Sotillo e Méndez (1994), mediante a técnica da eletroforese, determinaram que essa transição em função da fração protéica ocorreria entre 24 a 48 horas pós-parto e em função da taxa de gordura essa transição se efetuará entre o 4º e 7º dias pós-parto.

À medida que são feitas as ordenhas ou que o cabrito mama, a composição do colostro vai se assemelhando à do leite, isto é, os teores de proteína, minerais e

vitaminas vão diminuindo e, em contrapartida, os teores de água, gordura e lactose aumentam (GONZÁLEZ, 2003).

Embora haja na literatura uma profusão de resultados, especificamente para a raça Saanen, uma das mais difundidas mundialmente, esses resultados são escassos, pouco representativos, parciais ou obtidos de pequeno número de animais ou amostras. Pelos controles leiteiros realizados na França, desde 1961, sobre um efetivo de 858 rebanhos e 26.841 animais (24% do total), os resultados têm demonstrado, para essa raça, lactações com 245 dias de duração e uma produção de 623 litros de leite/lactação, com aproximadamente 2,65% de proteína e 3,14% de gordura (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1983).

A utilização do leite de cabra como alimento funcional baseia-se, principalmente, na sua composição química, particularmente rica em macrominerais e ácidos graxos de cadeia curta e média e, pelo menor conteúdo de α S1-caseína relativo ao leite de vaca. Também possuem impacto positivo sobre a melhor tolerabilidade e digestibilidade deste produto, a maior proporção de glóbulos de gordura de menor diâmetro e as características próprias de agregação das micelas de caseína que tendem a formar coágulos mais macios (ATTAIE; RICHTER, 2000).

2.4.1 Composição química do leite caprino

A qualidade da dieta associada ao manejo alimentar é determinante na produção, composição e, em consequência, na qualidade do leite caprino. Dentre os principais constituintes do leite, os mais importantes para a indústria são os sólidos totais e a gordura, sendo o teor destes nutrientes um indicativo de qualidade para seus derivados como queijo, manteiga e iogurte (NICKERSON, 1998).

Segundo a Instrução Normativa nº 37, de 31 de Outubro de 2000 (MAPA, 2000) que regulamenta a Identidade e Qualidade de Leite de Cabra, define este como: O produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de animais da espécie caprina sadios, bem alimentados e descansados e deve apresentar em sua composição química, para todas as variedades, o percentual de gordura original (leite integral), mínimo de 8,20% de sólidos não-gordurosos, mínimo de 2,8% de proteína bruta e o mínimo de 4,3% de lactose.

Quanto a composição química do leite ao longo da lactação, pode-se dizer que a lactose permanece praticamente constante, com pequenas oscilações,

enquanto que os percentuais de gordura e proteína apresentam uma curva contrária a da produção de leite, de tal forma que as maiores porcentagens se alcançam nos primeiros dias pós-parto, sobre tudo a porcentagem de proteína (fração correspondente ao colostro) para ir decrescendo paulatinamente até alcançar um mínimo, e começa a aumentar novamente com o final da lactação, se observando novamente percentuais altos de proteína e gordura (SOTILLO; MÉNDEZ, 1994).

2.4.2 Síntese dos componentes do leite

2.4.2.1 Lactose

A lactose é um dissacarídeo formado por uma molécula de glicose e outra de galactose, unidas por uma ligação beta entre o carbono 1 da galactose e o carbono 4 da glicose. A lactose é o principal carboidrato encontrado no leite e apresenta uma grande função na síntese do leite, pois é o principal componente osmótico deste, sendo o processo de síntese de lactose o principal responsável pela extração de água para o alvéolo. Devido à estreita relação entre a síntese de lactose e a quantidade de água drenada para o leite, a concentração de lactose é a menos variável dentre os componentes do leite (NORO, 2010).

A maior parte da galactose que entra na síntese da lactose é proveniente da glicose ou de substâncias rapidamente convertidas em glicose. Barry (1964) resumiu as diferenças arterio-venosas e concluiu que, tanto na vaca como na cabra, o principal precursor da lactose é a glicose do sangue. Afirmou também que alguns dos átomos de carbono da lactose, especialmente galactose, procedem de outros compostos, como o acetato, lactato, aminoácidos e o glicerol.

A fermentação dos carboidratos da dieta no rúmen resulta na formação de ácidos graxos voláteis, especialmente acetato, propionato e butirato, sendo muito pouca glicose capaz de passar pelo rúmen e ser absorvida no intestino dos ruminantes, fazendo com que estes sejam dependentes do processo de gliconeogênese que ocorre no fígado a partir, principalmente, do propionato (NORO, 2010). Alguma glicose pode ser estocada no fígado como glicogênio, que atua como um regulador de glicose sanguínea, entretanto, muito pouco glicogênio é armazenado no fígado nos primeiros dias de lactação (NORO, 2010).

Para a síntese da lactose na célula epitelial mamária, é necessária antes a síntese de galactose, conforme o seguinte processo: glicose + ATP \rightarrow glicose-6-fosfato + ADP (*enzima: hexoquinase*); glicose-6-fosfato \rightarrow glicose-1-fosfato (*enzima: fosfoglicomutase*); glicose-1-fosfato + UTP \rightarrow UDP-glicose + PPi (*enzima: UDP-glicose pirofosforilase*); UDP-glicose \rightarrow UDP-galactose (*enzima: UDP-galactose 4-epimerase*) (GONZÁLES; DÜRR; FONTANELI, 2010)

Posteriormente, a enzima lactose sintetase, limitante na secreção de leite e composta por duas subunidades (α -lactalbumina e galactosil transferase) catalisa a transferência da UDP-galactose sobre a glicose para dar lactose. A glicose, majoritariamente proveniente do sangue, vai para a síntese de lactose (79%) e aquela que não é utilizada para a síntese de lactose vai para síntese de glicerol e fornecimento de energia no processo biossintético. A disponibilidade de glicose sanguínea é um fator limitante para a síntese de leite. Outros precursores da glicose para a síntese de lactose são propionato, glicerol, pentoses-fosfatos e lactato. Não existe um aumento considerável das enzimas UDP-galactose-4-epimerase, UDP-glicosepirofosforilase e fosfoglicomutase no início da lactação no tecido glandular mamário da vaca. Portanto, na vaca, o início da lactação não implica na aquisição de um potencial enzimático para a síntese do leite, sendo que as enzimas precisas existem já durante a gestação. A glicose da molécula de lactose, que procede diretamente do plasma sanguíneo, não sofre transformação alguma atuando como receptor de unidades de galactosilo (UDP-galactose). A maior parte da galactose procede da glicose, mas uma parte pode provir de uma via distinta. A incorporação do glicerol à galactose tem lugar mediante trocas com unidades tricarbonadas das moléculas de galactose ou frutose, através de uma reação de tipo transaldolase. Na glândula mamária ocorre também, em certa extensão, a síntese *de novo* de galactose, mas do ponto de vista quantitativo, o precursor mais importante da galactose é a glicose (GONZÁLES, DÜRR; FONTANELI, 2010)

A secreção de lactose, gordura e proteína são um tanto independentes um do outro, uma vez que diminuindo o acetato ou os aminoácidos, como substratos direcionados à glândula mamária, diminuiu acentuadamente a produção de gordura e proteína do leite, mas não se altera muito a produção de leite (NORO, 2010).

A glicose pode ser o fator limitante para a máxima secreção de leite sob um manejo normal, por exemplo, em cabras com alta produção de leite, a infusão intravenosa de acetato não afetou a secreção de leite, sugerindo que adequada

quantidade de acetato é produzida pela fermentação ruminal dos carboidratos da dieta, entretanto, a infusão de glicose pode aumentar a produção de leite em 62% e a produção de lactose em 87%, não variando a gordura do leite (os carbonos da glicose não foram utilizados para síntese de ácidos graxos em ruminantes). (HURLEY, 2010). O úbere de cabras de alta produção utiliza 60 a 85% da glicose total disponível para o organismo.

2.4.2.2 Proteína

As proteínas do leite são classificadas em duas frações, a micelar que compreende as caseínas α_1 , α_2 , β , e κ que são predominantes no leite da maioria das espécies de mamíferos e a das proteínas solúveis, que compreendem principalmente as α -lactoalbuminas, β -lactoglobulinas, imunoglobulinas, lactoferrinas, lactoperoxidases, e outras enzimas (BRAMANTI et al., 2003). As caseínas constituem um grupo heterogêneo de fosfoproteínas sintetizadas na glândula mamária em resposta a hormônios lactogênicos e outros estímulos e secretadas como grandes agregados coloidais, na forma de complexos estáveis com fosfatos de cálcio formando as micelas (AMBROSOLI; DISTASIO; MAZZOCCO, 1988).

O conhecimento da composição de caseínas micelares mostra-se importante pela possível interferência destas no tamanho das micelas, nos processos de agregação, na ação de enzimas proteolíticas e no processamento industrial do leite (BRAMANTI et al., 2003). Sua importância e abundância para a indústria leiteira têm feito dela um alvo para estudos bioquímicos, tornando-a talvez, a proteína mais amplamente estudada dentre todas as proteínas alimentares. As proteínas do leite de cabra são similares às do leite de vaca quanto à classificação, mas, o conteúdo e a proporção destas diferem entre estas espécies e, dentro das populações caprinas, podem apresentar variações em função do polimorfismo genético principalmente o relacionado ao locus da α_1 -caseína.

A α_1 - caseína representa no leite de cabra, em média, 10 % (0-25 %) do total de caseínas, enquanto que no leite de vaca esta se apresenta como a principal caseína e constitui 38 % do total de caseínas (MARTIN, 1997).

A caseína, a β -lactoglobulina e a α -lactoalbumina correspondem a 95% das proteínas do leite, sendo sintetizadas no úbere. Já a soroalbumina, as

imunoglobulinas e a γ -caseína não são sintetizadas no úbere e simplesmente são filtradas do sangue (NORO, 2010), havendo uma exceção, as limitadas quantidades de imunoglobulina que são sintetizadas pelos linfócitos presentes no tecido mamário (células plasmáticas), que provêm a glândula mamária de imunidade local (GONZÁLES, DÜRR; FONTANELI, 2010)

As três possíveis origens dos precursores sanguíneos das proteínas sintetizadas pela glândula mamária são: 1) Peptídeos: sua concentração no plasma sanguíneo é inferior à quantidade necessária para fornecer 10% dos aminoácidos que formam as proteínas sintetizadas na glândula mamária. 2) Proteínas do plasma: Fornecem menos de 10% da proteína sintetizada na glândula mamária. 3) Aminoácidos livres: A maior parte do nitrogênio utilizado para a síntese das proteínas do leite é proveniente dos aminoácidos livres absorvidos pela glândula mamária (NORO, 2010).

Os aminoácidos essenciais (arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, treonina e valina) são absorvidos a partir do sangue em quantidade suficiente para sintetizar as proteínas da glândula mamária. Os aminoácidos não-essenciais são absorvidos como aminoácidos livres, a partir do sangue, e outros são sintetizados na glândula mamária. O controle da síntese protéica é feito mediante inibição por *feedback* e inibição por repressão e, em ambos os casos, o acúmulo dos produtos finais é a causa da inibição da atividade enzimática responsável por frear a síntese protéica. O controle também poderia ser feito por genes operadores (GONZÁLES; DÜRR; FONTANELI, 2010)

2.4.2.3 Gordura

A gordura é um dos componentes mais abundantes do leite e o mais variável, pois sua concentração e composição sofrem mais influência do que as demais frações pela nutrição e condições ambientais.

Está composta primariamente por triglicerídios (98% do total da gordura do leite) e outros lipídios incluem: diacilglicerídios (0,25-0,48%); monoacilglicerídios (0,02-0,4%); glicolipídios (0,006%) e ácidos graxos livres (0,1-0,4%). A síntese de triglicerídios da gordura do leite ocorre nas células epiteliais mamárias, tendo por precursores a glicose, o acetato, o α -hidroxibutirato e os triglicerídeos (NORO, 2010).

A quantidade e a composição dos triglicerídios do leite variam muito entre as espécies. Nos ruminantes, a proporção de ácidos graxos de cadeia curta e insaturados é bem maior que nos monogástricos, entretanto, alguns ácidos graxos provenientes da dieta ou do metabolismo ruminal e intestinal são incorporados à glândula mamária a partir do sangue (GONZÁLES, DÜRR; FONTANELI, 2010).

Os ácidos graxos usados para sintetizar os triglicerídeos provem de duas fontes: lipídios do sangue e síntese *de novo* dentro das células epiteliais mamárias. Os ácidos graxos de 18 átomos de carbono e alguns de 16 átomos de carbonos da gordura do leite provem em quase sua totalidade dos triglicerídeos dos quilomicrons e das lipoproteínas de baixa densidade do sangue (FONSECA, 1995). Os ácidos graxos livres, monoacilglicerídios, diacilglicerídios e glicerol podem ser captados pelas células mamárias epiteliais e serem reutilizados para a síntese de triglicerídeos dentro das células. Os ácidos graxos contidos nas lipoproteínas de baixa densidade (VLDL) e quilomicrons são dependentes dos lipídios da dieta e dos lipídios mobilizados da gordura corporal. Nos animais não ruminantes, a composição dos ácidos graxos da dieta afeta diretamente a composição dos ácidos graxos do leite. Fornecendo gordura suplementar na dieta, pode-se aumentar a produção de gordura e alterar a composição de ácidos graxos da gordura do leite, sendo que nestas espécies também há síntese significativa de ácidos graxos a partir de glicose (HURLEY, 2010a).

A glândula mamária de ruminantes sintetiza quantidades muito pequenas de ácidos graxos a partir de glicose, pois apresenta atividade muito baixa da enzima citrato-liase, o que faz com que o citrato proveniente do metabolismo da glicose na glândula mamária seja transformado muito lentamente em acetil CoA, o qual é utilizado na síntese de ácidos graxos (NORO, 2010). O acetil-CoA, formado nas mitocôndrias a partir de piruvato, não pode passar diretamente ao compartimento citoplasmático, devendo ser antes convertido em citrato, que passa sem dificuldades ao citoplasma. Como a atividade da enzima citrato-liase é baixa na maior parte dos tecidos dos ruminantes, o citrato forma poucas unidades de acetil-CoA disponíveis para a síntese de ácidos graxos na glândula mamária dos ruminantes. O acetil CoA utilizado pela glândula mamária dos ruminantes para a síntese de gordura se forma fundamentalmente a partir do acetato, no citoplasma, estimando-se que 30% dos carbonos da gordura do leite sejam provenientes do acetato

Uma grande proporção de triglicerídios transportados pelas lipoproteínas do sangue entra na glândula mamária, sendo que aproximadamente 25% dos ácidos graxos do leite são derivados da dieta e 50% do plasma sanguíneo, o resto é elaborado na glândula mamária a partir de precursores, principalmente de acetato (GONZÁLES; DÜRR; FONTANELI, 2010).

A glândula mamária possui a enzima glicerol-quinase, podendo, portanto produzir glicerol-3-fosfato a partir de glicerol livre, para a síntese de triglicerídios. Contudo, cerca de 70% do glicerol necessário para a síntese de triglicerídios na glândula mamária provém da glicose sanguínea. Os ácidos graxos de cadeia média (8 -12 C) são característicos do leite, não sendo possível encontrá-los em outros tecidos. Os ácidos graxos de 18 átomos de carbono e alguns dos de 16 átomos de carbono derivam quase em sua totalidade do sangue, a partir dos triglicerídeos presentes nos quilomicrons e nas lipoproteínas de baixa densidade. Aparecem apenas quantidades muito baixas de ácidos graxos livres no leite e estes são absorvidos através do sangue. O acetil-CoA utilizado pela glândula mamária dos ruminantes para a síntese da gordura do leite se forma fundamentalmente a partir do acetato proveniente do sangue, que por sua vez, deriva em grande parte do acetato absorvido no rúmen. Os ácidos graxos de cadeia curta (menos de 14 carbonos) são sintetizados na glândula mamária, com participação do acetato e, provavelmente, do β -hidroxibutirato. A maior parte do ácido palmítico (16C) deriva dos triglicerídeos do sangue. Os ácidos, esteárico e oléico (18C), derivam dos triglicerídeos dos quilomicrons e lipoproteínas de baixa densidade do sangue. O ácido esteárico é precursor do oléico. Tem sido sugerido que a glândula mamária possui um grande *pool* de ácidos graxos de cadeia longa que podem servir de fonte endógena de ácidos graxos para a síntese dos triglicerídeos do leite (GONZÁLES; DÜRR; FONTANELI, 2010).

A gordura é o componente do leite que mais sofre alteração (principalmente redução) em função da dieta consumida pelos animais. As exigências de fibra em detergente neutro e fibra efetiva são dadas em parte pela necessidade em manter a gordura no leite normal (ERDMANN, 1988). Vários fatores são responsáveis pela redução no teor de gordura no leite, entre estes altos níveis de concentrado, volumosos finamente picados e dietas com quantidades elevadas de ácidos graxos insaturados tais como de óleos vegetais e de pescado.

Sob condições extremas a concentração de gordura no leite pode ser reduzida em até 50-60% (NRC, 2001) e sua composição também pode variar significativamente.

O perfil de ácidos graxos do leite de cabra difere do leite de vaca sugerindo diferenças nas vias de regulação da lipogênese na glândula mamária entre estas espécies, particularmente o processo de alongação dos ácidos graxos (CHILLIARD, 1997, CHILLIARD et al., 2003). As peculiaridades da composição de ácidos graxos do leite de cabra e do seu sistema lipolítico possuem importante papel no desenvolvimento do sabor característico do leite (liberação de ácidos graxos de cadeia ramificada e média) ou na formação de sabores anormais, como o de ranço, pela excessiva liberação de ácido butírico, que podem interferir na aceitabilidade dos produtos lácteos caprinos (CHILLIARD et al., 2003).

2.4.2.3.1 Estrutura da matéria de gordura do leite caprino

Os glóbulos de gordura do leite de cabra caracterizam-se por uma maior frequência de pequenos glóbulos: 65% de diâmetro inferior a 3 microns, contra 43% do leite de vaca (LUQUET, 1985), isso permite que mesmo com uma taxa de gordura idêntica ao do leite bovino, o leite caprino apresente duas vezes mais glóbulos de gordura.

O tamanho dos glóbulos apresenta interesse nutricional, uma vez que diminui o tempo de passagem no estômago e no intestino, pela facilitada digestão.

O leite de cabra possui duas vezes mais ácidos graxos voláteis insolúveis que o leite de vaca (16% contra 8%). O total de ácidos graxos saturados varia de 65,9% a 71,9%. Considerando os ácidos graxos segundo o comprimento de cadeia, C4 a C12, o leite de cabra possui 20% (contra 14% da vaca) (LUQUET, 1985). Ainda segundo o mesmo autor, a diferença entre leite de cabra e de vaca incide essencialmente sobre a proporção em C8, C10 e C12, respectivamente 1,8%; 3,6%; 4,0% e 3,2%; 8,7%; 4,7%.

Os ácidos graxos mais importantes do ponto de vista quantitativo no leite de caprinos são Palmítico (C16:0), Esteárico (C18:0) e o Cáprico (C10:0). Em termos de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) o mais abundante é o oléico e em respeito aos poliinsaturados destacam-se principalmente os ácidos graxos Linoléico, Linolênico e em menor proporção o Araquidônico (SOTILLO; MÉNDEZ, 1994).

Entretanto podemos observar a grande variação nos resultados obtidos por alguns autores no que se refere a composição de ácidos graxos do leite caprino (Anexo A).

2.4.3 A função do fígado e da mobilização de gordura

A produção de leite é um processo metabólico altamente dependente de energia. No início da lactação, ocorre simultaneamente redução da capacidade de ingestão de matéria seca (MS) e elevação das exigências energéticas, em razão da maior produção. Assim, os animais, por meio da homeorresia (BAUMAN; GRINARI, 2001), mobilizam suas reservas corporais para atender esta condição fisiológica.

Durante um período de restrição alimentar ou no início da lactação, as vacas conseguem suprir sua demanda de energia com a mobilização de gordura do tecido adiposo. As triglicérides de reserva nos tecidos adiposos dão origem aos ácidos graxos que são liberados na corrente sanguínea. Os ácidos graxos são capturados pelo fígado, onde eles serão utilizados como fonte de energia ou serão convertidos em cetonas que podem ser liberadas na corrente sanguínea e usadas como fonte energética por muitos tecidos. O fígado não tem uma alta capacidade para exportar lipoproteínas e o excesso de mobilização de ácidos graxos faz com que os triglicérides sejam estocados nas células hepáticas. Os lipídios possuem cerca de 2.25 vezes mais energia que os carboidratos e são conhecidos como nutrientes “frios”, pois durante a sua digestão e utilização pelo corpo eles produzem menos calor que carboidratos e proteínas. Portanto, o aumento de lipídios nas dietas das vacas de leite pode gerar alguns benefícios: • Aumento da densidade calórica (energia) da dieta, especialmente em dietas com alta proporção de forragens; • Diminui a necessidade de concentrados ricos em carboidratos os quais são necessários no início da lactação, quando a vaca está em balanço energético negativo; • Em climas quentes, os lipídios podem ajudar a diminuir o estresse térmico nas vacas de leite (WATTIAUX; GRUMMER, 2010).

2.5 Lipídios na dieta de ruminantes

O aumento do potencial produtivo dos animais decorrente do melhoramento genético aumenta as exigências nutricionais, sobretudo de energia digestível. Para suprir essas exigências é comum adicionar altas quantidades de carboidratos não

estruturais à dieta. Esta prática pode prejudicar o balanço nutricional do animal, comprometendo a ingestão mínima de fibra necessária para o perfeito funcionamento do rúmen. A inclusão de gordura em dietas de ruminantes promove aumento da densidade energética e modificação da forma química da energia metabolizável, proporcionando maior garantia de consumo dos níveis de fibra necessários (PALMQUIST, 1991). As gorduras são compostos mais energéticos que proteínas e carboidratos, e a maior parte de sua absorção ocorre pós-rúmen (JENKINS, 1994).

