

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE LEITE DE CABRAS  
SAANEN UTILIZANDO GORDURA PROTEGIDA NAS  
DIETAS**

Autor: Rodrigo de Souza  
Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudete Regina Alcalde

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
fevereiro - 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE LEITE DE CABRAS  
SAANEN UTILIZANDO GORDURA PROTEGIDA NAS  
DIETAS**

Autor: Rodrigo de Souza  
Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudete Regina Alcalde  
Coorientador: Prof. Dr. Carlos Antonio Lopes de Oliveira

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração Produção Animal.

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
fevereiro - 2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

S729p Souza, Rodrigo de  
Potencial de produção de leite de cabras Saanen utilizando gordura protegida nas dietas / Rodrigo de Souza. -- Maringá, 2012.  
75 f. : il., figs., tabs., quadros

Orientadora: Prof.a Dr.a Claudete Regina Alcalde.  
Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Antonio Lopes de Oliveira.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2012.

1. Cabras Saanen - Curva de lactação. 2. Cabras Saanen - Qualidade do leite. 3. Cabras leiteiras - Nutrição. 4. Cabras leiteiras - Alimentação. 5. Cabras leiteiras - Sais de cálcio. 6. Cabras leiteiras - Níveis energéticos. 7. Cabras leiteiras - Suplementação lipídica. 8. Cabras leiteiras - Ácidos graxos. 9. Cabras leiteiras - Avaliação econômica. I. Alcalde, Claudete Regina, orient. II. Oliveira, Carlos Antonio Lopes de, co-orient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. IV. Título.

CDD 22.ed. 636.39

SOI-000230



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE LEITE DE  
CABRA SAANEN UTILIZANDO GORDURA  
PROTEGIDA NAS DIETAS**

Autor: Rodrigo de Souza

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Claudete Regina Alcalde

TITULAÇÃO: Doutor em Zootecnia - Área de Concentração Produção  
Animal

APROVADA em 28 de fevereiro de 2012.

Prof. Dr. Francisco de Assis  
Fonseca de Macedo

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lúcia Maria Zeoula

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Izabelle Auxiliadora  
Molina de Almeida Teixeira

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daniele Cristina da  
Silva Kazama

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Claudete Regina  
Alcalde  
(Orientadora)

"Como é de são efeito, ajudo com meu querer acreditar. Mas nem sempre posso. O senhor saiba: eu toda a minha vida pensei por mim, fôrro, sou nascido diferente. Eu sou é eu mesmo. Divêrjo de todo o mundo... Eu quase que nada não sei. Mas desconfio de muita coisa. O senhor concedendo, eu digo: para pensar longe, sou cão mestre – o senhor solte em minha frente uma idéia ligeira, e eu rastreio essa por fundo de todos os matos, amém!"

João Guimarães Rosa

Grande Sertão: Veredas

À minha mãe

Maria Helena Bernardino da Silveira Chromiec

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá (UEM) e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho.

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

À professora Dr.<sup>a</sup> Claudete Regina Alcalde e ao professor Dr. Carlos Antônio Lopes de Oliveira, pela orientação, apoio nos momentos críticos e pela oportunidade e confiança depositada.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos, em especial ao professor Dr. Geraldo Tadeu dos Santos, pela prestatividade e colaboração nas diversas etapas do experimento, como na realização das análises do perfil de ácidos graxos do leite, sob os cuidados da zootecnista pós-doutoranda Dra. Paula Adriana Grande.

Aos professores membros das bancas de qualificação e defesa da tese, por suas contribuições para organização e discussão da tese.

À professora Marcia Rosangela Neves de Oliveira Hüber, do Departamento de Análises Clínicas da UEM, e à Associação Paranaense dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa, pela colaboração na realização das análises.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi e do Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal da UEM, pelo auxílio na condução do experimento e realização das análises químicas dos alimentos.

À equipe de trabalho que possibilitou a execução desta pesquisa, Bruna Susan de Lábio Molina, Bruna Hygino, Ludmila Couto Gomes, Ana Paula Silva Possamai, Larissa Ribas de Lima, Mayara de Nardo Vanzela, Isabella Ribeiro Ferrari, Layana da Silva Souza, Camila Aparecida Ruiz Bueno e Nayara Castanharo. Obrigado pela dedicação, comprometimento com a pesquisa e pela amizade.