Os lipídios constituem um grupo de compostos que, apesar de bioquimicamente diferentes, entre si, exibem a sua insolubilidade em água como característica comum a todos. Possuem funções biológicas diversas e em muitos organismos, óleos e gorduras são as formas principais de armazenamento de energia (NRC, 2001).

A evolução das espécies ruminantes ocorreu associada à ingestão de forragens que são naturalmente pobres em gordura.

Normalmente, são encontrados na dieta de ruminantes, na forma esterificada como mono e digalactoglicerídeos em forragens e como triacilglicerídeos em alimentos concentrados (OLIVEIRA; SIMAS; SANTOS, 2004) e num nível de 2 a 4% no total da matéria seca ingerida pelo animal. Entretanto são muito importantes, principalmente no que diz respeito à dieta de animais leiteiros, sendo a fonte de energia mais concentrada de uma dieta (WATTIAUX; GRUMMER, 2010).

O fornecimento de grandes quantidades de lipídios, especialmente ácidos graxos insaturados, pode prejudicar o funcionamento ruminal, comprometendo a degradação da fibra dietética. Há dois mecanismos que geram esse distúrbio, um químico e outro físico. O primeiro é que os ácidos graxos insaturados possuem grande reatividade com as membranas celulares das bactérias, o que pode afetar a integridade da barreira seletiva, principalmente bactérias gram-positivas, maiores responsáveis pela degradação fibrolítica. Este parece ser o de maior importância no que diz respeito ao efeito deletério da gordura na degradação da fibra. O outro fator, é que os lipídios possuem capacidade de se adsorverem as partículas dos alimentos, fato que acarreta em impedimento físico a adesão dos microrganismos e atuação das enzimas microbianas na degradação dos alimentos (JENKINS, 1994). Em revisão sobre gordura em rações para lactação, Palmquist e Jenkins (1980) observaram que a gordura promove redução na disponibilidade de cátion oriunda da

formação de complexos insolúveis com ácidos graxos de cadeia longa, o que pode afetar diretamente a disponibilidade de cátions para a função ruminal, ou indiretamente o pH ruminal. As propriedades que determinam os efeitos antimicrobianos dos lipídios incluem o tipo do grupo funcional, o grau de insaturação, a formação de sais de carboxilato e a associação física dos lipídios às superfícies dos microrganismos e das partículas dos alimentos (JENKINS, 1994). Havendo redução da digestão de carboidratos estruturais, pode ocorrer diminuição na taxa de passagem, diminuindo a ingestão de alimentos, comprometendo o balanço nutricional do animal (GRUMMER, 1991).

Palmquist e Jenkins (1980), afirmaram que, quando o teor de gordura na matéria seca (MS) foi superior a 7%, o consumo e digestibilidade, principalmente da fibra, diminuíram tanto que se tornaram inferiores aos da dieta controle, que não continha óleo.

De acordo com Santos et al., (2001a) o uso de alguns tipos de gorduras suplementares tem diminuído a porcentagem de proteína no leite de cabras, pois quando há substituição de carboidratos disponíveis por lipídios no rúmen, os lipídios têm efeito tóxico sobre os microrganismos do rúmen, causando redução no crescimento microbiano e efeito sobre o transporte de aminoácidos da glândula mamária. Assim, o conteúdo de proteína do leite pode diminuir com a deficiência de um ou mais aminoácidos.

Entretanto, quando os níveis de lipídios utilizados na dieta são adequados, estes são rapidamente hidrolisados principalmente pela atividade lipolítica das bactérias (JENKINS, 1994).

Os lipídios têm sido utilizados como forma de aumentar a densidade energética da dieta, sem, no entanto, alterar a relação volumoso:concentrado. Sendo assim, as gorduras previnem desordens metabólicas e melhoram o desempenho na lactação e na reprodução, e restauram ainda, a condição corporal (CHURCH, 1988).

A alimentação tem sido um fator preponderante na manipulação dos componentes do leite, dentre eles, considera-se o teor de gordura o mais susceptível a variação em função da alimentação, de modo geral, diminuindo com o aumento no volume de produção. A suplementação com lipídios em algumas circunstâncias pode afetar o padrão de fermentação ruminal, alterando a composição da gordura do leite (CHILLIARD, 2003).

2.5.1 Metabolismo lipídico ruminal

Devido aos efeitos deletérios da inclusão de gorduras, principalmente insaturadas, no ambiente ruminal, os microorganismos desenvolveram um mecanismo natural que reduz a toxicidade desta gordura. A hipótese mais aceita com relação ao papel da biohidrogenação é a de proteger os microorganismos ruminais do efeito deletério das gorduras.

A maioria dos lipídios é hidrolisada no rúmen, fazendo com que as ligações entre o glicerol e os ácidos graxos sejam quebradas, gerando uma molécula de glicerol e três de ácidos graxos. A porção glicerol é fermentada em ácido propiônico, enquanto alguns ácidos graxos são utilizados pelas bactérias para a síntese de fosfolipídios que são necessários para a construção da parede celular (WATTIAUX; GRUMMER, 2010). Os mesmos autores salientam que os ácidos graxos que estão livres no rúmen tendem se aderir aos alimentos e impedem o processo normal de fermentação, especialmente em carboidratos fibrosos. Os ácidos graxos insaturados afetam a fermentação ruminal de uma maneira mais intensa que os ácidos graxos saturados simplificando, os óleos vegetais são mais tóxicos no rúmen do que as gorduras animais, entretanto estas têm seu uso proibido na alimentação animal (MEDEIROS, 2010).

Em função desta toxicidade, a microbiota ruminal desenvolveu uma estratégia para reduzir a insaturação dos ácidos graxos com a colocação de hidrogênios nestas duplas ligações, transformando-as em ligações simples ou saturadas (MEDEIROS, 2010).

No mesmo momento em que ocorre a lipólise no rúmen, ocorre também a biohidrogenação, que é o processo de saturação das duplas ligações (com íons de hidrogênio) dos ácidos graxos insaturados, os quais serão posteriormente incorporados, de forma rápida, aos lipídios dos microorganismos (MEDEIROS, 2010).

Esta hidrogenação se baseia no alto poder redutor existente no rúmen, e requer como etapa prévia, grupos carboxílicos livres assim, a lipólise é uma etapa anterior obrigatória. Esta lipólise é bastante eficiente e é por isso que a maior parte dos lipídios esterificados que chegam ao duodeno estão nos fosfolipídios das células microbianas (PALMQUIST; JENKINS, 1980).

Após serem hidrolisados, os ácidos graxos são submetidos ao processo de isomerização, que se constitui como etapa intermediária à realização da

biohidrogenação. A isomerização consiste em transformar local e conformação geométrica de algumas ligações *cis* que são convertidas em *trans*. Após este processo, desenvolve-se a biohidrogenação no rúmen, que se caracteriza pela adição de hidrogênio aos ácidos graxos, nos sítios onde estes apresentam duplas ligações (CHURCH, 1988), aumentando o grau de saturação destes e, também, permitindo um aumento de sua absorção pelas células do intestino delgado (BARROS, 2001). Pequenas quantidades de lipídios são incorporadas por microrganismos, alguns protozoários, principalmente *holotrichas*, ingerem ácidos graxos de cadeia longa para incorporar aos lipídios intracelulares, e em pequena parte são catabolizados. A maior parte dos lipídios ingeridos pelos ruminantes passa para o duodeno (PALMQUIST; JENKINS, 1980).

Os fosfolipídios microbianos representam cerca de 10 a 15% dos lipídios que saem do rúmen para o intestino, o restante (85 a 90%) são ácidos graxos saturados que são encontrados na forma de ácido palmítico e esteárico e que ficam aderidos no alimento ou nas partículas bacterianas (WATTIAUX; GRUMMER, 2010).

A biohidrogenação do ácido linoléico (C18:2) e do ácido linolênico (C18:3) envolve uma reação de isomerização que transforma a dupla ligação *cis*-12 no isômero *trans*-11, seguido por redução a *trans* 11-ácido oléico (11 - C18:1) e este a ácido esteárico (C18:0) que é o principal produto da hidrogenação microbiana dos ácidos graxos com 18 átomos de carbono apresentando uma, duas ou três ligações duplas (JENKINS, 1993).

A hidrogenação do *trans*-11 (C18:1) é uma etapa limitante na biohidrogenação (Anexo B) dos ácidos graxos (PALMQUIST; JENKINS, 1980). Alguns isômeros *trans* produzidos no rúmen escapam da biohidrogenação e são incorporados nos lipídios de reserva e na gordura do leite (WU; OHAJURUKA; PALMQUIST, 1991; BAUMAN; GRIINARI, 2001).

2.5.2 Digestão e absorção intestinal dos lipídios

Os lipídios que entram no duodeno são principalmente ácidos graxos saturados não esterificados, adsorvidos sobre partículas de alimento, sendo que uma fração, menor e variável, encontra-se na forma de fosfolipídios e outros lipídios complexos liberados das células microbianas que entram intactas no abomaso; os triglicerídeos poderão estar presentes no caso dos animais receberem nas dietas

gorduras protegidas. Nos ruminantes, a quantidade de ácidos graxos que alcança o duodeno é superior à quantidade ingerida em razão da síntese microbiana que é proporcional à energia disponível no rúmen (JARRIGE, 1981).

Em razão da pouca solubilidade em meio aquoso, os lipídios se agregam em grandes complexos dificultando a hidrólise enzimática e a absorção intestinal, por isso esses obstáculos são contornados pelo emprego de agentes emulsificantes que aumentam a interface lipídio-água permitindo a ação das enzimas intestinais hidrossolúveis, também como a “solubilização” dos produtos de hidrólise (MOTTA, 2010). Os ácidos graxos, alcançando o intestino delgado, interagem com os sais biliares e o suco pancreático formando micelas sendo, então, absorvidos para dentro das células intestinais e, após, reesterificados e transportados via VLDL ou quilomicrons pelo sistema linfático (NÖRNBERG, 2003). Ácidos graxos cuja cadeia contém até 14 átomos de carbono podem ser absorvidos diretamente sem a necessidade de formar quilomicrons. Estes ácidos graxos são transportados para o fígado onde são oxidados. Diferentemente da maioria dos nutrientes que são absorvidos pelo trato gastro intestinal, os lipídios que são absorvidos entram diretamente na circulação e são utilizados pelos tecidos corporais sem uma prévia metabolização hepática (Anexo C) (WATTIAUX; GRUMMER, 2010).

A digestibilidade dos ácidos graxos esta diretamente relacionada ao nível de gordura utilizada na dieta de ruminantes, em níveis de 3 a 5% de lipídios na dieta, a digestibilidade dos ácidos graxos provenientes da dieta está em torno de 80%; quando esse valor aumenta acima de 10%, a digestibilidade se reduz para 56% (PALMQUIST; JENKINS, 1980).

A principal fonte de variação no valor energético das fontes de gordura é a sua digestibilidade. A digestibilidade dos ácidos graxos nas fontes de gordura depende das características químicas da gordura e também dos ingredientes da dieta na qual a gordura é adicionada e do nível de consumo (NRC, 2001).

2.5.3 Efeitos da adição de gordura na dieta sobre composição do leite

O teor protéico do leite pode ser reduzido quando se adicionam lipídios em dietas, em virtude da redução da síntese microbiana, uma vez que os lipídios não são fonte de energia para o crescimento microbiano e da queda na digestibilidade da matéria seca e na disponibilidade de aminoácidos na glândula mamária (SANTOS,

1999). Ainda o mesmo autor relatou que o uso de alguns tipos de gorduras suplementares tem elevado a produção e a percentagem de gordura do leite de vacas, mas, ao mesmo tempo, têm diminuído a porcentagem de proteína.

Palmquist e Jenkins (1980) sugeriram que a inclusão dos lipídios em dietas para ruminantes seja limitada em até 5% da matéria seca total, visto que os microrganismos ruminais não possuem mecanismos fisiológicos para digeri-los tão eficientemente como o fazem para os carboidratos e as proteínas.

Essa ineficiência microbiana para utilização dos lipídios como fonte de crescimento desencadeia uma série de alterações no ambiente ruminal. Um dos principais efeitos deletérios da inclusão de elevadas concentrações de lipídios é a redução na digestão ruminal da fibra (SILVA et al., 2007).

Desse modo, as quantidades e as proporções de ácidos graxos voláteis produzidos no rúmen podem ser negativamente alteradas, especialmente a relação acetato:propionato (SILVA et al., 2007) promovendo a diminuição das produções de leite e de gordura no leite.

Essas respostas, no entanto, não devem ser generalizadas, pois estão intimamente relacionadas à forma de inclusão dos lipídios nas dietas, ao grau de sua insaturação e ao comprimento da cadeia (SILVA et al., 2007).

À medida que a quantidade de ácidos graxos insaturados (livres ou esterificados) aumenta, é maior a probabilidade de diminuir a porcentagem de gordura do leite, caso exista biohidrogenação parcial da gordura. Outro aspecto a ser considerado é que, existindo intensa biohidrogenação, o perfil de ácidos graxos terá maior participação de ácidos saturados, o que poderá reduzir sua disponibilidade no intestino (PALMQUIST; JENKINS, 1980).

A captura de alguns ácidos graxos pré-formados (CLA trans-10 cis-12 e CLA trans-8 cis-10) também pode inibir a síntese da gordura do leite, por reduzir a atividade e/ou expressão de genes que codificam importantes enzimas envolvidas na captura, síntese e dessaturação dos ácidos graxos na glândula mamária (BAUMAN; GRIINARI, 2001).

2.5.3.1 Acido linoléico conjugado (CLA)

O principal interesse no aumento da concentração de CLA no leite e nos demais produtos alimentares de origem animal é que este ácido graxo, além de

apresentar comprovadamente propriedades antimutagênicas e anticarcinogênicas, atua na redução de agentes citotóxicos existentes nas células cancerígenas (PARODI, 1999).

Além disso, o CLA apresenta ainda uma série de outras características benéficas à saúde, pois desencadeia estímulos de resposta imune contra a aterosclerose e apresenta propriedades hipocolesterolêmicas (KELLY; BAUMAN, 1996) e atividades na prevenção de outras doenças como diabetes e obesidade, além de atuar como um poderoso antioxidante (PARK et al., 1994).

De modo geral, a concentração de CLA na gordura do leite é dependente da presença de ácidos graxos insaturados na dieta (GRINARI et al., 1998). Animais ruminantes alimentados com grãos e/ou forragens secas ou ensiladas apresentam consideravelmente menos CLA em seus tecidos e produtos finais que animais alimentados com forragens verdes (JIANG et al., 1996).

A bactéria *Butyrivibrio fibrisolvens* é a responsável pela biohidrogenação em nível de rúmen e sua atuação determina a alteração de alguns isômeros oriundos do C18:2, caracterizando-os como produtos intermediários do processo da biohidrogenação. O processo de biohidrogenação é dependente das condições de pH verificadas no rúmen, sendo que à medida que o pH torna-se ácido; diminui o percentual de ácidos graxos biohidrogenados (CHURCH, 1988). Portanto, o processo da biohidrogenação tem íntima relação com a composição nutricional da dieta ingerida diariamente pelo ruminante, ao mesmo tempo em que, também, está relacionado à produção de CLA.

2.5.3.1.1 Produção do CLA

O Acido Linoléico Conjugado (CLA) é formado como um produto da biohidrogenação incompleta do ácido linoléico (KIM et al., 2000).

Segundo Chin et al. (1992) o CLA é originalmente formado a partir da isomerização microbiana do ácido linoléico dietético, sendo um intermediário no curso de conversão do ácido linoléico a ácido oléico. A enzima responsável por esta reação é a ácido linoléico isomerase, que isomeriza o ácido linoléico preferencialmente para as formas cis-9 e trans-11 (PARODI, 1999). Assim, a classificação do ácido linoléico conjugado refere-se a um conjunto de oito possíveis

isômeros posicionais e geométricos do ácido octadecadienóico (18:2), com duplas ligações conjugadas

O CLA é formado no rúmen e também endogenamente, através da dessaturação do ácido graxo C18:1 trans11 por uma enzima presente na glândula mamária e tecido adiposo (CORL et al., 2000), a Delta-9-dessaturase (Anexo D). Como o C18:1 trans11 também é produzido através da biohidrogenação, este processo é o grande responsável pela existência de CLA e sua predominância em ruminantes explica a razão de seus produtos serem as maiores fontes de CLA.

A redução do C18:1 trans 11 para C18:0 parece ser o passo limitante da biohidrogenação e, portanto, este ácido graxo costuma acumular no rúmen (VAN SOEST, 1994). Ele pode ser absorvido no intestino e levado para o tecido adiposo ou glândula mamária, onde pode tornar-se c9,t11.

Corl et al. (2000) demonstraram que a infusão de 12,5 g/dia do ácido graxo C18:1 trans11 no abomaso de vacas em lactação resultou em um aumento de 40% do conteúdo de CLA na gordura do leite, indicando que as vacas foram capazes de sintetizar endogenamente o CLA. Os autores estimaram que cerca de 78% do CLA na gordura do leite teria como origem a ação da Delta-9-dessaturase.

É possível aumentar o teor de CLA no leite através manipulação da dieta (GRIINARI et al., 1998). Há diferentes estratégias para aumento da concentração do CLA no leite, incluindo o uso de certas fontes de gordura poliinsaturadas (óleos vegetais) e suplementação da dieta com CLA para as vacas. Os limites para essa estratégia não são conhecidos, mas a grande variação determinada para vacas consumindo diferentes dietas indica haver grande potencial. Isso parece verdadeiro, ainda que cerca de 80% do CLA na gordura do leite sejam derivados a atividade da enzima Delta-9-dessaturase na glândula mamária (CORL et al., 2000). Palmquist e Griinari (2001) conseguiram uma combinação de óleo de girassol e óleo de peixe que maximizou a conversão do ácido linoléico em CLA, medido como c9,t11. Os valores mais elevados ocorreram quando os 3% de óleo na MS da dieta tinham composição entre 33-67% de óleo de peixe ou de óleo de girassol. Eles foram cerca de 50 a 70% superiores a 100% de óleo de girassol ou 100% óleo de peixe, respectivamente.

A concentração típica de CLA na gordura do leite é de 3 a 6 mg/g, porém, podem ocorrer grandes variações entre os rebanhos leiteiros (KELLY; BAUMAN, 1996). Jiang et al. (1996) verificaram variação de 2,5 a 17,7 mg de CLA/g de ácidos

graxos no leite e sugeriram que esse ácido graxo pode ser diretamente aumentado por meio da dieta.

2.6 Fontes de Gordura na alimentação de ruminantes

O atual enfoque do mercado aos produtos de origem animal tem sido direcionado à busca de alimentos com menores teores de gordura caracterizados como alimentos funcionais (SILVA et al., 2006).

A imagem nutricional da gordura do leite tem sofrido um impacto negativo nas últimas décadas, uma vez que os ácidos graxos saturados têm sido associados à elevação dos níveis séricos de colesterol e ao risco de doenças cardíacas (FERNANDES et al., 2008).

No entanto, além de sua contribuição energética, dependendo de sua composição em ácidos graxos, a gordura do leite pode estar potencialmente envolvida na saúde humana por ser mais digestível e por atuar na prevenção de distúrbios cardiovasculares (CHILLIARD et al., 2003).

Estudos relatam a possibilidade de modificações no perfil de ácidos graxos do leite de cabra pela suplementação da dieta com fontes lipídicas (óleos, sebos, gorduras), sendo um dos aspectos amplamente estudados atualmente em função, principalmente da possibilidade de seu enriquecimento por meio do aumento da concentração do ácido linoléico conjugado (CLA) (MAIA et al., 2006).

Predominantemente dois isômeros dos ácidos graxos C18:2 (cis-9, trans-11 e trans-10, cis-12), por isso, as espécies ruminantes e seus produtos são considerados as fontes alimentares mais ricas em CLA (CHIN et al., 1992).

Gorduras ou lipídios são termos genéricos empregados para descrever compostos com alto conteúdo de ácidos graxos de cadeia longa, incluindo triglicerídeos, fosfolipídios, ácidos graxos não esterificados e sais de ácidos graxos de cadeia longa (NRC, 2001). Uma fonte ideal de gordura seria aquela que não interfira nos parâmetros ruminais, mas que apresente elevada digestibilidade intestinal, somando ainda as características de ser de fácil obtenção e regionalmente produzida.

2.6.1 Óleo de arroz

O Rio Grande do Sul é o principal produtor de arroz do Brasil, sendo, portanto muito grande a disponibilidade, no Estado, de resíduos do seu beneficiamento, principalmente o farelo de arroz integral, que é um produto de grande potencial na alimentação de ruminantes, pois oferece uma boa quantidade de proteína e amido para digestão pós-ruminal. Com a extração do óleo do farelo de arroz integral, obtém-se o farelo de arroz desengordurado, que possui maior teor de proteína bruta, embora seja menos energético (PRATES, 1992).

O farelo de arroz representa de 5-8% do grão, com uma composição do óleo, principalmente em ácidos graxos insaturado. Esse óleo contém três diferentes antioxidantes naturais que possuem estabilidade à oxidação, sendo eles os tocoferóis, tocotrienóis e γ -oryzanol (GONÇALVES, 2007). Ainda segundo o mesmo autor, o óleo de arroz é constituído de 82-91% de lipídios neutros, sendo que 73-82% são triacilgliceróis, 7-10% de fosfolipídios e 2-8% de glicolipídios, predominando os ácidos graxos: linoléico, oléico e palmítico. O farelo de arroz contém aproximadamente 25% de óleo, com predomínio de ácidos graxos insaturados na sua composição, especialmente ácidos graxos essenciais.

A maior parte do óleo do grão de arroz está localizada no germe com um teor variável de 15-22%, obtido através do polimento do grão, com uma típica composição em ácidos palmítico, esteárico, oléico, linoléico e linolênico. Nas amostras de óleo de arroz os ácidos majoritários foram palmítico (20%), linolénico (40%) e linoléico (34%) (VIDINHA et al., 2008).

Pode ser observada pouca variação entre a composição de ácidos graxos do óleo de arroz (Anexo E), quando comparados dois pesquisadores brasileiros.

2.7 Importância dos ácidos graxos na saúde humana

Os ácidos graxos desejáveis são aqueles que têm efeito neutro ou hipocolesterolêmico sobre a saúde humana estando neste grupo os insaturados e o ácido esteárico C18:0 (GRUNDY, 1986).

Entre os ácidos graxos observam-se comportamentos diferentes, por exemplo, os ácidos palmítico (C16:0) e mirístico (C14:0) elevam os níveis de lipoproteínas de baixa densidade (LDL-colesterol) em maior proporção que o ácido

esteárico (C18:0). O ácido láurico (C12:0) promove hipercolesterolemia, sendo em menor quantidade que os ácidos palmítico (C16:0) e mirístico (C14:0). Acredita-se que os ácidos graxos monoinsaturados (MUFAs - Monounsaturated Fatty Acids), como por exemplo, o ácido oléico, não influem nos níveis de colesterol. Com relação ao ácido elaídico (C18:1), resultante dos processos de hidrogenação de óleos vegetais, existem indícios de que poderia induzir hipercolesterolemia. Por sua vez os poliinsaturados (PUFAs - Polyunsaturated Fatty Acids), como o ácido linoléico (C18:2), reduzem os níveis séricos de LDL- -colesterol (FUENTES, 1998).

Vários estudos direcionaram a influencia do consumo de ácidos graxos nos transtornos cardíacos, e concluíram que a maioria dos ácidos graxos insaturados não promovia hipercolesterolemia, em geral, os estudos de população, cada vez mais evidentes, têm revelado associação negativa entre a ingestão de MUFAs e PUFAs e a incidência de doenças cardiovasculares, bem como uma associação com efeitos benéficos nas concentrações de LDL e HDL-colesterol. Estudos clínicos têm recomendado o aumento dos MUFAs e PUFAs na dieta para os indivíduos em geral, e principalmente aqueles com doença crônica, como já acontecia anteriormente. O National Cholesterol Education Program (NCEP), estabelecido em 1985 nos Estados Unidos, recomenda a redução da ingestão de ácidos graxos saturados a 7% do total de gorduras da dieta para indivíduos com hipercolesterolemia ou doenças cardiovasculares (LIMA et al., 2000).

2.8 Qualidade higiênica do leite de cabra

Desde a sua obtenção até seu consumo, o leite fica exposto a uma série de influências de natureza físico-químicas e a grande número de contaminações (TRONCO, 2003), sendo este um meio excelente para o crescimento e suporte de agentes potencialmente patogênicos ao homem, e neste sentido a mastite se apresenta como uma fonte em potencial de contaminação desse produto.

A mastite é detectada por meio da inspeção do úbere e do leite (MAIISI; RIIPINEN, 1991). Em pequenos ruminantes, como os caprinos, o diagnóstico da mastite é baseado principalmente no isolamento microbiológico (POUTREL; LERONDELLE, 1983), uma vez que, devido às características fisiológicas desta espécie, grande quantidade de células epiteliais e partículas anucleadas presentes

no leite interferem significativamente nos teste de rotina utilizados para detectar a forma subclínica da doença (SILVA et al., 2001).

No Brasil a prevalência da mastite em caprinos tem variando entre 22 e 75% (MOTA et al., 2000), já no Rio Grande do Sul, estudo realizado por MURICY (2003), 30,8% das metades mamárias avaliadas foram positivas para mastite subclínica.

A mastite é uma infecção da glândula mamaria, caracterizada por mudanças físico-químicas na composição do leite e pelo aumento de células somáticas (TRONCO, 2003). A contagem de células somáticas do leite abrange os leucócitos e as células epiteliais, o número dessas células aumenta no leite proveniente de cabras com mamite em virtude, sobretudo, do aumento no número de leucócitos infiltrados (PETTERSEN, 1981). No entanto, na espécie caprina o processo de secreção do leite é do tipo apócrino, resultando em elevado número de partículas citoplasmáticas e células epiteliais no leite. Enquanto constituintes do processo fisiológico normal dos animais (DULIN, 1983), faz-se necessário grande cautela ao utilizar como diagnóstico da mastite subclínica os métodos que avaliam e estimam o conteúdo celular do leite, como a Contagem de Células Somáticas (CCS) e o “Califórnia Mastite Teste” (CMT), respectivamente.

Vilanova, et al. (2007b), concluíram que o CMT e CCS apresentam significativamente resultados negativos, no entanto com percentuais pequenos, mas que devem ser levados em conta, verificaram ainda divergência entre os dois métodos no diagnóstico da mastite caprina.

Material e Métodos

3.1 Local

O experimento foi realizado no capril CabrasTop[®], localizado no município de Santo Antônio da Patrulha, o qual situa-se na região litorânea do Estado do Rio Grande do Sul. Localiza-se a 29°49'03" de latitude sul e 50°31'11" de longitude oeste, a uma altitude de 131 metros. O clima do município é caracterizado por uma temperatura média anual de 20°C, sendo a média das temperaturas máximas de 23,8°C, e a média das mínimas de 15,4°C. A temperatura máxima absoluta observada foi de 38,4°C e a mínima de 0°C. Quanto ao regime de chuvas, o mês mais chuvoso é o mês de setembro, sendo abril e maio os meses de menor precipitação.

A análise bromatológica dos alimentos oferecidos foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal do departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

As análises da composição química do leite (sólidos totais, gordura, proteína e lactose) foram realizadas no laboratório de qualidade do leite da EMBRAPA Clima Temperado (LABLEITE), Pelotas, RS.

A identificação e quantificação de ácidos graxos no leite foram efetuadas no Núcleo Integrado de Desenvolvimento de Análises Laboratoriais (NIDAL) do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA) da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

As análises de qualidade sanitária do úbere e qualidade microbiológica do leite foram realizadas no laboratório de Medicina veterinária preventiva da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

3.2 Período de condução do experimento de campo

O trabalho de campo iniciou em outubro de 2007 com término em dezembro do mesmo ano, compreendendo as 10 primeiras semanas de lactação. Sendo que a partir de julho iniciou-se a seleção morfologia dos animais que seriam utilizados no trabalho.

3.3 Instalações

Foram utilizadas durante o experimento duas baias do capril composto por módulos que perfazem 572 m² e em expansão para 788 m², em piso ripado e elevado, construído em madeira, dividido em baias (Apêndice B), com área para suportar 16 cabras em cada uma. Com cochos de madeira dispostos longitudinalmente à baia, na parte de fora e um fenil (Apêndice C) de arame na parte interna da baia, possibilitando a separação da alimentação volumosa da concentrada. Cada baia possuía um bebedouro tipo bóia para o fornecimento de água *ad libitum* e uma sala de ordenha, com plataforma em concreto elevada e com canzís para grupos de até 16 cabras. Rotineiramente foi utilizado a ordenhadeira mecânica, tipo tarro ao pé, entretanto para as coletas de amostras para o experimento, realizou-se a ordenha manual com objetivo de separar o conteúdo de cada glândula mamaria para avaliação bacteriológica do leite. A sala de ordenha está anexa ao capril. A plataforma dos canzís está no mesmo nível do ripado do capril facilitando o deslocamento das cabras.

3.4 Seleção dos animais experimentais

Em caprinos as características de úbere e produção possuem uma relação extremamente importante, causando variações significativa, inerentes as demais características do animal. Para tanto se tornou necessário uma previa seleção morfologia de úbere nas cabras utilizadas para o experimento, a fim de não ser uma variante que influenciaria nos resultados.

Após selecionar as cabras por peso corporal e idade (numero de lactações), foi realizada uma inspeção minuciosa no úbere de cada uma delas, a fim de identificar glândulas comprometidas (com excesso de tecido conjuntivo), tetos muito

pequenos ou pendulosos, úberes muito caídos (passando da altura do jarrete), assim como aspectos de morfologia corporal: Perímetro torácico e abdominal e desenvolvimento corporal geral. Os animais que ficaram abaixo das condições necessárias e homogêneas do rebanho foram descartados da segunda seleção.

Após a parição as cabras (65 animais aptos) foram direcionadas para as baias de forma que as duas baias receberam animais, em início, meio e fim do período de parição, o qual se estendeu de setembro a outubro.

Separação materno-filial: Por ser a rotina adotada pelo capril, ocorreu a separação materno-filial logo após o parto. O colostro é fornecido aos cabritos na forma de cochos (calhas de cano de PVC). As fêmeas na fase colostrada (entre 1^a e 7^a dias pós-parto), são identificadas por correntes coloridas e ordenhadas ao final da rotina normal, e sua produção destinada a alimentação dos cabritos. Após as duas seleções, foram, então, utilizadas 30 cabras da raça Saanen, puras de origem, de 3^a e 4^a ordem de lactação, com peso corporal médio de 50 kg, e diferentes dias de parto, mas aproximados. No Apêndice A, encontra-se a identificação dos animais, ordem de lactação, e data do parto.

3.5 Tratamentos

Foram estudados os efeitos de dois tratamentos:

T3: Tratamento com o percentual de 3% de extrato etéreo (no nível utilizado pela indústria) a base de óleo de arroz.

T5: Tratamento com 5% de extrato etéreo a base de óleo de arroz.

3.6 Dietas

As dietas foram formuladas com base nas necessidades fisiológicas de cabras durante a fase inicial de lactação com produção média de 2,5 litros de leite em 24 horas de secreção e percentual de gordura no leite de 3,5.

Utilizou-se alimentação volumosa constituída de alfafa (*Medicago sativa*) na forma de feno, adquirida na região e oferecida inteira no fenil estimando-se uma sobra aproximada de 20%.

As misturas concentradas foram elaboradas pela indústria IRGOVEL[®], a partir da solicitação realizada para o desenvolvimento da pesquisa e constituía-se, segundo especificações do fabricante, de dois níveis de extrato etéreo a base de

óleo de arroz (3% e 5%), farelo de arroz desengordurado, milho (grão moído), farelo de soja 46%, casca de soja, calcário calcítico, cloreto de sódio (sal comum) e premix mineral vitamínico. Enriquecimentos: Vitamina A: 12.000 UI, Vitamina D3: 3.000 UI, Vitamina E: 10mg/kg, Zinco: 280mg, Manganês: 44mg, Cobalto: 0,5mg, Ferro: 50mg, Iodo: 1,0mg, Selênio: 0,15mg. Após análise laboratorial, obteve-se a composição bromatológica dos ingredientes das dietas, conforme apresentado na tab. 1.

Tabela 1 – Composição bromatológica dos ingredientes da ração de cabras Saanen

Nutriente	Alimento		
	Feno de alfafa	Concentrado 3%	Concentrado 5%
Matéria Seca (%)	86,33	89,09	90,19
Proteína Bruta (%MS)	24,50	27,80	25,87
Extrato Etéreo (%MS)	2,95	3,57	5,82
FDN (%MS)	31,54	56,54	52,72
FDA (%MS)	16,53	23,03	19,81
Cinzas (%)	9,62	13,49	15,63

3.7 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado, com dois tratamentos e os animais considerados como unidades experimentais.

3.8 Manejo experimental

Logo após o parto, as cabras foram separadas dos cabritos e foram sendo colocadas nas baias experimentais, distribuídas de forma que a cada parto incluía-se uma cabra em uma baia diferente. Utilizou-se o período colostrado (sete dias pós-parto) para a adaptação das cabras às dietas experimentais. O volumoso foi calculado com base no consumo de matéria seca (4-6% do peso corporal em matéria seca/dia) obedecendo à relação 60% na dieta diária, permitindo uma sobra de 20%. O volumoso foi pesado, calculando-se a quantidade necessária para alimentar todos os animais de cada baia e acondicionado em local apropriado no

capril para ser oferecido às cabras duas vezes ao dia, sempre após a realização das ordenhas (manhã e tarde).

As misturas concentradas foram oferecidas separadamente do volumoso (Apêndice D), duas vezes ao dia, também após cada ordenha, obedecendo a proporção volumoso:concentrado 60:40. A participação quantitativa dos ingredientes e a composição bromatológica das dietas são apresentadas na tab.2.

Tabela 2 – Composição quantitativa e bromatológica das dietas experimentais

Alimento	Tratamento 3 (T3)	Tratamento 5 (T5)
Feno alfafa	60,00%	60,00%
Concentrado 3%	38,00%	0,00%
Concentrado 5%	0,00%	38,00%
Suplemento Vitamínico-Mineral ¹	1,00%	1,00%
Sal comum	1,00%	1,00%
Matéria Seca (%)	87,44	87,88
Proteína Bruta (%MS)	25,82	25,05
Extrato Etéreo (%MS)	3,20	4,10
FDN (%MS)	41,54	40,01
FDA (%MS)	19,13	17,84
Cinzas	11,17	12,02

¹Vitamina A: 135.000,00 U.I.; Vitamina D3: 68.000,00 U.I.; Vitamina E: 450,00 U.I.; Cálcio: 240,00 g; Fósforo: 71,00 g; Potássio: 28,20 g; Enxofre: 20,00 g; Magnésio: 20,00 g; Cobre: 400,00 mg; Cobalto: 30,00 mg; Cromo: 10,00 mg; Ferro: 250,00 mg; Iodo: 40,00 mg; Manganês: 1.350,00 mg; Selênio: 15,00 mg; Zinco: 1.700,00 mg; Flúor (máx.): 710,00 mg.

As cabras foram ordenhadas manualmente duas vezes ao dia, às 07h00min e às 19h00min, sendo as produções de leite medidas em cada ordenha e para cada animal semanalmente. Para as avaliações de sanidade do úbere, as coletas foram realizadas apenas no período da manhã. Para as avaliações de ácidos graxos, as coletas para cada tratamento foram realizadas ao final da ordenha de cada grupo, sendo o leite de cada cabra misturado em um tarro de 50 litros, homogeneizado por turbilhonamento e coletada uma alíquota de 500 mL, a qual, depois de refrigerada foi congelada até a realização das análises.

3.9 Análises laboratoriais

3.9.1 Composição bromatológica da dieta

As amostras dos alimentos volumoso e concentrados foram moídas em moinho tipo Wiley, utilizando peneira com crivo de 1 mm e, deste material foi determinada a matéria seca (MS) em estufa 105°C por 16 horas, matéria mineral (MM) por incineração em mufla a $\pm 550^\circ\text{C}$ (durante 5 horas), nitrogênio, pelo método micro-Kjeldahl, utilizando-se o fator 6,25 para conversão de nitrogênio total em proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE) em extrator soxhlet com éter de petróleo, segundo metodologia descrita pela AOAC (1999) e fibra em detergente neutro (FDN), segundo Van Soest; Robertson e Lewis. (1991).

3.9.2 Composição físico-química do leite

Para a obtenção das análises químicas, foram enviadas amostras individualizadas por animal em frasco contendo bromopol[®] ao Laboratório de Qualidade de Leite da EMBRAPA Clima Temperado, Pelotas, RS para determinação das porcentagens de proteína, lactose, gordura, sólidos totais e contagem de células somáticas (CCS). Através de um sistema ótico e um sistema de filtros infravermelhos (BENTLEY, 1995). As moléculas de gordura, proteína e lactose presentes na amostra de leite vibram de acordo ao comprimento de onda e absorvem radiação infravermelha. O processo para determinar a concentração de cada componente requer a medição em dois comprimentos de onda: uma medida de referência e a medida da amostra. Após, um programa de computador faz o cálculo, comparando ambas as medidas de radiação infravermelha.

3.9.3 Avaliação Sanitária do úbere

A cada ordenha foi realizado o *California Mastitis Test* (CMT) ao pé das cabras, para estimativa da contagem de células somáticas; logo após, se procedeu à antissepsia dos tetos com algodão embebido em álcool 70°GL, seguida da coleta de um jato de leite de cada teto do animal, individualizadas em frascos esterilizados e acondicionadas em gelo para transporte ao laboratório. As amostras foram enviadas

ao Laboratório de Medicina Veterinária Preventiva, da Faculdade de Veterinária, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. As amostras foram semeadas em ágar-sangue (FERREIRO et al., 1985, SCHALM et al., 1971) sendo utilizado para esse trabalho apenas a resposta positiva ou negativa ao bacteriológico, sem identificação do agente causador.

3.9.4 Análise do perfil de ácidos graxos e ácido linoléico conjugado (CLA)

Logo após serem ordenhadas todas as cabras de cada grupo experimental, o leite produzido, foi misturado, homogeneizado por turbilhonamento e coletado uma alíquota de 500mL, de cada grupo, em cada semana de avaliação, sendo utilizado para essa variável o efeito da inclusão de gordura e da curva de lactação (2^a a 10^a semana de lactação) sobre a composição de ácidos graxos do leite.

Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em garrafas plásticas e congeladas para posteriores análises laboratoriais.

Para a determinação de gordura foram utilizadas amostras in natura, previamente homogeneizada, sendo que a metodologia empregada de acordo com Bligh e Dyer (1959).

A metilação dos ácidos graxos foi realizada segundo metodologia descrita por Hartman e Lago (1973). A identificação e quantificação dos ésteres de ácidos graxos foram obtidas por meio de análises em cromatógrafo gasoso marca SUPELCO, modelo Agilent 6890N com detector de ionização de chama (injetor FID). Os compostos foram separados em coluna capilar de Sílica fundida (100m), com diâmetro interno de 0,25 mm e espessura de filme de 20 µm. O tipo de injetor utilizado foi split com divisão 1:50. Utilizou-se para cada injeção uma alíquota de 1 µL. Foram obedecidas as seguintes condições de operação: temperatura programada da coluna: temperatura programada da coluna 30°C/min. até 160°C (15 min.), 1,70°C/min. até 195°C (5 min.), 0,75°C/min. até 205°C (5 min.), 10°C/min. até 225°C (10 min.). Os ácidos graxos foram identificados por meio da comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com o padrão de ésteres metílicos de ácidos graxos idênticos (Merck, USA), sendo empregado o ácido graxo C19 como referência. A quantificação relativa dos ácidos graxos foi realizada pela normalização das áreas dos ésteres metílicos. Os resultados foram expressos em percentual de área (%).

3.10 Avaliações

3.10.1 Produção de leite

Para avaliação dos resultados de produção foi utilizada a média de produção de cada cabra durante as 11 semanas (leite em g dia⁻¹);

Na correção da produção de leite para 4% gordura (valor obtido através do cálculo da média geral do percentual de gordura produzido pelas cabras do experimento), utilizou-se a fórmula:

PLC= (0,4 x produção de leite) + [15 x (% gordura/100) x produção de leite] (NRC, 2001), onde:

PLC: Produção de leite corrigida para 4% de gordura

3.10.2 Composição química do leite

As coletas de leite, das duas ordenhas (manhã e tarde), de onze semanas e 30 animais totalizaram 660 amostras, as quais foram avaliadas quanto aos teores percentuais de gordura, proteína bruta, lactose e sólidos totais (BENTLEY, 1995). Além das variações percentuais, também foi avaliado a produção em g/mL de cada atributo químico do leite, através do cálculo com base na produção de leite/dia/cabra:

PAQ g/mL= 100 / (% AQ x PL), onde:

PAQ: Produção do Atributo Químico

% AQ: Percentual do Atributo Químico

PL: Produção de leite

3.10.3 Qualidade sanitária do leite

Através da estimativa de células somáticas (pelo teste de CMT), associado a contagem de células somáticas (BENTLEY, 1995) e da avaliação bacteriológica,

com confirmação ou não da presença de microorganismos patogênicos causadores de mamite em caprinos.

3.10.4 Composição de ácidos graxos do leite

Através da quantificação (em percentual) e qualificação dos principais ácidos graxos Saturados, Monoinsaturados e Poliinsaturados, com ênfase ao Linoléico Conjugado (CLA).

3.11 Análise estatística

As variáveis avaliadas foram: a produção total de leite no período e o comportamento da curva de lactação até o pico de produção e a produção percentual e total dos componentes químicos do leite caprino em g/dia/animal. Os resultados foram submetidos a análise de variância com regressão pelo procedimento GLM do programa estatístico SAS (2001).

O modelo estatístico usado foi: $Y_{ij} = \mu + S_i + \epsilon_{ij}$, em que:

Y_{ij} = Variável resposta; (produção de leite, composição química do leite e perfil de ácidos graxos);

μ = Média geral;

S_i = efeito tratamento; i (1 = 3% e 2 = 5%);

ϵ_{ij} = Erro experimental.

Resultados e discussão

A produção de leite média foi 2.658 ± 366 g cabra dia^{-1} , o que resulta numa produção total de 204.666,00 g de leite por cabra num período de 11 semanas, alcançando os resultados estimados para a raça Saanen, que é de lactações com 245 dias de duração e uma produção de 623 Kg de leite/lactação (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1983). A persistência na curva de lactação em cabras Saanen é uma característica peculiar desta, entre as raças caprinas exploradas para a produção de leite, influenciado principalmente pelo potencial genético dos animais, entretanto nesse estudo por se tratarem de animais geneticamente selecionados (Puros de Origem – PO), essa influencia foi anulada.

A produção de leite não sofreu influencia do acréscimo de lipídio na dieta, uma vez que a produção de leite média dos T3 (2.644 ± 228 g cabra dia^{-1}) e T5 (2761 ± 192 g cabra dia^{-1}) não diferiram significativamente entre si ($P > 0,05$). Concordando com os resultados encontrados por Silva et al. (2007), que estudando a inclusão de óleo de soja na dieta de cabras, não encontraram diferença significativa entre a dieta controle (2,22% de óleo), com produção de 2.240 mL de leite dia^{-1} , e a dieta com óleo de soja (6,6% de óleo), onde os animais produziram 1.770 mL de leite dia^{-1} .