Às professoras da UEM, Dr<sup>a</sup>. Luiza Marta Bellini, do Departamento de Fundamentos da Educação, e Dr<sup>a</sup>. Eliane Rose Maio, do Departamento de Teoria e Prática da Educação, e aos amigos zootecnistas Carlos Eduardo Crispim de Oliveira Ramos, Darci Carlos Fornari, Fábio Cortez Leite de Oliveira e Giovani Chimirri Peres, que muito contribuíram para minha formação científica.

A todos os amigos e amigas que me ajudaram durante a graduação e pós-graduação.

Aos familiares que me apoiaram e deram todas as condições para que chegasse até aqui, em especial aos meus tios Ailton Gonçalves de Souza, Abdias Manoel de Souza Filho e Firmino Manoel de Souza, ao meu irmão Leandro de Souza, à minha mãe Maria Helena Bernardino da Silveira Chromiec e à minha esposa Emilia Miwa Fukumoto.

Às cabras da Fazenda Experimental de Iguatemi e a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

RODRIGO DE SOUZA, filho de Adonias Gonçalves de Souza e Maria Helena Bernardino da Silveira Chromiec, nasceu em Curitiba, Paraná, no dia 15 de dezembro de 1980.

Em 1998, concluiu o curso Técnico em Agropecuária pelo Colégio Agrícola Estadual Olegário Macedo em Castro-PR.

Em 2005, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá.

Em 2008, obteve o título de Mestre em Produção Animal pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Bovinocultura de Leite sob orientação do professor Dr. Geraldo Tadeu dos Santos.

Em março de 2008, iniciou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Caprinocultura de Leite.

No dia 28 de fevereiro de 2012, submeteu-se à banca para defesa da Tese.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE QUADROS .....	ix
LISTA DE TABELAS .....	x
LISTA DE FIGURAS .....	xiii
RESUMO .....	xiv
ABSTRACT .....	xvi
I. INTRODUÇÃO .....	1
Suplementação lipídica .....	3
Qualidade do leite .....	5
Curvas de lactação .....	8
Referências .....	10
II. OBJETIVOS GERAIS .....	14
III. VALOR NUTRITIVO DE RAÇÕES COM NÍVEIS CRESCENTES DE ENERGIA, OBTIDOS PELA ADIÇÃO DE GORDURA PROTEGIDA, DURANTE O PERIPARTO DE CABRAS LEITEIRAS.....	15
Resumo .....	15
Introdução .....	16
Material e Métodos .....	17
Resultados e Discussão .....	21
Conclusões .....	30
Referências .....	31

IV. VALOR NUTRITIVO DE RAÇÕES COM NÍVEIS CRESCENTES DE ENERGIA, OBTIDOS PELA ADIÇÃO DE GORDURA PROTEGIDA, DURANTE A LACTAÇÃO DE CABRAS LEITEIRAS .....	34
Resumo .....	34
Introdução .....	35
Material e Métodos .....	36
Resultados e Discussão .....	40
Conclusões .....	51
Referências .....	52
V. CURVAS DE LACTAÇÃO DE CABRAS SAANEN E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE DIETAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE ENERGIA, OBTIDOS PELA ADIÇÃO DE GORDURA PROTEGIDA .....	55
Resumo .....	55
Introdução .....	56
Material e Métodos .....	57
Resultados e Discussão .....	61
Conclusões .....	72
Referências .....	73
VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	75

## LISTA DE QUADROS

	Página
QUADRO 1. Parâmetros de qualidade do leite de cabras no Brasil .....	5
QUADRO 2. Valores médios dos parâmetros do modelo Wood não linear para curvas de lactação de cabras da raça Saanen no Brasil .....	8

## LISTA DE TABELAS

## III. VALOR NUTRITIVO DE RAÇÕES COM NÍVEIS CRESCENTES DE ENERGIA, OBTIDOS PELA ADIÇÃO DE GORDURA PROTEGIDA, DURANTE O PERIPARTO DE CABRAS LEITEIRAS