Resultados também foram encontrados por Silva et al. (2010) que obtiveram uma produção de leite média de 1.134 g cabra dia^{-1} , para cabras da raça Saanen alimentadas com dietas com diferentes fontes e níveis de lipídios (semente de faveleira, torta da semente de faveleira e caroço de algodão). Para estes autores, o teor de lipídio não influenciou a produção, uma vez que a dieta com maior teor (7%), não diferiu significativamente dos demais tratamentos. Maia et al (2006). Em outro experimento, testando em cabras Saanen, dietas sem adição de fonte de óleo; adição de 5,1% de óleo de arroz na dieta total; adição de 5,1% de óleo de canola na dieta total; adição de 5,1% de óleo de soja na dieta total, verificaram que a produção

de leite (de $2.470 \pm 0,09$ g leite cabra dia^{-1}) não foi influenciada significativamente pela suplementação lipídica (nível e nem tipo) na dieta.

Entretanto para Fernandes et al. (2008) a adição de óleo na dieta de cabras promoveu redução na produção de leite ($P < 0,05$), que foi menor quando os animais foram alimentados com a dieta com 5% de óleo de algodão (970 g de leite dia^{-1}); fato que não se repetiu quando essa produção foi corrigida para 4% de gordura, pois a produção não diferiu ($P > 0,05$) da obtida com a dieta controle.

A mesma falta de diferença entre os tratamentos, ocorreu quando se corrigiu a produção de leite das cabras Saanen para 4% de gordura, obtendo-se os resultados de 2.394 ± 624 g de leite cabra dia^{-1} , para o T3 e 2.827 ± 627 g de leite cabra dia^{-1} , para o T5. Para Tholon et al, (2001), em estudos para estimar a influencia de parâmetros genéticos e fenotípicos da produção de leite de caprinos da raça Saanen, a produção média foi de 2.700 g de leite cabra dia^{-1} , mostrando que os resultados para a raça, embora em distintos locais do país e do mundo, não fogem muito das médias encontradas nesse estudo, para animais no Rio Grande do Sul em confinamento.

Curvas de lactação representam a relação entre produção de leite e o tempo após o parto. Neste trabalho o acréscimo de óleo não influenciou a curva de lactação entre a 2ª e a 12ª semana pós-parto, mas esta foi influenciada significativamente ($P < .0001$) pelas semanas de lactação, apresentando, tanto no T3 quanto no T5, equações de regressão positivas e significativas, com elevado coeficientes de determinação (Tab. 3)

Tabela 3 – Produção média de leite (g cabra dia^{-1}), desvios padrão (DP), equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e probabilidade (Pr) das curvas de lactação geral (sem influencia do tratamento) e de cada tratamento em cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 11 primeiras semanas de lactação

Tratamento	Média e DP	Equação de regressão	R^2	Pr>F
T3	2.526 ± 208	$Y = 1446 + 152x$	0,87	$< 0,05$
T5	2.761 ± 192	$Y = 1569 + 141x$	0,91	$< 0,05$
Geral	2.644 ± 228	$Y = 1508 + 118x$	0,85	$< .0001$

O método mais comumente utilizado para determinação da tendência regular da curva de lactação utiliza os dados experimentais em função do tempo, que é

contínuo e capaz de ser diferenciado por toda a lactação (CAPPIO-BORLINO et al., 1997). Para Sotillo e Méndez (1994), a produção de leite em cabras não permanece constante ao longo da lactação, tendo uma curva caracterizada por três fases distintas: 1ª) Fase inicial, ou ascendente, alcançando o pico de produção máxima entre a 8ª e a 12ª semana pós-parto; 2ª) Fase de Platô (ou manutenção do pico de produção), que pode durar entre 5 a 10 dias; 3ª) Fase de decréscimo na produção, ou descendente, finalizada quando o animal for seco, para esperar o próximo parto. Ainda segundo os mesmos autores, considera-se uma boa cabra leiteira, aquela que apresentar um decréscimo de 10% na produção entre um mês e outro.

De acordo com a regressão linear geral ($Y = 1508 + 118x$), a produção de leite aumentou à medida que aumentou o tempo de lactação, com acréscimo de 118 g de leite cabra semana⁻¹, diferindo do encontrado por Queiroga et al. (2007), que observaram uma diminuição de 4,7 g de leite dia⁻¹ com o aumento do tempo de lactação, resultado que pode ser justificado pelo fato desses autores terem estudado a curva num período de 135 dias, obtendo os resultados na 3ª fase de lactação em caprinos (SOTILLO; MÉNDEZ, 1994).

Neste experimento, pôde-se notar (Fig. 1), que a tendência da curva é entrar na segunda fase de lactação de caprinos (SOTILLO; MÉNDEZ, 1994), fase de “platô”, mantendo a maior produção média sem muita alteração. A possibilidade de decréscimo na curva desses animais, com 12 semanas pós-parto não foi observada, uma vez que nas análises de regressão, as funções quadráticas e cúbicas, não mostraram diferença significativa.

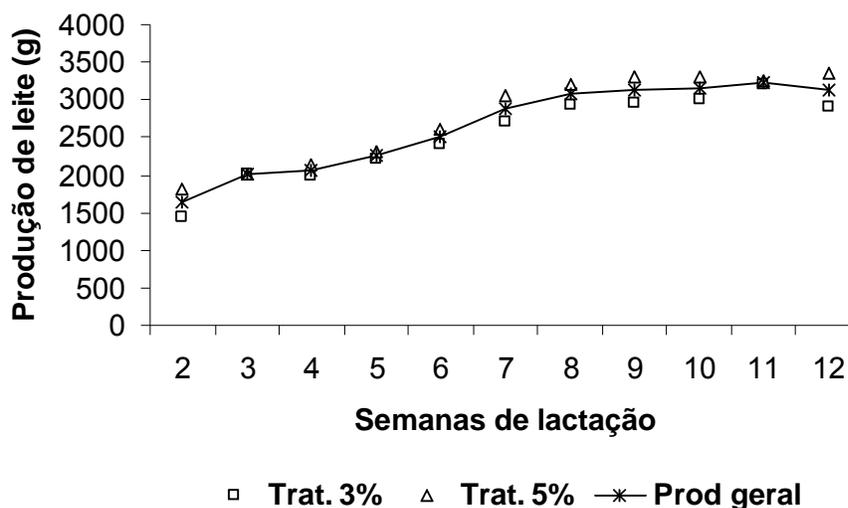


Figura 1 – Variação da produção média de leite (g cabra dia⁻¹) de cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 11 primeiras semanas de lactação

Quando avaliada a produção de leite por tratamento, observou-se que as duas curvas de produção também foram significativamente influenciadas pelo aumento nas semanas de lactação (Fig. 1.), chegando ao pico de produção entre a 8ª e 9ª semanas após o parto. Rota et al. (1993), trabalhando com cabras da raça Verata em diferentes lactações, encontraram nas primíparas o pico de lactação entre 10ª e 13ª semana pós parto, enquanto que para as cabras de segunda, terceira e quarta lactação o pico foi registrado entre a quarta e a sétima semana pós parto, considerando um ponto médio entre o primeiro e segundo mês de lactação.

Para a raça Saanen, Queiroga et al. (2007) obtiveram o início do decréscimo da produção de leite a partir da 5ª semana de lactação. A produção média encontrada para cabras no pico de lactação, entre a 8ª e 12ª semana pós-parto foi de 2.300 g de leite cabra dia⁻¹ (SOTILLO; MÉNDEZ, 1994).

Quantificar a produção na fase de platô é muito importante, entretanto deve ser avaliada com cautela, uma vez que animais de baixo potencial produtivo, podem expressar um pico de produção elevada, seguida de uma queda acentuada na produção e baixa persistência na lactação, levando o produtor a prejuízos econômicos e ilusões quanto ao potencial leiteiro do animal.

Neste trabalho, as produções individuais registraram amplitudes de 867 g de leite cabra dia⁻¹, até 4.293 g de leite cabra dia⁻¹, confirmando a necessidade de um

estudo aprofundado e completo da curva de lactação de uma cabra leiteira a fim de qualificá-la quanto ao seu potencial produtivo.

Os suplementos lipídicos têm sido utilizados em dietas para animais lactantes com os objetivos de aumentar a produção de leite e reduzir a mobilização corpórea, pois são fontes energéticas que apresentam 2,25 vezes mais energia que os carboidratos, entretanto, o uso dessa alternativa alimentar pode ser onerosa para o produtor, tendo em vista os elevados custos dos óleos vegetais no mercado. Por esse motivo, entendendo-se que a inclusão de 3% se iguala a inclusão de 5%, nas condições desse experimento, não seria necessário, nem econômico ao produtor, o acréscimo do óleo de arroz com objetivo de aumentar a produção de leite em cabras leiteiras da raça Saanen, até a 11^a semana de lactação.

Outra característica do leite, importante para o produtor, e conseqüentemente, para a indústria é a proporção de componentes químicos produzidos pelos animais leiteiros, pois são eles os responsáveis pela produção dos derivados e pelo acréscimo no preço pago ao produtor pelo litro de leite entregue à indústria. Mas, da mesma forma que ocorreu com a produção de leite, os tratamentos não alteraram significativamente ($P>0,05$) a composição dos componentes químicos do leite de cabras Saanen, conforme mostra tab. 4.

Tabela 4 – Variações médias e desvios padrão da composição química do leite de cabras Saanen em valores percentuais e absolutos (g cabra dia^{-1}), alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação

Atributo	T3	T5	Média Geral	Pr<F
Gordura (%)	3,96±0,33	4,03±0,21	3.78±0,60	0.86
Gordura*	93,43±9,82	103,07±13,18	116.95±22,37	0,27
Proteína Bruta (%)	3,05±0,08	3,14±0,12	3.10±0,18	0.22
Proteína Bruta*	73,27±7,03	81,73±8,50	96,24±14,51	0,10
Lactose (%)	4,52±0,09	4,55±0,04	4.46±0,20	0,26
Lactose*	108,44±9,46	117,96±11,74	138,76±22,89	0,18
Sólidos Totais (%)	12,49±0,42	12,71±0,35	12,19±0,73	0,43
Sólidos Totais*	298,07±27,64	327,69±35,86	378,01±57,81	0,14

* (g cabra dia^{-1})

O valor médio para a porcentagem gordura no leite obtido nesse estudo (3.78 ± 0.60) foi próximo aos obtidos por diversos autores: Karim e Lofti (1987), no Irã, que avaliaram o leite de cabras mestiças Saanen e Nadji e encontraram 3,7% de gordura; Barbosa e Miranda (1986), analisando amostras de leite de cabras Saanen provenientes de seis áreas geográficas distintas de Portugal, encontraram valor médio de 3,6% de lipídios; Silva (2001) registrou no leite de cabras Saanen em Pernambuco (Brasil), valor médio de 3,9% de gordura.

Um aumento na produção e no percentual de gordura do leite era esperado, pois segundo alguns autores, o uso de gorduras suplementares afeta positivamente essas variáveis (SANTOS et al. 2001a), principalmente quando estudados em caprinos, que apresenta um efeito muito mais marcante do uso de lipídios na dieta do que em vacas (CHILLIARD et al. 2003), mas nenhuma variação foi observada nesse estudo, resultados também encontrados por Maia et al., (2006) que não observaram efeito da inclusão de 7% de lipídios na dieta na concentração de lactose, proteína, gordura e sólidos totais do leite de cabras (SANTOS et al. 2001b) e com os achados de Vargas et al. (2002), que também não verificaram influência da inclusão de lipídios na dieta (níveis de 3% e 7% da MS) sobre a produção de leite e sua composição em proteína.

Os dados obtidos nesse estudo vão de encontro ao sugerido por Sotillo e Méndez (1994), que afirmam que aumento de matéria gorda digestível na ração de cabras não provoca um aumento proporcional sobre a concentração de gordura do leite, pois apenas, aproximadamente, 25% dos ácidos graxos do leite são provenientes da dieta ou dos metabolismos ruminal e intestinal (GONZÁLEZ, et al. 2010).

O fato de o acréscimo de óleo de arroz na matéria seca de 3% para 5% não ter afetado a composição química do leite, principalmente o nível de gordura, sugere que esse percentual mais elevado não afetou a digestibilidade da fibra no processo de ruminação, fator relevante no momento de decidir os níveis de inclusão de lipídios na dieta de ruminantes. Uma vez comprometida a fermentação ruminal, principalmente dos carboidratos estruturais, haverá um comprometimento na produção de ácidos graxos voláteis em nível de rúmen e conseqüentemente de gordura em nível de glândula mamária, pois esta é elaborada na glândula a partir de alguns precursores (GONZÁLEZ; DÜRR; FONTANELI, 2010), sendo o ácido acético,

proveniente da fermentação ruminal, o contribuinte mais efetivo na síntese de gordura do leite.

Por esse motivo, o uso de óleos na dieta de ruminantes deve ser criteriosa e bem avaliada, quanto aos seus níveis de inclusão na matéria seca, uma vez que prejudicada a digestibilidade da fibra, pode haver comprometimento parcial ou total do processo de fermentação ruminal, levando desde a uma queda na composição química do leite até a um quadro de distúrbio metabólico grave.

Entretanto para cabras, é sugerido que a maior taxa de passagem da digesta pode diminuir os efeitos negativos dos suplementos lipídicos sobre os fatores ruminais aumentando o teor de gordura no leite de cabras (CHILLIARD et al. 2003), efeito não observado neste trabalho, pois o nível de 5% de óleo de arroz, não diferiu do nível 3% na porcentagem de gordura do leite caprino.

Zambom, et al. (2005) em trabalho utilizando a mesma relação volumoso:concentrado deste estudo (60:40) encontrou teores muito semelhantes aos encontrados neste estudo para os percentuais de gordura (3,18); proteína (2,67); lactose (4,48) e sólidos totais (11,27) no leite de cabras da raça Saanen.

Segundo Queiroga et al. (2007) a proteína é um dos componentes do leite que apresenta concentração mais estável e não apresenta grandes variações ao longo de toda a lactação,

O uso de alguns tipos de gorduras suplementares tem diminuído a porcentagem de proteína no leite, justificado pela substituição de carboidratos disponíveis por lipídios no rúmen. Quando isto acontece, os lipídios têm efeito tóxico sobre os microrganismos do rúmen, causando redução no crescimento microbiano e efeito sobre o transporte de aminoácidos da glândula mamária. Assim, o conteúdo de proteína do leite pode diminuir com a deficiência de um ou mais aminoácidos (SANTOS et al., 2001a). Neste estudo, os teores de proteínas não foram alterados pela adição de lipídios na dieta ($P>0,05$).

Segundo Wu e Huber (1994), o efeito negativo no teor de proteína do leite por meio da suplementação lipídica seria maior em animais em início da lactação, em razão do balanço protéico negativo associado ao estado fisiológico, ou seja, há uma deficiência de aminoácidos para abastecer a alta síntese de proteína na glândula mamária. Esse processo não ocorreu neste trabalho, concordando com Chilliard et al. (2003) que indicam que o teor de proteína do leite de cabra não se altera em resposta à suplementação lipídica.

A concentração de lactose dificilmente é influenciada por modificações das fontes utilizadas na formulação de dietas para animais em lactação, pois é um dos nutrientes mais estáveis da composição química do leite e está diretamente relacionada à regulação da pressão osmótica (GONZÁLEZ; DÜRR; FONTANELI, 2001).

O teor de lactose do leite neste estudo não teve variação entre as dietas, o que contraria os resultados descritos por Soryal et al. (2004), que compararam diferentes níveis de concentrado para cabras da raça Alpina e obtiveram menor valor médio de lactose para a dieta sem suplementação (4,01%), justificado pelo fato de a glicose ser a principal precursora da lactose na glândula mamaria, chegando nesta depois do processo de gliconeogênese que o propionato sofre no fígado, sem a suplementação esse processo ficou comprometido, causando diminuição desta, fato que não ocorreu neste estudo uma vez que a única variável nutricional foi o extrato etéreo da dieta.

Em trabalho avaliando dietas com diversas fontes lipídicas Maia et al. (2006) obtiveram concentrações superiores de sólidos totais (%) no leite ($P < 0,01$) (11,9; 11,6 e 11,7% para os óleos de arroz, canola e soja, respectivamente) em relação ao tratamento controle (10,8%). Fato não observado neste estudo, uma vez que os níveis percentuais e valores absolutos deste atributo não sofreram influencia do acréscimo de lipídio na dieta. Entretanto Maia et al., (2006), quando avaliou a produção de sólidos totais (g/dia), não verificou alteração ($P > 0,10$) pela inclusão de óleos à dieta, assim como neste.

Segundo a Instrução Normativa nº 37, de 31 de outubro de 2000 (MAPA, 2010) que regulamenta a “Identidade e Qualidade de Leite de Cabra”, o leite caprino é definido como o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de animais da espécie caprina sadios, bem alimentados e descansados e deve apresentar em sua composição química, para todas as variedades, o percentual de gordura original (leite integral), mínimo de 8,20% de sólidos não-gordurosos, mínimo de 2,8% de proteína bruta e o mínimo de 4,3% de lactose

A composição química média do leite de cabra desse trabalho foi de 3,78% de gordura (8,41% de sólidos não-gordurosos), 3,10% de proteína bruta, 4,46% de lactose e 12,19% de sólidos totais, sendo os percentuais de gordura e proteína, enquadrando-se nas especificações exigidas pela Normativa Federal. Entretanto, esses valores estão abaixo dos estimados por Sotillo e Méndez (1994) para o leite

de cabra no Brasil (4,75% gordura, 3,98% de proteína bruta, 4,72% de lactose e 14,23% de sólidos totais).

Quando comparados com Fernandes et al. (2008), que testaram composição do leite de cabras recebendo dietas sem e com a adição de 5% óleo, os resultados deste trabalho foram inferiores em termos de gordura (3,89, 4,99) e proteína bruta (3,23, 3,42); maiores em termos de lactose (4,20, 4,30); e iguais em termos de sólidos totais (12,71, 13,48) aos encontrados por estes autores, levando as conclusões sugeridas por Silva et al. (2007), que indica que os efeitos da suplementação lipídica no desempenho de cabras ainda não estão bem elucidados.

A gordura do leite de cabras Saanen apresentou um efeito significativo ($P < 0,05$) quando avaliada frente às variações de tempo de lactação.

Em termos percentuais, as equações de regressão apresentaram-se, para os dois tratamentos e resultado geral, negativas e significantes. Pode-se observar (tab. 5) uma boa correlação entre a semana de lactação e a produção percentual de gordura, confirmando a influencia da variação no período pós-parto, até o pico de produção, na diminuição do percentual de gordura, com o passar das semanas.

Entretanto, para a produção de gordura em termos absolutos (g cabra dia⁻¹), embora tenha apresentado significâncias expressivas, notam-se correlações medianas entre as semanas de lactação e o aumento na produção de gramas de gordura no leite, sugerindo que o passar do tempo pós-parto influencia apenas em torno de 50% na variação da produção de gordura do leite, devendo haver outros fatores, excluindo o tempo pós-parto a dieta avaliada, que influenciaram no aumento deste atributo na fase inicial de lactação para cabras Saanen.

Tabela 5 – Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e probabilidades (Pr) das médias gerais e de cada tratamento, do atributo gordura do leite de cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação

Tratamento	Atributo	Equação de regressão	R^2	Pr>F
T3	% gordura	$Y = 4,96 - 0,15x$	0,69	<0,05
	g gordura	$Y = 71,24 + 3,41x$	0,56	<0,05
T5	% gordura	$Y = 4,82 - 0,12x$	0,77	<0,05
	g gordura	$Y = 72,91 + 4,64x$	0,56	<0,05
Geral	% gordura	$Y = 4,89 - 0,14x$	0,70	<.0001
	g gordura	$Y = 72,08 + 4,03x$	0,50	<.0005

Para Sotillo e Méndez (1994), a porcentagem de gordura do leite apresenta uma curva contrária à da produção de leite de tal forma que os maiores percentuais são alcançados nos primeiros dias pós-parto, indo decrescendo paulatinamente, concordando com o encontrado nesse estudo (Fig. 5), que, independente da concentração de óleo no concentrado, apresentou uma regressão linear negativa, $Y: 4,89 - 0,14x$, estimando-se uma diminuição de 0,14% na concentração de gordura do leite a cada semana de lactação a mais, até a 11ª semana pós-parto. É importante salientar que este estudo objetivou avaliar a produção de leite de cabras até a 11ª semana pós-parto, pois após esse período, é possível que com a diminuição da produção de leite (por entrar na fase de decréscimo da curva) estima-se que ocorra o contrário com a relação percentual de gordura.

Na Fig. 2 observa-se que o conteúdo de gordura do leite foi diminuindo gradativamente no período estudado, concordando com os dados obtidos por Nunes (2002) que observou, no conteúdo de gordura do leite caprino, uma diminuição gradativa até o estágio 4 (14ª - 17ª semana de lactação). Para este autor, que estudou a curva completa, esta atingiu o pico de produção de gordura no estágio 5 (18ª-21ª semana de lactação), decrescendo até o estágio 8 (30ª - 33ª semana de lactação), a partir do qual aumentou até o final da lactação. Queiroga et al. (2007) também verificou que os teores de gordura diferiram nos períodos de lactação ($P < 0,05$), com valores de 3,3; 2,9 e 3,9 % para os períodos correspondentes aos 35, 85 e 135 dias de lactação.

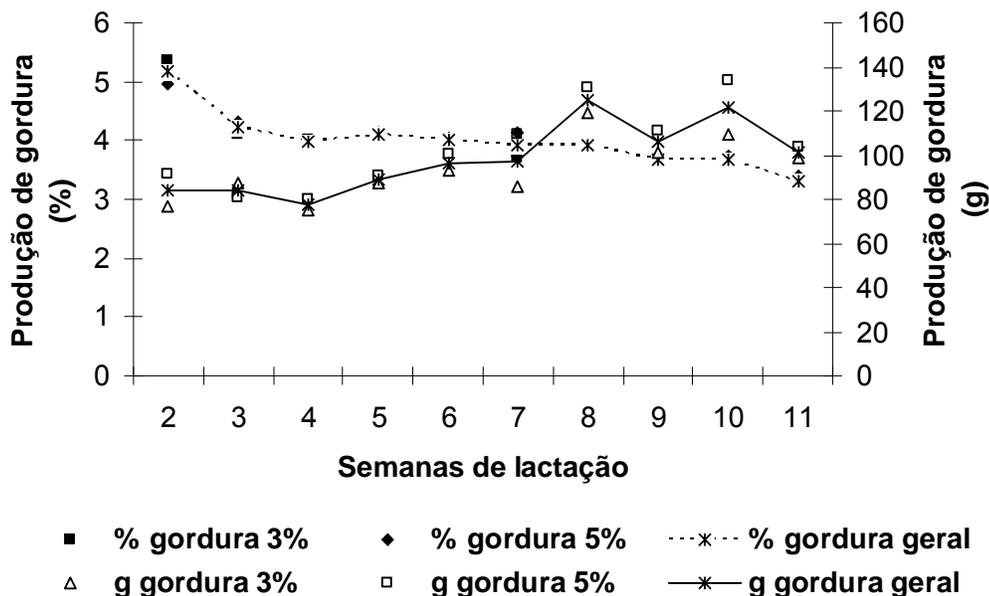


Figura 2 – Curva geral da variação da produção em gramas cabra dia⁻¹ do atributo gordura do leite de cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação

Neste trabalho, observou-se o teor percentual máximo de gordura (5,36%), na segunda semana de lactação, possivelmente pelo fato de esse ser o período de transição entre a fase de colostro e leite (SOTILLO; MÉNDEZ, 1994). Entretanto, autores como Anifantakis e Kandarakis (1980), encontram valores similares (5,63%) e Storry et al. (1983) e Prata et al. (1998), encontraram valores superiores (6,43%, e 5,70%, respectivamente).

Sabe-se que a gordura é o atributo que mais varia, influenciado por diversos fatores intrínsecos e extrínsecos ao animal. Os resultados de gordura ainda podem ser influenciados pelo manejo de ordenha, pois, especificamente a porção final da ordenha, resulta em maior quantidade de gordura no leite obtido da cisterna e dos alvéolos, caracterizando maior porcentagem de gordura (RODRIGUES, 2010), se o úbere do animal não for bem esgotado, grande quantidade de gordura ficará retida na glândula, obtendo-se falsos resultados no percentual de gordura.

A gordura é o maior componente energético no leite e é responsável por propriedades físicas, características industriais e qualidades organolépticas tanto do leite como de seus derivados (JENSEN et al., 1991). Para os produtores a gordura

tem interesse em razão do seu valor econômico e porque representa o maior custo energético na produção dos componentes do leite (BAUMAN; GRIINARI, 2001).

Para as correlações entre semana de lactação e a produção de proteína no leite, apenas os valores absolutos (g proteína cabra dia⁻¹) apresentaram equações de regressão significativas e coeficientes de determinação muito bons, estimando-se que aproximadamente 80% da variação na produção de gramas de proteína no leite de cabras Saanen, no início da lactação, é influenciada pelo passar das semanas, até a 10^a.

A partir da equação geral, (tab. 10), estimando-se um acréscimo de 5,42 g de proteína a cada semana pós-parto, até a 10^a semana de lactação.

De acordo com Jenness (1980), entre os principais fatores que afetam o teor de proteína do leite de cabra, destacam-se a raça e o período de lactação, seguidos da variação sazonal.

Queiroga et al. (2007) afirmam que o conteúdo de proteína (%) decresce no decorrer da lactação, por exemplo, Faria (1987) observou que os teores de proteína tenderam a diminuir até aproximadamente 120 dias de lactação, o que não foi verificado neste trabalho, uma vez que não houve significância para a produção percentual deste atributo (tab. 6).

Tabela 6 – Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e probabilidades (Pr) das médias gerais e de cada tratamento, do atributo proteína bruta do leite de cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3 e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação

Tratamento	Atributo	Equação de regressão	R²	Pr>F
T3	% proteína	$Y = 3,10 - 0,009x$	0,11	0,35
	g proteína	$Y = 40,78 + 5,00x$	0,83	<0,05
T5	% proteína	$Y = 3,21 - 0,01x$	0,08	0,44
	g proteína	$Y = 43,71 + 5,85x$	0,83	<0,05
Geral	% proteína	$Y = 3,16 - 0,01x$	0,07	0,26
	g proteína	$Y = 42,25 + 5,42x$	0,78	<.0001

Entre as possibilidades de diminuição da proteína láctea pode-se citar a redução da produção microbiana e uma restrição na disponibilidade de glicose, entre outras (COPPOCK; WILKS, 1991). Os dados da literatura são controversos quanto ao percentual de proteína em relação ao período de lactação, não tendo sido

determinada a razão pela qual a produção de proteína não aumenta proporcionalmente ao volume de leite produzido não tem sido determinada (NRC, 2001).

Observando a curva geral de produção de proteína, nota-se que o pico ocorreu em torno da 10ª semana de lactação, com o valor de 111,29 g (Fig. 3), num período correspondente entre a 2ª e 10ª semana de lactação.

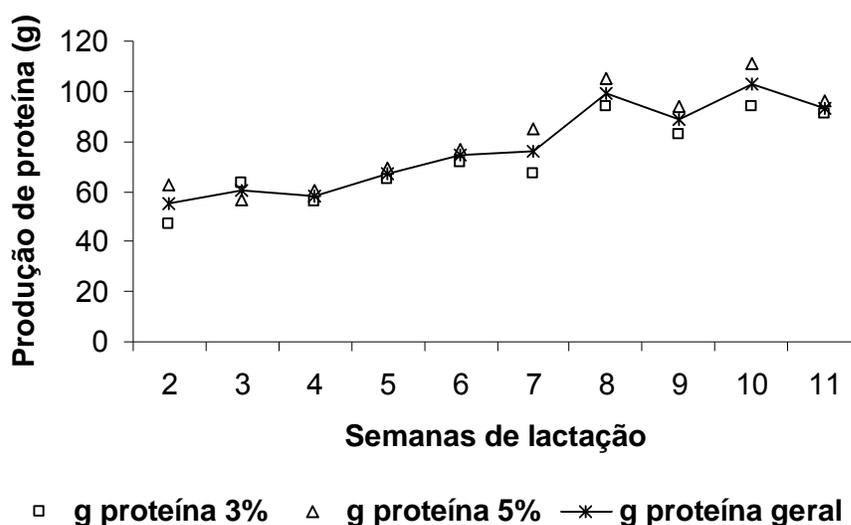


Figura 3 – Curva geral da variação da produção em gramas cabra dia⁻¹ do atributo proteína do leite de cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação

Assim como no percentual de gordura, o teor médio do percentual de proteína na segunda semana pós-parto foi o mais elevado do período, 3,35% (numa amplitude de 3,0 a 3,35%), afirmando o argumento de atraso na fase de transição colostro:leite para as cabras desse estudo.

Há grande unanimidade na literatura em relação ao fato de que a lactose é o componente do leite menos afetado pela alimentação (MÜHLBACH et al., 2000), fato confirmado neste trabalho, entretanto ao avaliar a correlação das semanas de lactação com a produção de lactose no leite caprino, observou-se uma correlação positiva e significativa (tab. 7) entre a produção de lactose em valores absolutos (g cabra dia⁻¹) com o passar das semanas de lactação, entre a 2ª e 10ª semanas avaliadas.

Para as curvas de produção percentual de lactose, obteve-se significância na curva geral ($P=0,04$), entretanto, baixíssimo coeficiente de determinação (R^2 : 0,21), o que levou a desconsideração da equação de regressão para descrever o comportamento deste atributo ao passar das semanas de lactação.

Tabela 7 – Equações de regressão, coeficiente de variação e probabilidades das médias gerais e de cada tratamento, do atributo lactose do leite de cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3 e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação

Tratamento	Atributo	Equação de regressão	R^2	Pr>F
T3	% lactose	$Y = 4,53 - 0,003x$	0,01	0,80
	g lactose	$Y = 58,98 - 7,61x$	0,87	<0,05
T5	% lactose	$Y = 4,71 - 0,02x$	0,79	0,0006
	g lactose	$Y = 64,31 + 8,25x$	0,84	< 0,05
Geral	% lactose	$Y = 4,62 - 0,01x$	0,21	0.04
	g lactose	$Y = 61,65 + 7,90x$	0,82	<.0001

Um resultado intrigante, com relação à produção de lactose, foi a significância da equação de regressão, com um bom coeficiente de determinação, que expressa a diminuição do percentual deste atributo com o passar das semanas de lactação (tab. 7). Como visto anteriormente, não houve efeito do tratamento ($P=0,26$) sobre a produção percentual de lactose (T3: $4,52 \pm 0,09$ e T5: $4,55 \pm 0,04$), então não haveria fundamentação fisiológica para ocorrer essa significância apenas para o T5.

Em condições normais, o teor de lactose é um pouco menor no início e ao final da lactação, acompanhando a curva de produção. A lactose é considerada o “marca-passos” da produção de leite, ou seja, quanto mais ácido propiônico estiver disponível para a síntese de lactose no úbere, tanto mais leite é secretado (NÖRNBERG, 2003).

A produção de lactose em valores absolutos comportou-se de forma similar à gordura e a proteína, em níveis mais baixos logo após o parto (segunda semana de lactação) aumentando progressivamente com o passar das semanas de lactação (Fig. 4), atingindo seu pico de produção também na 10ª semana pós-parto, com o valor de $161,03 \text{ g cabra dia}^{-1}$.

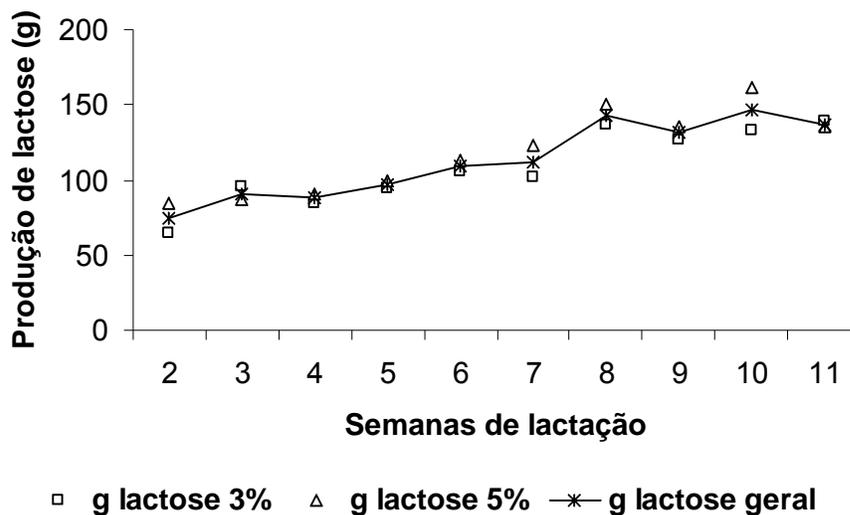


Figura 4 – Curva geral da variação da produção em gramas cabra dia⁻¹ do atributo lactose do leite de cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação

Mesmo não tendo sofrido influencia significativa pelo passar das semanas de lactação, a produção percentual de lactose, também foi máxima nas semanas iniciais de lactação, atingindo o valor de 4,64% na terceira semana pós-parto.

A lactose é um dos nutrientes mais estáveis na composição química do leite e está diretamente relacionada à regulação da pressão osmótica, de modo que maior produção de lactose determina maior produção de leite com mesmo teor de lactose (NÖRNBERG, 2003).

Os sólidos totais do leite de cabras Saanen, assim como os teores de gordura, apresentaram correlação significativa com as semanas de lactação (tab. 8). Em termos percentuais, estima-se uma redução de 0,19% com o passar das semanas de lactação, entre a 2^a e a 10^a semana avaliada, enquanto para os valores absolutos (g cabra dia⁻¹) estima-se um aumento de 18,39 gramas com o passar das semanas de lactação, entre a 2^a e a 10^a semana avaliada. Diferente da gordura, os coeficientes de determinação das equações de regressão do atributo sólidos totais, mostraram-se acima dos 70%, evidenciando grande influencia do tempo de lactação na variação da produção de sólidos totais no leite de cabras Saanen entre a 2^a e a 10^a semana pós-parto.

Tabela 8 – Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e probabilidades (Pr) das médias gerais e de cada tratamento, do atributo sólidos totais do leite de cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3 e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação

Tratamento	Atributo	Equação de regressão	R^2	Pr>F
T3	% sólidos totais	$Y = 13,77 - 0,20x$	0,70	< 0,05
	g sólidos totais	$Y = 187,84 + 16,96x$	0,80	<0,05
T5	% sólidos totais	$Y = 13,93 - 0,19x$	0,75	<0,05
	g sólidos totais	$Y = 198,87 + 19,82x$	0,75	< 0,05
Geral	% sólidos totais	$Y = 13,85 - 0,19x$	0,70	<.0001
	g sólidos totais	$Y = 193,35 + 18,39x$	0,73	<.0001

Maia et al. (2006) determinaram que o aumento verificado no teor de sólidos totais (%), equivalente a 8,3%, possa ser atribuído a uma possível elevação do teor de gordura do leite, uma vez que não foram encontradas alterações no conteúdo de proteína.

Observando o comportamento da curva de produção absoluta de sólidos totais do leite de cabras Saanen (Fig. 5), nota-se que este alcançou o pico de produção na 10^a semana de lactação atingindo o valor de 399,31 g cabra dia⁻¹. E como seria de esperar, o pico de produção percentual de sólidos totais ocorreu na segunda semana pós-parto com valor de 14,25%, acompanhando o ocorrido com os demais atributos estudados.

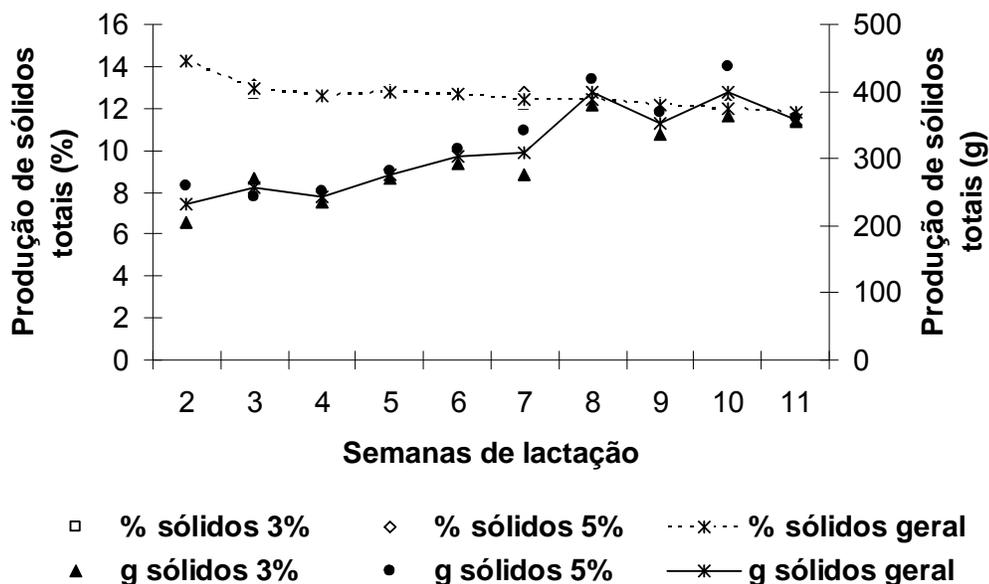


Figura 5 – Curva geral da variação da produção em gramas cabra dia⁻¹ do atributo sólidos totais do leite de cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação

Os níveis percentuais dos ácidos graxos butírico (C4:0), capríco (C6:0) e caprílico (C8:0) no leite, não foram influenciados pelo acréscimo de óleo de arroz na dieta de cabras Saanen, até a 10^a semana de lactação, ficando os níveis médios gerais de 0,31%; 0,86% e 1,38%, respectivamente.

Para Sotillo e Méndez (1994), em revisão com diversos autores, obtiveram grandes variações nos percentuais destes ácidos graxos no leite de cabras, podendo considerar amplitudes de 0,7 a 4,5% para o ácido butírico; 1,5 a 3,3% para o ácido capríco e 1,9 a 3,4% para o ácido caprílico, sendo todos os valores mínimos das amplitudes superiores aos encontrados neste estudo.

Maia et al. (2006) que avaliaram o efeito da inclusão de diferentes fontes de óleos (sem adição de fonte de óleo; adição de 5,1% de óleo de arroz na dieta total; adição de 5,1% de óleo de canola na dieta total; adição de 5,1% de óleo de soja na dieta total) na composição do leite de cabras Saanen, também não encontraram alteração na concentração do ácido butírico (C4:0) com a inclusão de óleos à dieta e não diferiu entre óleos estudados, entretanto, observaram redução ($P < 0,09$) nas concentrações dos ácidos capríco e caprílico, com a inclusão de óleos vegetais à dieta, diferindo deste experimento.

Ainda segundo os mesmos autores, para o tratamento com óleo de arroz, as concentrações, foram 0,77% (butírico), 1,09% (capróico) e 1,57% (caprílico), valores estes superiores aos encontrados neste trabalho.

Uma das características importantes do leite caprinos é o maior percentual, comparado ao leite bovino, de ácidos graxos de cadeia curta, o que pode ser confirmado ao compararmos os dados obtidos com esse experimento e com os obtidos por Silva et al. (2011) que avaliaram o perfil de ácidos graxos no leite de vacas leiteiras, observando uma maior concentração no leite caprino dos ácidos capróico (0,86% caprino vs 0,45% bovinos) e caprílico (1,38% caprino vs 0,52% bovino), entre outros não discutidos no momento, o que na prática torna o leite mais digestível, em razão da ação mais eficaz das lipases ésteres dos triglicerídeos desses ácidos graxos.

Segundo, Sotillo e Méndez, (1994), os ácidos graxos mais importantes do ponto de vista quantitativo no leite de cabra, são o Palmítico (C16:0), o Esteárico (C18:0) e o Cáprico (C10:0).

Com relação a estes três ácidos graxos, o acréscimo de óleo de arroz na dieta de cabras Saanen, resultou em diminuição significativa ($P < .0001$) nas concentrações percentuais dos ácidos, Palmítico (T3: $26,87 \pm 1,60$; T5: $24,76 \pm 1,03$) e Cáprico (T3: $5,90 \pm 1,32$ e T5: $4,82 \pm 0,68$); enquanto não influenciou na concentração do ácido Esteárico (Geral: $19,52 \pm 1,67$).

Para Maia et al (2006) a inclusão de óleos vegetais na dieta promoveu aumento ($P < 0,01$) da concentração do ácido esteárico (C18:0) na gordura do leite de cabras, que passou de 10,34% no tratamento controle para 19,74; 16,75 e 17,53% nos tratamentos com óleo de canola, arroz e soja, respectivamente, aumento este de 74% quando comparados o tratamento controle, sem haver diferenças entre óleos de oleaginosas (canola e soja) e de arroz nem entre as duas oleaginosas ($P > 0,10$).

Com relação à concentração de ácido palmítico no leite das cabras Maia et al., (2006), encontraram valor semelhante ao deste experimento, de 24,5%, com a suplementação com óleo de arroz.

Fernandes et al. (2008) observaram uma maior concentração de Cáprico, quando fornecida uma dieta sem a adição de óleo, com um valor bem superior ao encontrado por este estudo (10,37%).

Neste trabalho os ácidos graxos de cadeia curta do leite caprino (Fig. 6) diminuíram significativamente ($P<0,05$) com o acréscimo de óleo de arroz na dieta das cabras Saanen.

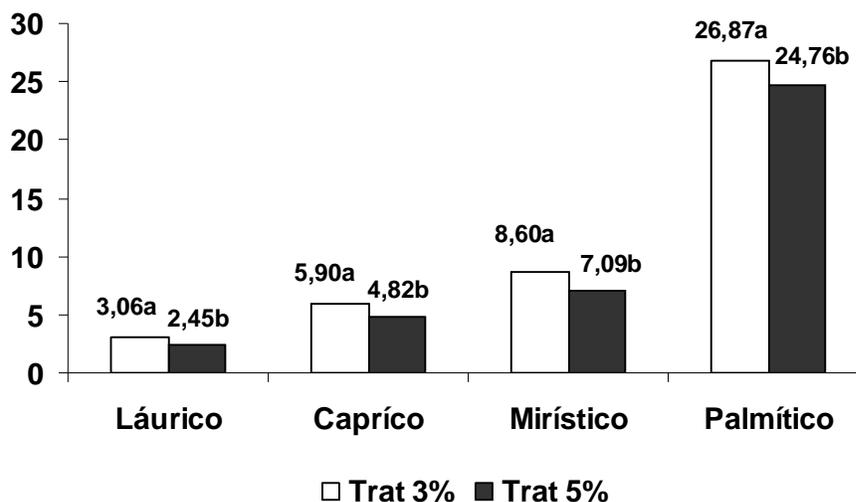


Figura 6 – Variação da concentração dos ácidos graxos de cadeia curta do leite de cabras Saanen, em g/100g de lipídios, alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação

Resultados semelhantes aos encontrados por Fernandes et al. (2008), que encontraram aumento ($P<0,05$) nas concentrações dos ácidos graxos de cadeia curta, quando fornecida dieta sem adição de óleo, o que parece ser um indício de maior participação dos ácidos graxos de cadeia longa proveniente dos óleos utilizados.