	Página
TABELA 1. Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas (g/kg de MS) .....	18
TABELA 2. Peso corporal (PC), ingestão e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes durante o pré-parto de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida.....	22
TABELA 3. Peso corporal (PC), ingestão e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes durante o pós-parto de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida	26
TABELA 4. Perfil bioquímico sanguíneo no pós-parto de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia, obtidos pela adição de gordura protegida .....	27
TABELA 5. Produção e composição do leite aos 21 dias em lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida .....	28
TABELA 6. Perfil dos ácidos graxos (g/100g de ácidos graxos) na gordura do leite aos 21 dias da lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida .....	29

#### IV. VALOR NUTRITIVO DE RAÇÕES COM NÍVEIS CRESCENTES DE ENERGIA, OBTIDOS PELA ADIÇÃO DE GORDURA PROTEGIDA, DURANTE A LACTAÇÃO DE CABRAS LEITEIRAS

	Página
TABELA 1. Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas (g/kg de MS) .....	37
TABELA 2. Peso corporal (PC), ingestão e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes aos 90 dias da lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida .....	41
TABELA 3. Perfil bioquímico sanguíneo (mg/dL) de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida .....	43
TABELA 4. Produção e composição do leite após 21 dias em lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida .....	46
TABELA 5. Perfil dos ácidos graxos (g/100g de ácidos graxos) na gordura do leite aos 90 dias da lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida .....	49
TABELA 6. Perfil dos ácidos graxos (g/100g de ácidos graxos) na gordura do leite aos 180 dias da lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida .....	50

V. CURVAS DE LACTAÇÃO DE CABRAS SAANEN E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE DIETAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE ENERGIA, OBTIDOS PELA ADIÇÃO DE GORDURA PROTEGIDA

Página

TABELA 1. Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas (g/kg de MS) .....	58
TABELA 2. Preços unitários dos alimentos e das dietas, cotados na região de Maringá-PR em dezembro de 2011 .....	61
TABELA 3. Peso corporal durante a lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida .....	62
TABELA 4. Parâmetros do modelo Wood não linear para curvas de lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida .....	67
TABELA 5. Correlação de Pearson entre os parâmetros do modelo Wood não linear para curvas de lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida .....	69
TABELA 6. Análise econômica do desempenho produtivo de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida .....	72

## LISTA DE FIGURAS

### IV. VALOR NUTRITIVO DE RAÇÕES COM NÍVEIS CRESCENTES DE ENERGIA, OBTIDOS PELA ADIÇÃO DE GORDURA PROTEGIDA, DURANTE A LACTAÇÃO DE CABRAS LEITEIRAS

Página

FIGURA 1. Teores plasmáticos de ureia durante a lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida .....	44
--	----

### V. CURVAS DE LACTAÇÃO DE CABRAS SAANEN E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE DIETAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE ENERGIA, OBTIDOS PELA ADIÇÃO DE GORDURA PROTEGIDA

Página

FIGURA 1. Peso corporal de cabras Saanen durante a lactação .....	63
FIGURA 2. Curva de ingestão de matéria seca (IMS), em kg, durante a lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida .....	64
FIGURA 3. Curva de ingestão de matéria seca (IMS), em g/kg de peso corporal (PC), durante a lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida..	65
FIGURA 4. Curvas de eficiência alimentar (EA) durante a lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida .....	66
FIGURA 5. Curvas de lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida na dieta, estimadas segundo o modelo de Wood não linear .....	70