A redução da proporção dos ácidos graxos de cadeias curta e média pode ser decorrente da diminuição de precursores da síntese *de novo*, acetato e β -hidroxibutirato, resultantes da fermentação ruminal, ou da direta inibição do complexo enzimático envolvido na síntese *de novo* pela ação dos ácidos graxos de cadeia longa dos óleos vegetais (PALMQUIST; BEAULIEU; BARBANO, 1993), sendo a segunda opção a mais possível para a justificativa dos resultados deste experimento, uma vez que os níveis de percentuais de gordura não foram influenciados pelo tratamento, sugerindo não ter havido dano à produção do acetato em nível ruminal, pois quando a capacidade dos microrganismos em saturar os

ácidos graxos for ultrapassada, os ácidos graxos insaturados acumulam-se e interferem na fermentação ruminal (NRC, 2001).

Menores proporções de ácidos graxos de cadeias curta e média foram encontradas no leite de vacas submetidas a infusão no abomaso sob suplementação com o ácido graxo trans-octadecenóico o que indica redução da síntese *de novo* de ácidos graxos pela glândula mamária (GRUMMER, 1991).

Um decréscimo na concentração dos ácidos graxos de cadeia curta, principalmente o mirístico, torna-se positivo do ponto de vista da saúde humana, uma vez que excessos nas concentrações desses ácidos na alimentação podem proporcionar sérios problemas à saúde.

Com relação aos ácidos graxos monoinsaturados, o acréscimo de óleo de arroz na dieta de cabras Saanen teve efeito significativo (tab. 9) apenas sobre o ácido graxo oléico (18:1n-9), o qual, em termos de ácido graxo monoinsaturado do leite de cabra, é o mais abundante (SOTILLO; MÉNDEZ, 1994).

Tabela 9 – Médias e erros padrão do perfil de ácidos graxos monoinsaturados da gordura do leite de cabras Saanen, em g/100g de lipídios, alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação

Ácidos Graxos	T3	T5	Média	Pr>F
C14:1 Miristoléico	0,18±0,18	0,11±0,15	0,15±0,18	0,75
C16:1 Palmitoléico	0,39±0,06	0,43±0,06	0,41±0,05	0,14
C17:1 8-heptadecanóico	0,10±0,11	0,13±0,1	0,11±0,05	0,22
C18:1 trans -11 Vacenico	1,29±1,18	3,29±1,29	2,29±1,07	0,06
C18:1n 9c Oléico	23,86±2,97	25,79±2,4	24,83±1,06	0,04
C18:1n 9t elaídico	1,55±1,28	1,07±1,5	1,31±1,02	0,35
C20:1 11-eicosenóico	0,09±0,004	0,10±0,006	0,09±0,01	0,54
AGMI ¹	24,55±3,05	26,56±2,34	25,56±1,09	0,14

¹ ácidos graxos monoinsaturados.

O ácido oléico apresentou um aumento significativo influenciado pelo maior nível de óleo de arroz na dieta, concordando com Fernandes et al. (2008), que também observaram maiores concentrações deste ($P<0,05$) com a inclusão dos óleos, assim como a elevação na concentração de insaturados depositados no leite ($P<0,05$).

Parte do ácido esteárico é transformada em ácido oléico pela ação da enzima delta-9 desaturase na glândula mamária, que promove a insaturação do ácido esteárico (18:0) no carbono 9, originando o ácido oléico (18:1n-9).

Maia et al. (2006) observaram que a inclusão de óleos vegetais na dieta elevou ($P < 0,01$) a concentração do ácido oléico (18:1n-9), de modo que o valor encontrado (35,2%) foi 37% superior ao obtido com a dieta controle (25,67%).

Com relação aos ácidos graxos poliinsaturados, observamos (tab. 10) que, dos identificados no leite de cabras Saanen, o CLA (C18:2 cis 9, trans 11) e o C18:3n3, foram os únicos que sofreram influencia significativa com acréscimo de óleo na dieta ($P < 0,05$).

Tabela 10 – Médias e erros padrão do perfil de ácidos graxos poliinsaturados e ácido linoléico conjugado (CLA) da gordura do leite de cabras Saanen, em g/100g de lipídios, alimentadas com dois níveis de óleo de arroz (3% e 5%), durante as 10 primeiras semanas de lactação

Ácidos Graxos	T3	T5	Média	Pr>F
C18:2n 6c Linoléico	3,20±0,21	3,28±0,21	3,24±0,19	0,21
C18:3n6 Linolênico	0,04±0,02	0,04±0,05	0,04±0,03	0,16
C18:2 cis 9, trans 11 CLA	0,37±0,19	0,72±0,009	0,47±0,24	0,05
C18:3n3	0,80±0,15	0,69±0,20	0,75±0,14	0,005
C20:4n 6 Araquidônico	0,19±0,25	0,19±0,03	0,19±0,02	0,11
AGPI ¹	4,19±0,33	4,28±0,44	4,23±0,28	0,02

¹ Ácidos Graxos Poliinsaturados

Em termos de ácidos graxos poliinsaturados, os que se destacam em caprinos são o Linoléico, Linolênico e em menor proporção o araquidônico (SOTILLO; MÉNDEZ, 1994).

Ainda para os mesmos autores, as concentrações destes ácidos graxos, para o leite de cabra, pode variar de 0,5 a 3,8% (Linoléico) e de 0,2 a 4,12% (Linolênico).

Para Fernandes et al. (2008), as concentrações dos ácidos esteárico (C18:0), oléico (C18:1) e linoléico (C18:2) aumentaram ($P < 0,05$) com a inclusão dos óleos, bem como a quantidade de insaturados depositados no leite também se elevou ($P < 0,05$).

Com relação ao ácido linoléico conjugado (CLA), o acréscimo de óleo de arroz afetou significativamente ($P < 0,05$) sua concentração no leite de cabras Saanen, chegando a um aumento (T5) de quase 100% comparado ao T3.

Maia et al. (2006) encontraram, um aumento de 55% na concentração de CLA na gordura do leite de cabras comparando a dieta controle as com inclusão de óleo vegetal, obtendo medias de 0,91; 1,10; 1,43 e 1,70% para os tratamentos controle, óleo de canola, arroz e soja, respectivamente, todas superiores aos encontrados neste estudo (tab. 9).

Mir et al. (1999), estudando os efeitos da adição de níveis crescentes de óleo de canola na dieta de cabras em lactação, verificaram que o percentual de CLA passou de 88 para 210% quando a inclusão de óleo passou de 2 para 4%, respectivamente, em relação ao tratamento sem óleo. Contudo, não encontraram efeito benéfico no aumento do conteúdo de CLA com a inclusão de 6% de óleo de canola.

O aumento obtido na concentração de CLA no leite, torna esse alimento com características mais apreciadas e benéficas à saúde humana, o que gera uma possibilidade de agregação de valor na venda ao produtor, possibilitando a diminuição dos custos com o acréscimo de óleo na dieta.

Segundo Gulati, Byers e Byers, (1997), a quantidade de ácidos graxos transferidos da dieta para a gordura do leite está diretamente relacionada ao nível de proteção implementado à fonte suplementar de óleo e ao tipo de suplemento empregado. Portanto, a manipulação da dieta de cabras leiteiras, dependendo do objetivo proposto para o produto final, pode ser uma forma de controlar as características nutricionais e/ou físico-químicas da gordura do leite.

Entre os ácidos graxos observam-se comportamentos diferentes, com relação às doenças cardiovasculares, acreditando-se que os ácidos palmítico (C16:0) e mirístico (C14:0) elevam os níveis de lipoproteínas de baixa densidade (LDL-colesterol) em maior proporção que o ácido esteárico (C18:0), e que o ácido láurico (C12:0) promove hipercolesterolemia, sendo em menor quantidade que os ácidos palmítico (C16:0) e mirístico (C14:0). Acredita-se ainda, que os ácidos graxos monoinsaturados, como por exemplo, o ácido oléico, não influem nos níveis de colesterol. Com relação ao ácido elaídico (C18:1), resultante dos processos de hidrogenação de óleos vegetais, existem indícios de que poderia induzir

hipercolesterolemia. Por sua vez os poliinsaturados, como o ácido linoléico (C18:2), reduzem os níveis séricos de LDL-colesterol (FUENTES, 1998).

Mesmo com variações significativas e alguns ácidos graxos e em outros não, o acréscimo de óleo de arroz na dieta de cabras Saanen, diminuiu significativamente ($P < 0,05$) a concentração total de ácidos graxos saturados (AGS) e aumentou ($P < 0,05$) a de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI), conforme Fig. 7, podendo ser justificada pelo bom nível de insaturação dos ácidos graxos que compõem o óleo de arroz.

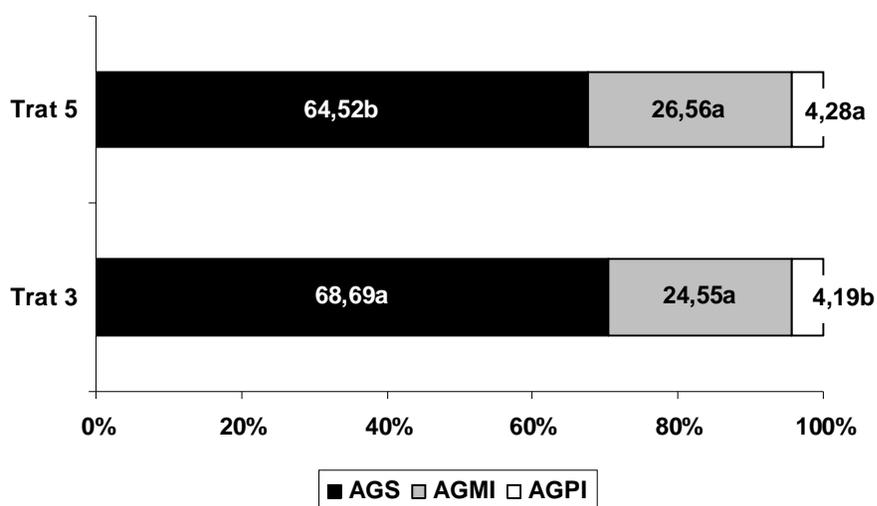


Figura 7 – Concentração total de ácidos graxos saturados (AGS), mono (AGMI) e poliinsaturados (AGPI) no leite de cabras Saanen alimentadas com dois níveis de óleos de arroz (3% e 5%) na MS, durante as 10 primeiras semanas de lactação

Para Maia et al. (2006) a concentração de AGS na gordura do leite das cabras no tratamento controle foi superior ($P < 0,01$) à obtida com suplementação, como resultado do alto nível de insaturação das fontes de óleos vegetais utilizadas na formulação das dietas. Porém, não houve diferença entre a suplementação com óleo de arroz e óleo de oleaginosas nem entre as oleaginosas (média de 57% para estes tratamentos).

A inclusão de óleo de arroz, em nível de 5%, na dieta de cabras Saanen, diminuiu em 6,8% a concentração de AGS no leite, dados também obtidos por Maia et al. (2006) que concluíram que a inclusão de óleos vegetais ricos em AGPI na dieta de cabras leiteiras reduziu em 15,6% a concentração de ácidos graxos saturados quando adicionados em nível de 5,1% da dieta.

Concomitantemente à redução verificada na concentração de AGS, houve elevação ($P < 0,01$) na concentração de AGPI na gordura do leite quando as dietas foram enriquecidas com fontes de óleos vegetais. Tendência semelhante foi relatada por Santos et al. (2001), em pesquisa com vacas alimentadas com dietas contendo grão e óleo de soja.

Dados obtidos por Nydahl, Gustafsson e Vessby (1994), que enriqueceram com AGMI (MUFAs) e AGPI (PUFAs) a dieta de pacientes hospitalizados com ou sem hipertrigliceridemia, referiram que o enriquecimento dessas dietas pobres em lipídio e baixa em AGS (SFAs) tinham efeito similar nas concentrações do lipídio sérico em pacientes hiperlipidêmicos, parecendo serem igualmente efetivas na redução do colesterol total e LDLcolesterol. Nesse estudo, as dietas enriquecidas com PUFAs ocasionaram uma diminuição de 19% na concentração do colesterol sérico total e 23% da LDL-colesterol e as enriquecidas com MUFAs uma diminuição de 17% e 19%, respectivamente.

Poucas diferenças nos ácidos graxos foram observadas quando comparados os efeitos dos tratamentos em relação à semana de lactação dos animais.

Como mostra a tab. 11, seis ácidos graxos tiveram significância na relação semana de lactação - aumento na concentração, entretanto, apenas os ácidos graxos, C22:0, C20:0, C18:3n3 apresentaram bons coeficientes de determinação, levando-nos a concluir que apenas para estes o efeito foi realmente importante. A influência da semana de lactação na concentração dos AGS e AGPI foi de aproximadamente 50% para o T3, insuficiente para explicar as alterações nestes ácidos graxos de forma precisa.

Tabela 11 – Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e probabilidades (Pr) dos percentuais médios dos ácidos graxos, do leite de cabras Saanen alimentadas com dieta 3% de óleo de arroz na MS, nas 10 primeiras semanas de lactação

Ácidos Graxos	Equação de regressão	R^2	P
C12:0	$Y=1,885+0,49x$	0,49	<0,05
C14:0	$Y=6,11+1,06x$	0,48	<0,05
C15:0	$Y=0,692+0,09x$	0,48	<0,05
C22:0	$Y=0,083+0,02x$	0,73	<0,005
C20:0	$Y=0,37+0,013x$	0,87	<0,01
C18:3n3	$Y=0,16+0,13x$	0,80	<0,001
AGS ¹	$Y=62,41+2,58x$	0,50	<0,05
AGPI ²	$Y=3,43+0,27x$	0,56	<0,05

¹Ácidos Graxos Saturados; ² Ácidos Graxos Poliinsaturados.

Ao utilizarmos o coeficiente de determinação como base da discussão, apenas seria significativa a influência da semana de lactação sobre o ácido graxo C20:1, uma vez que para os demais continua-se considerando uma influência mediana sem uma explicação plausível do porque desta variação. Nota-se (tab. 12) que neste tratamento, diferente do T3 apenas os ácidos graxos monoinsaturados foram influenciados pelas semanas de lactação, mas também com uma determinação mediana (51%).

Tabela 12 – Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e probabilidades (Pr) dos percentuais médios dos ácidos graxos, do leite de cabras Saanen alimentadas com dieta 5% de óleo de arroz na MS, nas 10 primeiras semanas de lactação

Ácidos Graxos	Equação de regressão	R^2	P
C16:1	$Y=0,60+0,05x$	0,66	<0,001
C18:1n9c	$Y=30,42+2,04$	0,46	<0,05
C18:3n3	$Y=0,30+0,17x$	0,46	<0,05
C22:0	$Y=0,11+0,02x$	0,67	<0,005
C20:0	$Y=0,38+0,03x$	0,61	<0,05
C20:1	$Y=0,77+0,006X$	0,72	<0,01
AGMI ¹	$Y=31,45+1,98$	0,51	<0,05

¹Ácidos Graxos monoinsaturados

Embora tenha sido observada alteração na concentração de ácidos graxos frente ao período de lactação das cabras Saanen até a 10^a semana pós-parto, é evidente, neste caso, que a influência primordial na variação da composição da gordura do leite se deve sim ao fator nutrição, uma vez que os tratamentos não influenciaram significativamente na composição química do leite dos animais estudados. E se a semana de lactação fosse influenciar na concentração de ácidos graxos, conforme influenciou na concentração de gordura se obteria resultados semelhantes para os dois tratamentos, podendo assim fazer uma relação entre a variação no percentual de gordura com a variação na concentração dos ácidos graxos desta gordura, fatos que não pode ser confirmado, por não haver simultaneidade entre os resultados da influencia da semana de lactação na concentração de ácidos graxos, conforme mostram as tab. 15 e 16.

Com relação a qualidade higiênica do leite de cabras Saanen nas primeiras 10 semanas de lactação, não foi observado sintomatologia clínica compatível com mamite em nenhum dos animais durante o experimento, entretanto, obteve-se um resultado de 18,7% das amostras colhidas com resultado positivo na avaliação bacteriológica (55/294), evidenciando a presença de mamite subclínica no rebanho estudado (WHITE; HINCKLEY, 1999). O percentual encontrado neste experimento foi inferior ao encontrado por Santos et al. (2004), que encontraram 24% de crescimento bacteriano em 488 amostras coletadas em caprinos no Rio Grande do Sul.

O produtor de leite, dificilmente tem acesso facilitado aos laboratórios de diagnósticos, para realizar periodicamente a avaliação microbiológica do leite do seu rebanho, ficando a mercê do teste de campo, Califórnia Mastite Teste (CMT). Neste estudo, pretende-se ressaltar a importância da associação cautelosa e diagnóstico de mamite em caprinos, uma vez que implica em prejuízos diretos ao sistema produtivo, tanto pelo uso de antibióticos, descarte do leite e potencial utilização inadequada dos medicamentos, levando a resistência e maiores problemas no futuro.

Ao associarmos os resultados de contagem de células somáticas (CCS) com o resultado do teste de CMT, nas amostras que foram positivas ao exame bacteriano, observou-se (Fig. 8) a falta de padrão, como método de diagnóstico, uma vez que os valores de CCS variaram numa amplitude de 78×10^3 a 6174×10^3 , para o resultado zero, no teste de CMT e de 338×10^3 a 1850×10^3 para o resultado

0,5 (traços) no CMT, não passando desses níveis, os resultados de CMT encontrados nesse estudo.

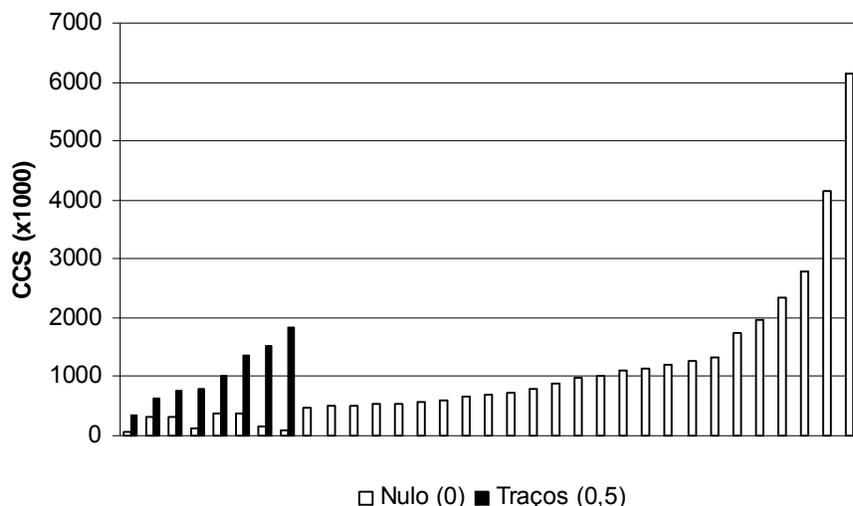


Figura 8 – Relação entre o resultado da contagem de células somática (CCS) e a resposta ao teste de CMT (zero e 0,5) em amostras de leite, **positivas** ao exame bacteriológico, em cabras Saanen, durante as primeiras 10 semanas de lactação

Para Rota et al. (1994), $CCS > 2.000 \times 10^3$ células/mL é considerada como positivo para mamite subclínica, entretanto, o que se observa nos dados acima (Fig. 11) é que a grande maioria das amostras positivas ao exame bacteriológico mantiveram-se abaixo das 2.000×10^3 células/mL. Além da presença de partículas citoplasmáticas, a CCS em caprinos pode ser influenciada pelo estágio de lactação, pela presença do vírus da artrite encefalite caprina e número de partos (PAAPE; CAPUCO, 1997).

Com relação aos aspectos sanitários do leite de cabras Saanen, não foi observado efeito do tratamento na contagem de células somáticas do leite das cabras ($P=0,0799$).

Quando associados os resultados da contagem de células somáticas aos resultados do teste de CMT, nas amostras negativas ao exame bacteriológico, observa-se (Fig. 9) uma grande variação em termos de valores para os resultados zero e 0,5 do CMT, constatando certa dificuldade de utilização deste teste como meio de diagnóstico na espécie caprina.

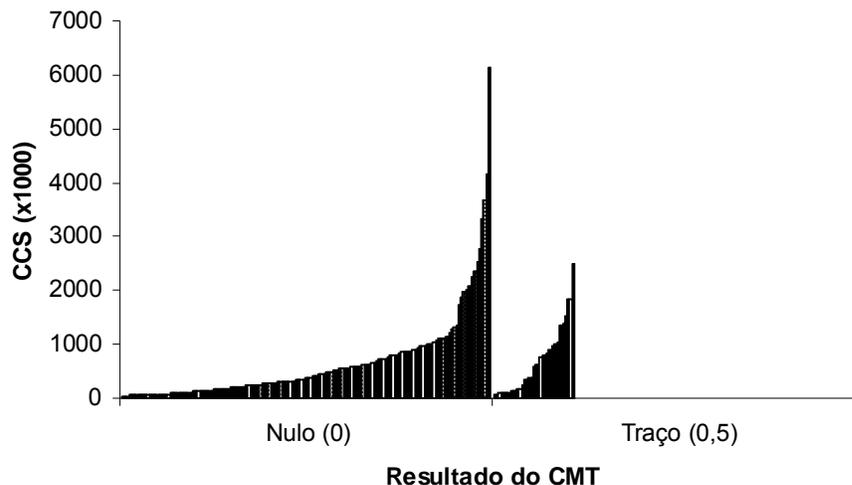


Figura 9 – Relação entre os resultados de contagem de células somática e a resposta ao teste de CMT (zero e 0,5), em amostras de leite **negativas** ao exame bacteriológico, em cabras Saanen, durante as primeiras 10 semanas de lactação

Quando se avaliou o comportamento das 10 semanas de lactação frente à CCS, não se observou diferença significativa ($P>0,05$) as semanas de lactação, provavelmente por ter sido utilizada apenas uma fase da lactação dos caprinos (SOTILLO; MÉNDEZ, 1994) nas avaliações deste estudo.

Conclusão

A produção, composição química e qualidade higiênica do leite de cabras Saanen até a 11ª semana de lactação não são afetadas pelo aumento na inclusão de óleo de arroz na dieta.

Enquanto que os teores de ácidos graxos Saturados, poliinsaturados e do ácido linoléico conjugado (CLA) são afetados pelo nível de óleo de arroz na dieta.

Referencial Bibliográfico

AGRAZ G., A. A. **Caprinotecnia 2**. México: Limusa, 1976. 1212 p.

AGUIRRE, S. I. A.; **Producción de caprinos**, México, D.F, AGT EDITOR, S.A., 1986. 671 p.

AMBROSOLI, R.; DiSTASIO, L.; MAZZOCCO, P. Content of alphas1-casein and coagulation properties in goat milk. **J. Dairy Sci.**, v. 71, p. 24-28, 1988.

ANIFANTAKIS, E. M.; KANDARAKIS, J. G. Contribution to the study of the composition of goats milk. **Milchwissenschaft**, Muchen, v.35, p. 617-619, 1980.

AOAC, **Official methods of analysis of the AOAC international**. Official method. 16th ed., 1999.

ATTAIE, R.; RICHTER, R. L. Size distribution of fat globules in Goat milk. **J. Dairy Sci.**, v. 83, n. 5, p. 940-944, 2000.

BARBOSA, M.; MIRANDA, R. Physico-chemical and microbiological characteristics of goat milk in Portugal. **Bulletin Int. Dairy Fed.**, n.202, p.84-89, 1986.

BARROS, L. Transtornos metabólicos que afetam a qualidade do leite. In: GONZÁLEZ, F. H. D. et al. (Ed.) **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: Gráfica da UFRGS, 2001. p. 44-57.

BARRY, J. M. A Quantitative Balance Between Substrates and Metabolic Products of the Mammary Gland. **Biol. Rev.**, 39: 194, 1964.

BAUMAN, D. E.; GRIINARI, J. M. Review: Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Liv. Prod. Sci.**, Amsterdam, v. 70, [s.n.], p. 15-29, 2001.

BENTLEY INSTRUMENTS. **Bentley 2000: Operator's Manual**. Chaska: Bentley. 1995, 77p.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian J. Biochem. and Physiol.**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BORGES, C. H. P; BRESSLAU, S. **Manejo e alimentação de cabras em lactação**. Treinamento em gado leiteiro – PURINA AgribRANDS do Brasil. Belo Horizonte, 2003. 20p.

BOROS; V.; STEVONKOVA, E. Fatty acid composition of goat's Milk fat and variation in fat acid composition during lactation. *Zivociscka Vyroba*, 35(99): 825-831, 1990.

BRAMANTI, E.; SORTINO, C.; ONOR, M.; BENI, F.; RASPI, G. Separation and determination of denatured alpha(s1)-, alpha(s2)-, beta- and kappa-caseins by hydrophobic interaction chromatography in cows', ewes' and goats' milk, milk mixtures and cheeses. **J. Chromatography A.**, n. 994, v. 1-2, p. 59-74, 2003.

CAPPIO-BORLINO, A.; POTOLANO, B.; TODARO, M; MACCIOTTA, N. P. P; GIACCONE, P; PULINA, G. Lactation curves of valle del Belice dairy ewes for yields of milk, fat, and protein estimated with test day models. **J. Dairy Sci.**, v.80, p.3023-3029, 1997.

CARDOSO, F. M.; VILANOVA, M. S.; SCHMIDT, V. Perfil de consumidores potenciais de produtos de origem caprina. **In: XVII Congresso de Iniciação Científica da UFPEL, 2008, Pelotas/RS. Anais do XVII CIC e X ENPÓS, 2008.**

CHILLIARD, Y. Caractéristiques biochimiques des lipides du lait de chèvre. Comparaison avec les laits de vache et humain. Actes du colloque: Le lait de chèvre, un atout pour la santé. **INRA Editions**, n. 81, p. 51-66, 1997.

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; MANSBRIDGE, R. M.; DOREAU M. Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. **Ann. Zootech.** 49:181–205. 2000.

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; ROUEL, J.; LAMBERET, G. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **J. Dairy Sci.**, v. 86, n. 5, p. 1751-1770, 2003.

CHIN, S.F.; LIU, W.; STORKSON, J. M.; PARIZA, M. W. Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. **J. Food Compos. Analysis**, v.5, p.185-197, 1992.

CHRISTIE, W. W. The composition and structure of milk lipids. In developments in Dairy Chemistry, vol. 2nd. P.F. **Elsevier Applied Science Publishers**, Barking, p.1-36, 1983.

CHURCH, D. C. **El rumiante: Fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza, España :Acribia, 1988. 641p.

COPPOCK, C. E; WILKS, D. L. Supplemental fat in high-energy rations for lactating cows: Effects on intake, digestion, milk yield and composition. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v. 69, n. 9, p. 3826-3837, 1991.

CORDEIRO, P.R. Opções de Mercado do Leite de Cabra e Derivados. Perspectivas de desenvolvimento, industrialização e comercialização. Disponível em: <<http://www.caprítec.com.br/art06.htm>> Acesso em 15 jul. 2010.

CORL, B. A.; BAUMGARD, L. H.; DWYER, D. A.; GRIINARI, J. M.; PHILIPS; B. S.; BAUMAN, D. E. The role of delta-9-desaturase in the production of cis-9, trans- 11 CLA and other delta-9 desaturated fatty acids in milk fat. **J. Dairy Sci.**, v. 83, p.164, 2000, supllement 1.

DUBEUF, J. P.; MORAND-FEHR, P.; RUBINO, R. Situation, changes and future of goat industry around the world. **Small Ruminant Research**, v. 51, p. 165-173, 2004.

DULIN, A. M.; PAAPE, M. J.; SCHULTZE, W. D.; WEINLAND, B.T. Effect of perity, storage of lactation, and intramammary infection on concentration of somatic cells and cytolasmic particles in goats milk. **J. Dairy Sci.**, v.66, p. 2426-2433, 1983.

ERDMANN, R. A. Dietary buffering requeriments of the dairy cow: a review. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 71, n. 10, p. 3246-3266, 1988.

FARIA, V. M. C. O. **Estudo do rendimento e composição do leite de cabra na região Nordeste: raça Saanen**. 95f. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, 1987.

FERNANDES, M. F; QUEIROGA, R. C. R. E; MEDEIROS, A. N; COSTA, R. G; BOMFIM, M. A. D; BRAGA, A. A. Características físico-químicas e perfil lipídico do leite de cabras mestiças Moxotó alimentadas com dietas suplementadas com óleo de semente de algodão ou de girassol. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.4, p.703-710, 2008.

FERREIRO, L.; FERREIRO, C. L. R.; BANGEL JR., J. J.; SOARES, H. C.; MOOJEN, V. A.; FERNANDES, J. C. T. Mastite bovina na Grande Porto Alegre, RS - Brasil. I- Agentes etiológicos isolados durante 1982 - 1985. **Arquivos da Faculdade de Veterinária da UFRGS**, Porto Alegre, v.13, p. 81-88, 1985.

FONSECA, F. A. **Fisiologia da lactação**. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Zootecnia. UFV, Viçosa, MG. 1995, 137 p.

FRENCH, M. H. **Observaciones sobre las cabras**. FAO, Santiago/Chile, 1970. p. 106-147.

FUENTES, J. A. G. Que alimentos convêm ao coração? **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.12, n.53, p.7-11, 1998.

GALL C. Milk production. **In: Goat production**. Academic Press. New York. 1981 p. 309-344.

GARCÉS, R.; BOZAACEVEDO, J.; BRANDL P. E.; BRUCKMAIER R. M.; LÓPEZ, J. L. Índice de persistencia y descripción de los primeros 100 días de la curva de lactancia de cabras Saanen primíparas y multíparas mantenidas en confinamiento. **Agricultura Técnica**, 64: 2004, 319-326p.

GONÇALVES, P. R. **Influência da Temperatura da Água na Operação de Encharcamento Sobre a Fração Lipídica do Arroz Parboilizado**. 135f. Tese de doutorado (PPG-CTA) – FAEM, UFPEL, Pelotas-RS, 2007.

GONÇALVES, T. M.; MARTINEZ M. L.; MILAGRES. J. C. Curva de lactação na raça Gir. Influência dos fatores de meio ambiente, estimativa de repetibilidade e Herdabilidade para parâmetros da curva de lactação quadrática logarítmica. **Rev. Bras. Zootec.** 26: 1997, p. 88-97.

GONZÁLEZ, F. H. D. **Introdução à Bioquímica Clínica Veterinária**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 66 p.

GONZÁLEZ, F.H.D; DÜRR, J.W; FONTANELI, R.S; uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras. Disponível em: <http://www.uesc.br/cursos/pos_graduacao/mestrado/animal/bibliografias/soraia/anais.pdf> Acesso em: 18 jul. 2010.

GRIINARI, J. M.; DWYER, D. A.; MCGUIRE, M. A.; BAUMAN, D. E.; PALMQUIST, D. L.; NURMELA, K. V. V. Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v. 81, p. 1251-1261, 1998.

GROSCLAUDE, F.; RICORDEAU, G.; MARTIN, P.; REMEUF, F.; VASSAL, L.; BOUILLON, J. Du gène au fromage: Le polymorphisme de la caséine α -s1 caprine, ses effets, son évolution. **INRA Prod. Anim.**, 7: 1994, p.3–19.

GRUMMER, R. R. Effect of feed on the composition of milk fat. **J. Dairy Sci.**, v.74, p.3244-3257, 1991.

GRUNDY, S. M. Cholesterol and coronary heart disease. **J. Am. Med. Assoc.**, 256: p. 2849–2859, 1986.

GULATI, S. K.; BYERS, E. B.; BYERS, Y. G. Effect of feeding different fat supplements on the fatty acid composition of goat milk. **Anim. Feed Sci. Techn.**, v.66, p.159-164, 1997.

HART, S. P. Nutrition for the high producing dairy doe. **J. Anim. Sci.** 78 (Suppl.1):8. 2000.

HARTMANN, L. E; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v. 22, p. 475-494, 1973.

HURLEY, W. L. Lactose synthesis. Lactation Biology. Department of Animal Sciences, University of Illinois, Urbana – Champaign. <<http://classes.aces.uiuc.edu/AnSci308/lactosesynthesis.html>> Acesso em 15 jul. 2010.

HURLEY, W. L. Milk fat synthesis. Lactation Biology. Department of Animal Sciences, University of Illinois, Urbana – Champaign. <<http://classes.aces.uiuc.edu/AnSci308/fatsynthesis.html>> Acesso em: 18 set. 2010a.

IBGE, Censo agropecuário 2006. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/default.shtm> Acesso em 23 ago. 2010.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Survey on the production and utilization of goat's milk. **Doc. N° 158**: p. 4-34, 1983.

JARRIGE, R. **Alimentacion de los rumiantes**. INRA, Mundi-Prensa, Madrid, 1981. 697 p.

JENKINS, T. C. Regulation of lipid metabolism in the rumen. **The J. Nutrition**, v.124, n.9, p.1372-1376, 1994.

JENNESS, R. Composition and characteristics of goat milk: review 1968 -1979. **J. Dairy Sci.**, v.63, n.10, p.1605-1630, 1980.

JENSEN, R. G.; FERRIS, A. M.; LAMMI-KEEFE, C. J. The composition of milk fat (review). **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 74, n. 9, p. 3228-3243, 1991.

JIANG, J.; BJOERCK, L.; FONDEN, R.; EMANUELSON M. Occurrence of conjugated cis-9, trans-11 octadecenoic acid in bovine milk: effects of feed and dietary regimen **J. Dairy Sci.**, v.79, p.438-445, 1996.

KARIM, G.; LOFTI, A. Studies on the milk composition of crossbreed Saanen goat. **J. Vet. Faculty Univ.**, v.42, n.1, p.5-13, 1987.

KELLY, M. L.; BAUMAN, D. E. Conjugated linoleic acid: a potent anticarcinogen found in milk fat. **In: CORNELL NUTRITIONAL CONFERENCE**, 1996, Ithaca. Anais... Ithaca: 1996. p.68-74.

KIM, J. K.; LIU, R. H.; BOND, D. R.; RUSSELL, J. B. Effect of Linoleic Acid Concentration on Conjugated Linoleic Acid Production by *Butyrivibrio fibrisolvens* A38. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.66, n.12, p.5226-5230, 2000.

LIMA, F. E. L; MENEZES, T. N; TAVARES, M. P; SZARFARC, S. C. FISBERG, R. M; Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. **Rev. Nutr.**, Campinas, 13(2): 73-80, maio/ago., 2000.

LUQUET, F. M. **O Leite, do Úbere à Fábrica de Lacticínios**. Primeiro volume. Coleção Euroagro. Publicações Europa – América. 1985. 432p.

MACEDO, V. P; DAMASCENO, J. C; SANTOS, G. T; MARTINS, E. N; MACEDO, F. A. F. Comportamento da Curva de Lactação de Cabras Mestiças Saanen em Função da Suplementação de Concentrado e do Sistema de Produção. **Rev. bras. Zootec.**, 30(6S): 2093-2098, 2001.

MAIA, F. J.; BRANCO, A. F.; MOURO, G. F. CONEGLIAN, S. M.; SANTOS, G. T.; MINELLA, T. F.; GUIMARÃES, K. C. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: produção, composição e perfil dos ácidos graxos do leite. **Rev. Bras. Zootec.**, v.35, n.4, p.1496-1503, 2006

MAIISI, P.; RIIPINEN, I. Pathogenicity of different species of *Staphylococci* in caprine udder. **Br. Vet. J.**, v.147, p.126-132, 1991.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. In: SISLEGIS. Instrução Normativa Nº 37, DE 31 DE OUTUBRO DE 2000. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=2193> Acesso em: 19 ago. 2010

MARTIN, P. La composition protéique du lait de chèvre: ses particularités. Actes du colloque: Le lait de chèvre, un atout pour la santé. **INRA Editions**, n. 81, p. 27-50, 1997.

MARTIN-HERNANDEZ, C; JUAREZ, M; RAMOS, M; MARTIN-ALVAREZ, P. J. Composición de La leche de cara de razas Murciana y Granadina. **Anal. Bromatol.**, XL-2:237-248, 1988.

MARTINS, E; C. Caprinocultura brasileira: as evidências do censo agropecuário 2006. In: Farmapoint (03/11/2008). Disponível em: <http://anco.cnpc.embrapa.br/artigos.php?sequencia=16>

MEDEIROS, S. R. Uso de lipídeos em dietas de ruminantes. In: Informe Técnico – Macal Nutrição Animal. Disponível em: <http://people.ufpr.br/~freitasjaf/artigos/lipidios.pdf> Acesso em 25 nov. 2010.

MIR, Z.; GOONEWARDENE, L. A.; OKINE E.; JAEGAR, S.; SCHEER, H. D. Effect of feeding canola oil on constituents, conjugated linoleic acid (CLA) and long chain fatty acids in goats milk. **Small Ruminant Research**, v.33, p.137-143, 1999.

MOTA, R. A.; DE CASTRO, F. J. C.; DA SILVA, J. B. G.; OLIVEIRA, A. A. F. Etiologia e sensibilidade a antimicrobianos in vivo das bactérias isoladas do leite de cabras com mastite procedentes da região Metropolitana do Recife, Pernambuco, Brasil. **A Hora Veterinária**, Porto Alegre, v.19, n.114, p.26-29, 2000.

MOTTA, V. Metabolismo dos lipídeos. Bioquímica Básica - Capítulo 10. Ed. AutoLab Análises Clínicas, p.264-308. Disponível em: <http://www.labclinisul.com.br/artigos/Bioq.Clinica%20-%20Lipidios,%20Lipoproteinas.pdf> . Acesso em: 15 out. 2010.

MÜHLBACH, P. R. F.; OSPINA, H.; PRATES, E. R.; BARCELLOS, J. O. J. Aspectos nutricionais que interferem na qualidade do leite. In: 2º ENCONTRO ANUAL DA UFRGS SOBRE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 2000, Porto Alegre. [Anais]: Novos desafios para a produção leiteira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Departamento de Zootecnia da UFRGS, 2000. p.73-102.

MURICY, R. F. **Ocorrência de mastite subclínica em caprinos e qualidade higiênicosanitária do leite produzidos em propriedades associadas à cooperativa Languiru, Teutônia – RS**, 2003. 83p. Dissertação (Mestrado em Ciências veterinárias) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

NICKERSON, S. C. Estratégia para combater mastite bovina. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE, 1., 1998. Curitiba. Anais... Curitiba, 1998. (1 CD-ROM).

NÖRNBERG, J.L. **Efeito de diferentes fontes de gordura na dieta de vacas Jersey na fase inicial de lactação**. 174f. (tese) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

NORO, G. Síntese e secreção do leite. Disponível em: <http://www6.ufrgs.br/favet/lacvet/restrito/pdf/sintese_leite.pdf> Acesso em: 08 set. 2010.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, DC.: National Adacemy of Sciences, 2001. 381p

NUNES, S.A. **Influência do estágio de lactação e da ordem de parição nas características físico-químicas do leite de cabra**. 59f. Universidade Estadual Paulista, 2002. Disponível em: <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bis/33004099081P6/2002/nunes_a_me_ilha.pdf>

NYDAHL, M. C.; GUSTAFSSON, I. B.; VESSBY, B. Lipid-lowering diets enriched with monounsaturated or polyunsaturated fatty acids but low in saturated fatty acids have similar effects on serum lipid concentrations in hyperlipidemic patients. **Am. J. Clin. Nutrition**, Bethesda, v.59, n.1, p.115-122, 1994.

OLIVEIRA, S. G.; SIMAS, J. M. C.; SANTOS, F. A. P. Principais aspectos relacionados às alterações no perfil de ácidos graxos na gordura do leite de ruminantes. **Arch. Vet. Sci.**, v. 9, n. 1, p. 73-80, 2004.

PAAPE, M. J.; CAPUCO, A. V. Cellular defense mechanisms in the udder and lactation of goats. **J. Anim. Sci.**, Savoy, v.75, n.2, p.556-565, 1997.

PALMQUIST, D. L.; JENKINS, T. C. Fat in lactation ration: Review. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 63, n. 1, p. 1-14,1980.

PALMQUIST, D. L. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. **J. Dairy Sci.** , Champaign, v. 74, n. 4, p. 1354-1360, 1991.

PALMQUIST, D. L.; BEAULIEU, A.D.; BARBANO, D.M. Feed and animal factors influencing milk fat composition. **J. Dairy Sci.**, v.76, p.1753-1771, 1993.

PALMIQUIST, D. L.; GRIINARI, M. Dietary fish oil plus vegetable oil maximizes trans-18:1 and rumenic acid in milk fat. **J. Anim. Sci.**, 79 Abstract 1283, 2001, suplemente 1.

PARK, Y. W. Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. **Small Ruminant Research**, v.14, p.151-159, 1994.

PARK, C. S; JACOBSON, N. L. Glândula Mamária e lactação. **In: Dukes fisiologia dos animais domésticos**. 11 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, cap. 37, 1996. p.645-659.

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.

PEAKER, M. The effect of raised intra-mammary pressure on mammary function in the goat in relation to the cessation of lactation. **J. Physiol.**, v. 301, p. 415-428, 1980.

PEÑA, F.; VEGA, J.; SÁNCHEZ, M.; MARTOS, J.; GARCÍA, A.; DOMÉNECH, V. Producción láctea y ajuste de la curva de lactación en caprinos de raza Florida. **Arch. Zootec.**, 48: 1999. 415-424.

PEREIRA, L.; VIEIRA, A. D.; ASSIS, V. D.; PAIVA, A. L. C.; TEIXEIRA, R. B.; MARTINELLE, D. Estudo da produção de leite de caprinos da raça Saanen do IFMG – Campus Bambuí. **In: II Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG campus Bambuí e II Jornada Científica**, 2009.

PETTERSEN, K. E. Cell count in goat's milk. **Acta Vet. Scand.**, v.22, p.226-237, 1981.

POUTREL, B.; LERODELLE, C. Cell content of goat milk: California Mastitis Test, Coulter Counter, and Fossomatic for predicting half infection. **J. Dairy Sci.**, v.66, p.2575-2579, 1983.

PRATA, L. F.; RIBEIRO, A. C.; REZENDE, K. T.; CARVALHO, M. R. B.; RIBEIRO, S. D. A.; COSTA, R. G. Composição, perfil nitrogenado e características do leite caprino (Saanen), região sudeste, Brasil. **Ciência Tecn. Alim.**, Campinas, v.18, n.4, p. 428-432, 1998.

PRATES, E. R. Farelo de arroz e resíduos da limpeza do arroz na alimentação de ruminantes. **In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES**, 1992: São Carlos. Anais... 1992, São Carlos: p. 123-135.

QUEIROGA, R. C. R. E; COSTA, R. G; BISCANTINI, T. M. B; MEDEIROS, A. N; MADRUGA, M. S; SCHULER, A. R. P. Influência do manejo do rebanho, das condições higiênicas da ordenha e da fase de lactação na composição química do leite de cabras Saanen. **Rev. Bras. Zootec.**, v.36, n.2, p.430-437, 2007.

QUITET, E. La cabra: **Guía practica para el ganadero**. Madrid: Ediciones MUNDIPRENSA, 1986. 318p.

RIBEIRO, S. D. A. **Caprinocultura: criação racional de caprinos**. São Paulo: Nobel, 1998. 318 p.

RICHARDSON, K. C. Contractile tissues in the mammary gland, with special reference to myoepithelium in the goat. **Proc. Roy. Soc. B.** v. 136, p. 30-45, 1947.

RODRIGUES, P. H. M. Fatores não microbiológicos afetando acidez do leite e outras características. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br>>. Acesso em: 25 out. 2010.

ROTA, A. M; RODRIGUEZ, P; ROJAS, A; MARTÍN, L; TOVAR, J. Evolucion de la cantidad y calidad de la leche de cabra verata a lo largo de la lactacion. **Arch. Zootec.**, n.42; p.137-146, 1993

ROTA, A. M.; ROJAS, A.; MARTIN, L.; RODRIGUEZ, P.; TOVAR, J. J. Uso de la prueba de California para detección de mamitis em el ganado caprino. **Avances en Alim. y Mejora Anim.**, v.2, n.34, p.67-69, 1994.

RUSHEN, J.; MUNKSGAARD, L.; MARNET, P. G.; DE PASSILÉ, A. M. Human contact and the effects of acute stress on cows at milking. **AP Anim. Behav.**, v. 73, p. 1-14, 2001

SANTOS, F. L. **Efeito da suplementação de lipídios na ração para produção de ácido linoléico conjugado (CLA) em leite de vacas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 59f.. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.

SANTOS, F. L.; LANA, R. P.; SILVA, M. T. C. BRANDÃO, S. C. C; VARGAS, L. H; Produção e composição do leite de vacas submetidas a dietas contendo diferentes níveis e formas de suplementação de lipídeos. **Rev. Bras. Zootec.** v.30, p.1376-1380, 2001a.

SANTOS, F. L.; SILVA, M. T. C.; LANA, R. P. BRANDÃO, S. C. C; VARGAS, L. H; ABREU, L. R. Efeito da suplementação de lipídios na ração sobre a produção de ácido linoléico conjugado (CLA) e a composição da gordura do leite de vacas. **Rev. Bras. Zootec.**, v.30, p.1931- 1938, 2001b.

SANTOS, A. R.; SCHERER, S.; SCHMIDT, V. Contagem de células somáticas e "California Mastitis Test" como método diagnóstico da mamite em caprinos. **Revista de Ciências Agroveterinárias.** v.3, p.50–55, 2004.

SAS Institute Inc. **SAS Users's Guide, Statistcs**, Edition Cary, v. 8.2, NC, SAS INSTITUTE INC., 2001.

SCHALM, O. W. Number and types of somatic cells in normal and mastitic milk. In: SCHALM, O.W.; CARROL, E.J.; JAIN, N.C. Bovine mastitis. Philadelphia, Lea e Fabiger, 1971. 360 p.

SCHIMDT, Verônica. Produção de caprino leiteiros no Rio Grande do Sul: Situação atual, **In: Semana Acadêmica da Pós-graduação em Zootecnia**, 4, UFPEL. 2006. CD-ROM.

SILVA, A. M. C. **Efeitos de processamento de pasteurização aplicados em leite de cabra no estado de Pernambuco**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2001. 117p. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Universidade Federal de Pernambuco, 2001.

SILVA, D. C.; SANTOS, W. B. R.; SANTOS, G. T.; PADRE, R. G.; KAZAMA, J. C. D.; PETIT, H.; ZAMBOM, M. A. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com grãos de linhaça e monensina sódica. Disponível em: <http://www.terraviva.com.br/IICBQL/p050.pdf>. Acesso em 05 jan. 2011

SILVA, E. R.; ARAÚJO, A. M.; ALVES, F. S. F.; PINHEIRO, R. R.; SAUKAS, T. N. Associação entre o California Mastitis Test e a Contagem de Células Somáticas na avaliação da saúde da glândula mamária caprina. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, v.38, n.1. São Paulo. 2001.

SILVA, G. L. S.; SILVA, A. M. A.; NÓBREGA, G. H.; AZEVEDO, S. A.; PEREIRA FILHO, M. ALCADE, C.R. Consumo, digestibilidade e produção de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Acta Scientiarum Anim. Sci.**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 47-53, 2010

SILVA, H. G. O.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; VELOSO, C.M.; CARVALHO, G.G.P.; CEZÁRIO, A.S.; SANTOS, C.C. Características físico-químicas e custo do leite de cabras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.58, n.1, p.116-123, 2006.

SILVA, M. M. C.; RODRIGUES, M. T.; BRANCO, R. H.; RODRIGUES, C. A. F.; SARMENTO, J. L. R.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, S. P. Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. **Rev. Bras. Zootec.**, v.36, n.1, p.257-267, 2007.

SOARES FILHO, G.; MCMANUS, C.; MARIANTE, A. S. Fatores genéticos e ambientais que influenciam algumas características de reprodução e produção de leite em cabras no Distrito Federal. **Rev. Bras. Zootec.**, v.30, n.1, p.133-140, 2001.

SORYAL, K. A.; ZENG, S. S.; MIN, B. R.; HART, S. P.; BEYENCE, F. A. Effect of feeding systems on concentrate of goat milk e yield of Domiati cheese. **Small Ruminant Research**, v.54, p.121-129, 2004.

SOTILLO, A. Q.; MÉNDEZ, M. L. H. **La leche de cabra**. Murcia: Universidad, Secretariado de publicaciones, 1994. 90p.

SOUZA NETO, J.; COX, M.; SOUZA, F. B.; ARRUDA, F. A. V. Modelo de Wood aplicado à curva de lactação de caprinos no estado do Ceará **In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 35., 1998. Botucatu. Anais. Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 84 -87.

STORRY, J. E.; GRANDISON, A. S.; MILLIARD, D.; OWEN, A. J.; FORD, G. D.; Chemical composition and coagulating properties of renneted milks from different breeds and species of ruminant. **J. Dairy Res.**, 50, 1983, p.215–229.

THOLON, P.; QUEIROZ, S. A.; RIBEIRO, A. C.; RESENDE, K. T.; RIBEIRO, S. D. A. Estudo genético quantitativo da produção de leite em caprinos da raça Saanen. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.** 9(1): 1-5, 2001.

TOSETTO, E. M. **Avaliação da adoção de tecnologias na produção de Leite caprino.** 2005. 58p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

TRONCO, V. M. **Manual para inspeção da qualidade do leite.** 2ª edição. Santa Maria. Ed. da UFSM, 2003

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2. ed. Ithaca: CORNELL UNIVERSITY, 1994, 476p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. **J. Dairy Sci.**, v. 74 n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VARGAS, L. H.; LANA, R. P.; JHAM, G. N.; SANTOS, F. L.; QUEIROZ, A. C.; MANCIO, A. B. Adição de lipídios na ração de vacas leiteiras: parâmetros fermentativos ruminais, produção e composição do leite. **Rev. Bras. Zootec.**, v.31, n.1, p.522-529, 2002 Supl.

VIDINHA, R. M.; BARBARÁ, J. A.; GONÇALVES, P. R.; ELIAS, M. C.; RODRIGUES, M. R. A. Identificação dos ácidos graxos por cromatografia gasosa (GC/FID) no óleo extraído de arroz e soja. **In:** XVII Congresso de Iniciação Científica da UFPEL, 2008, Pelotas/RS. Anais do XVII CIC e X ENPÓS, 2008.

VILANOVA, M. S.; SCHMIDT, V.; PRADIEE, J.; LADEIRA, S. L.; ESTEVES, R. M. G.; CARDOSO, F. M.; MARTINS, L. R.; SPHOR, L. A.; OSORIO, M. T. M. Sanidade do úbere de cabras Saanen no Rio Grande do Sul: Contagem de células somáticas e. **In:** 6º Congresso Internacional do Leite, 2007, Resende/RJ. Anais do 6º Congresso Internacional do Leite, 2007b.

VILANOVA, M. S.; SPHOR, L. A.; ESTEVES, R. M. G.; BARBOSA, I. D.; RIBEIRO, M. E. R.; GONCALVES, M.; PRADIEE, J.; SAKASHITA, S. M.; OSORIO, M. T. M. Produção e composição do leite de cabras Saanen no Sul do Rio Grande do Sul no Sistema semi-intensivo. **In:** XVI Congresso de Iniciação Científica e IX Encontro de Pós Graduação, 2007, Pelotas. XV CIC e VIII ENPÓS. Pelotas: Editora e Gráfica UFPEL, 2007.

VILANOVA, M. S.; OSÓRIO, M. T. M.; OSÓRIO, J. C. S.; LÜDER, W. E.; ARNONI, R. K.; KESSLER, J. D.; GONÇALVES, M. S. A exploração de caprinos no Rio Grande do Sul. **PUBVET**, Londrina, V.3, N. 29, Ed. 90, Art. 647, 2009.

WATTIAUX, M. A.; GRUMMER, R. R. O metabolismo de lipídeos em bovinos leiteiros. In. Essenciais em Gado de Leite – Capítulo 4. Instituto Babcock para Pesquisa e Desenvolvimento da Pecuária Leiteira Internacional, University of Wisconsin-Madison. p.13-16, Disponível em: <<http://babcock.cals.wisc.edu/?q=node/141>> Acesso em: 15 ago 2010

WHITE, E. C.; HINCLEY, L. S. Prevalence of mastitis pathogens in goats milk. **Small Ruminant Research**, Newton, v.33, p.117-121, 1999.

WOOD, P. D. P. Breed variation in the shape of the lactation curve of cattle and their implications for efficiency. **J. Anim. Prod.**, 34: 1980, 133-141.

WU, Z.; HUBER, J. T. Relationship between dietary fat supplementation and milk protein concentration in lactating cows: a review. **Livestock Production Sci.**, v.39, n.2, p.141-155, 1994.

WU, Z.; OHAJURUKA, O. A.; PALMQUIST, D. L. Ruminal synthesis, biohydrogenation, and digestibility of fatty acids by dairy cows. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 74, n. 9, p. 3025-3034, 1991.

ZAMBOM, M. A.; ALCADE, C. R.; MARTINS, E. N.; SANTOS, G. T.; MACEDO, F. A. F.; HORST, J. A.; VEIGA, D. R. Curva de Lactação e Qualidade do Leite de Cabras Saanen Recebendo Rações com Diferentes Relações volumoso:Concentrado. **Rev. Bras. Zootec.**, v.34, n.6, p.2515-2521, 2005 (supl.)

ZANELA, M. B.; SCHMIDT, V.; PINTO, A. T.; MACHADO, M.; SOUZA, P. A. S. C.; REICHERT, S.; RIBEIRO, M. E. R. Produção e composição química do leite de cabra na Expointer 2006 – RS. Disponível em: <<http://www.terraviva.com.br/IICBQL/p034.pdf>> Acessado em 15/09/2010

APÊNDICE A – Animais utilizados no experimento, número de identificação, ordem de lactação e data do parto.

Nº. de Identificação	Tratamento	Lactações	Parto
126	T1 - 3%	4 ^a	23/09
128	T1 - 3%	4 ^a	29/09
139	T1 - 3%	4 ^a	28/09
141	T1 - 3%	4 ^a	26/09
143	T1 - 3%	4 ^a	25/09
149	T1 - 3%	4 ^a	15/10
215	T1 - 3%	4 ^a	22/09
221	T1 - 3%	4 ^a	17/09
249	T1 - 3%	3 ^a	24/09
255	T1 - 3%	3 ^a	03/10
258	T1 - 3%	3 ^a	26/10
267	T1 - 3%	3 ^a	23/10
330	T1 - 3%	3 ^a	18/10
399	T1 - 3%	3 ^a	12/10
415	T1 - 3%	3 ^a	27/09
100	T2 - 5%	4 ^a	21/09
114	T2 - 5%	4 ^a	19/10
122	T2 - 5%	4 ^a	28/09
135	T2 - 5%	4 ^a	21/09
144	T2 - 5%	4 ^a	1/10
205	T2 - 5%	4 ^a	13/10
222	T2 - 5%	4 ^a	26/10
243	T2 - 5%	3 ^a	20/09
268	T2 - 5%	3 ^a	21/10
284	T2 - 5%	3 ^a	26/09
311	T2 - 5%	3 ^a	30/09
312	T2 - 5%	3 ^a	1/10
346	T2 - 5%	3 ^a	27/09
356	T2 - 5%	3 ^a	26/09
359	T2 - 5%	3 ^a	20/10

APÊNDICE B – Módulo A do capril com baias utilizadas no experimento.



APÊNDICE C – Fenil para o fornecimento de feno de alfafa.

Apêndice D – Baias contendo as cabras experimentais e os cochos para oferta de concentrado.

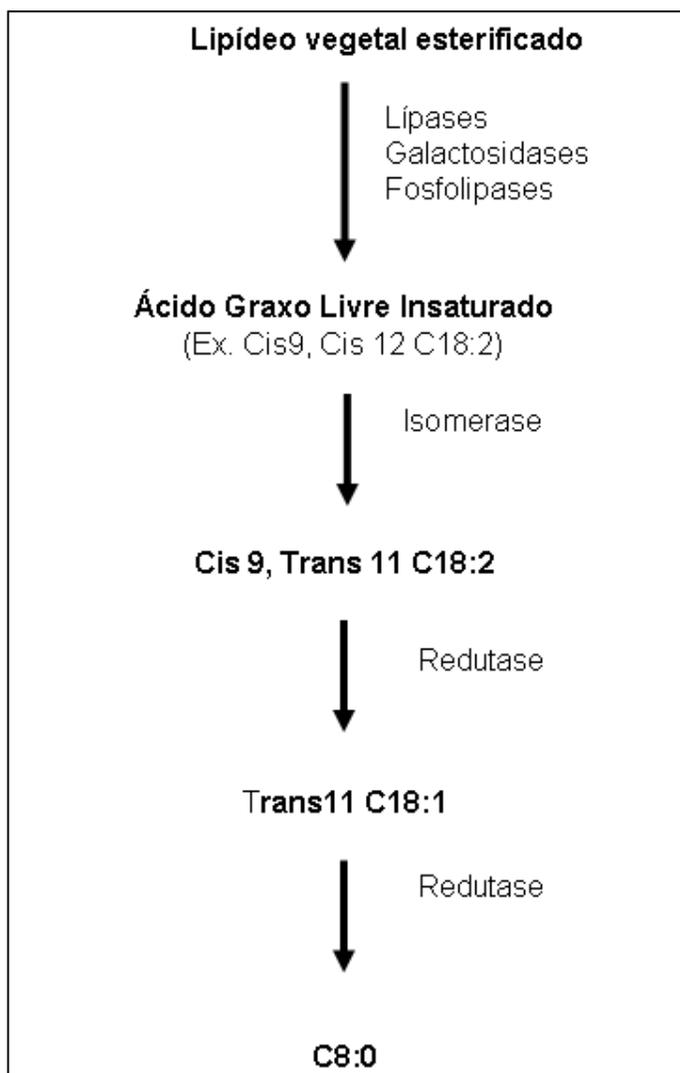


ANEXO A - Composição dos ácidos graxos (% peso) do leite de cabras (vários autores).

Ácidos Graxos	(a)	(b)	(c)
Ácido Butírico (C _{4:0})	2,20	2,60	4,46
Ácido Caprónico (C _{6:0})	2,57	2,90	2,40
Ácido Caprílico (C _{8:0})	3,23	2,70	2,38
Ácido Cáprico (C _{10:0})	10,60	8,40	8,27
Ácido Láurico (C _{12:0})	4,79	3,30	3,17
Ácido Mirístico (C _{14:0})	10,25	10,30	9,03
Ácido Palmítico (C _{16:0})	28,37	24,60	26,08
Ácido Palmitoleico (C _{16:1})	1,95	2,20	-
Ácido Heptadecanol (C _{17:0})	0,88	1,00	-
Ácido Esteárico (C _{18:0})	6,25	11,50	16,69
Ácido Oléico (C _{18:1})	19,70	28,50	24,90
Ácido Linoléico (C _{18:2})	1,80	2,20	1,12
Ácido Linolênico (C _{18:3})	0,32	1,0	1,09

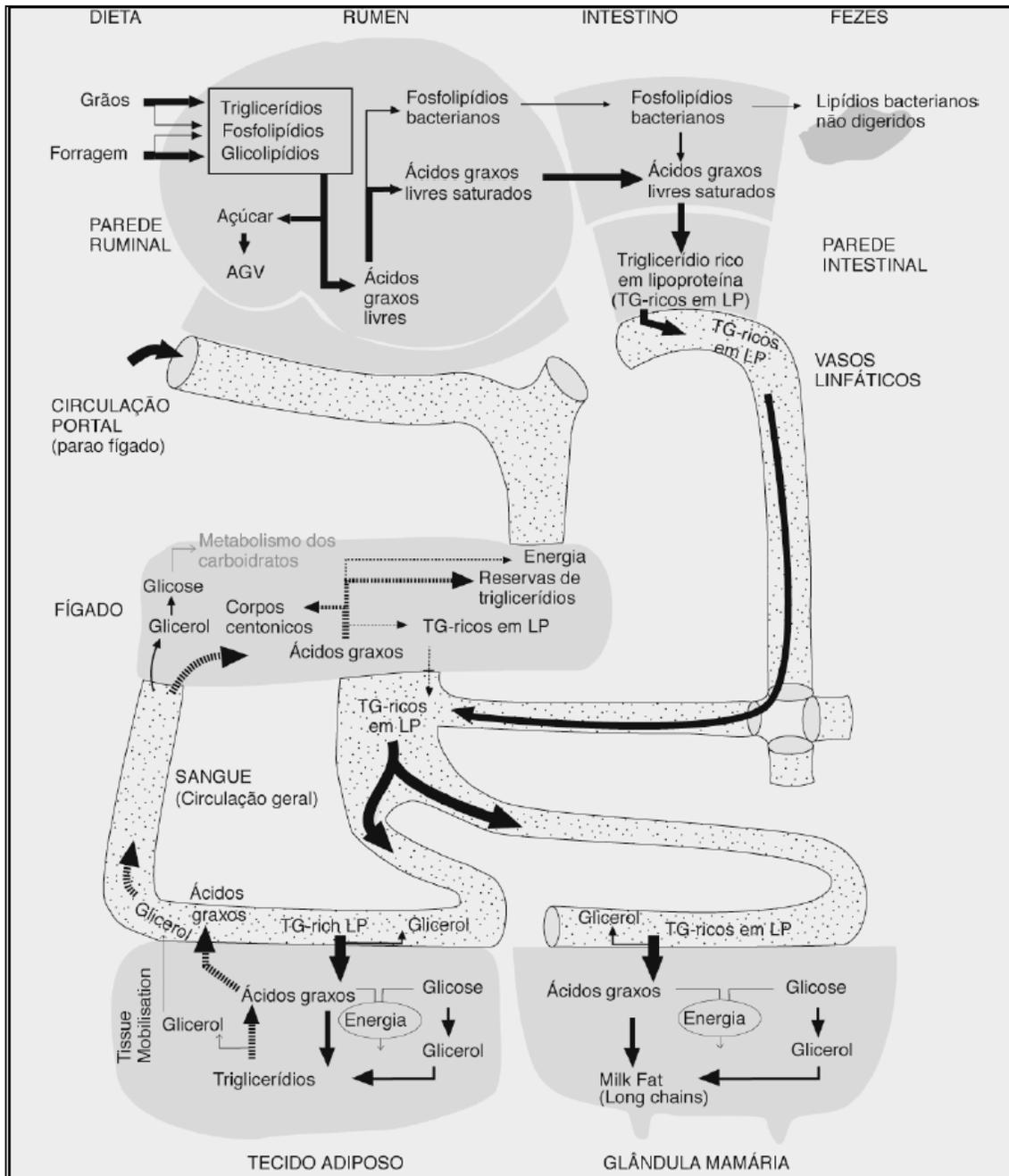
Fontes: (a) MARTIN-HERNANDEZ et al. (1988); (b) CHRISTIE (1983); (c) BOROS; STEVONKOVA (1990)

ANEXO B – Esquema de ocorrência da lipólise e da biohidrogenação de lipídeo vegetal esterificado, no rúmen.



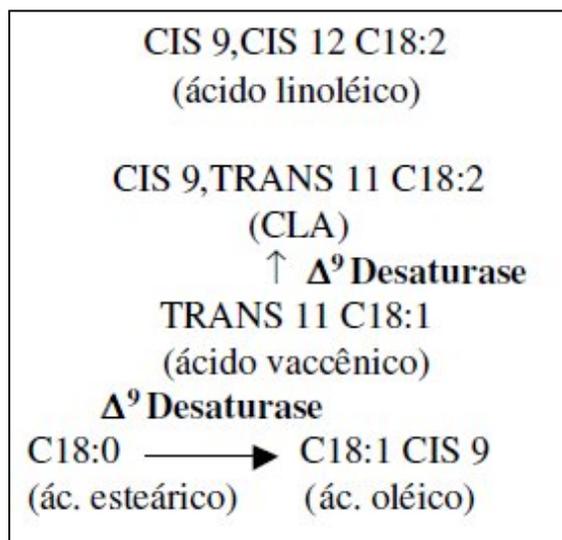
Fonte: Adaptado de JENKINS (1994)

ANEXO C - Metabolismo dos lipídios em vacas leiteiras.



Fonte: WATTIAUX; GRUMMER (2010).

ANEXO D – Esquema da produção de CLA em bovinos. Os passos na glândula mamária ou tecido adiposo (letras das configurações em maiúsculas)



Fonte: Adaptado de Bauman e Griinari (2001).

ANEXO E – Concentrações percentuais dos principais ácidos graxos do óleo de arroz

Ácidos Graxos	(a)	(b)
16:0	18,43	18,56
18:0	1,76	1,92
18:1	43,00	40,99
18:2n-6	35,28	35,25
18:3n-3	1,61	1,55
AGS	20,19	21,84
AGI	79,89	73,66
AGMI	43,00	39,48
AGPI	36,89	34,18

(a) MAIA et al. (2006); (b) NÖRNBERG, 2003