## RESUMO

Objetivou-se avaliar o uso da gordura protegida para elevação do nível de energia na dieta de cabras Saanen e seus efeitos sobre o peso corporal, ingestão de matéria seca (IMS), digestibilidade dos alimentos, eficiência alimentar (EA), curvas de lactação, avaliação econômica e qualidade do leite. Foram utilizadas 20 cabras multíparas da raça Saanen ( $\pm 60$  kg), distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em quatro tratamentos, com os seguintes níveis de energia na dieta: 2,6 Mcal de energia metabolizável por kg de matéria seca (EM/kg de MS) – sem adição de gordura protegida; 2,7; 2,8; e 2,9 Mcal de EM/kg de MS – com adição de gordura protegida na forma de sais de cálcio de ácidos graxos de cadeia longa (Lactoplus<sup>®</sup>). A dieta foi composta de 60% de silagem de milho e 40% concentrado. O período experimental foi de 21 dias antes do parto até 180 dias em lactação, sendo os animais confinados em baias individuais e ordenhados em dois períodos. As curvas de lactação foram obtidas pela pesagem diária da produção de leite, utilizando o modelo de Wood não linear, e a IMS pela dieta fornecida e controle de sobras. Com base no desempenho produtivo e IMS realizou-se a avaliação econômica das dietas. A variação no peso corporal foi acompanhada pela pesagem semanal dos animais. O indicador para estimar a digestibilidade das rações foi a fibra em detergente neutro indigestível. A qualidade do leite foi avaliada pela coleta mensal, analisando a composição e contagem de células somáticas, assim como, perfil dos ácidos graxos da gordura do leite, que foi avaliada em três períodos. A suplementação com gordura elevou a ingestão de nutrientes digestíveis totais das dietas e não interferiu na digestibilidade da fibra, não limitou a IMS, tampouco alterou o peso corporal. A suplementação alterou a curva de lactação, promovendo pico de lactação mais tardio e com maior persistência, o que resultou em aumento na produção de leite total, com melhores resultados produtivos com 2,85 Mcal

de EM e melhores resultados econômicos com 2,7 Mcal. A suplementação com gordura protegida aumentou os teores de gordura e lactose no leite, porém foi observado decréscimo nos teores de proteína do leite. O perfil dos ácidos graxos da gordura do leite foi influenciado pela dieta, sendo observados maiores teores de ácidos graxos de cadeia longa e ácidos graxos poli-insaturados, com a adição de gordura na dieta. A elevação do nível de energia na dieta de cabras Saanen até 2,9 Mcal de EM/kg de MS, utilizando gordura protegida, não tem efeito sobre o peso corporal, não limita a ingestão de matéria seca, permite um maior aporte de nutrientes digestíveis totais, altera a curva de lactação e favorece a produção de leite com maiores teores de gordura, com propriedades benéficas para a saúde humana. A maior resposta produtiva é observada com 2,85 Mcal de EM/kg de MS, e os melhores resultados econômicos são observados com 2,7 Mcal de EM/kg de MS.

**Palavras-chave:** curvas de lactação, digestão, eficiência alimentar, energia metabolizável, Lactoplus<sup>®</sup>, qualidade do leite

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the use of *bypass* fat to increase energy level in diet of Saanen goats and its effects on body weight, dry matter intake (DMI), food digestibility, feed efficiency (FE), lactation curves, economic evaluation and milk quality. Twenty Saanen goats ( $\pm 60.0$  kg) were distributed in a completely randomized design in four treatments using the following energy levels in diets: 2.6 Mcal of metabolizable energy per kg of dry matter (Mcal ME/kg DM) – without *bypass* fat and 2.7; 2.8 and 2.9 Mcal ME/kg DM – with *bypass* fat as calcium salts of long chain fatty acids (Lactoplus<sup>®</sup>). The roughage:concentrate used was 60.0% of corn silage and 40.0% of concentrate. Experimental period was composed of 21 days before partum until 180 days of lactation and goats were confined in individual stalls and milked twice daily. Lactation curves were obtained by dairy weighing of milk production and DMI by diet fed andorts. The economic evaluation of diets was made based on DMI and lactation performance. Goats were weighted weekly to obtain body weight variation. The marker used to estimate the digestibility of dry matter and nutrients was indigestible neutral detergent fiber. Milk quality was evaluated making monthly collect and analyzing the composition and somatic cell count, as well as fatty acid profile of milk fat, which was evaluated in three periods. Fat supplementation raised intake of total digestible nutrients of diets and did not affect the fiber digestibility, did not limited DMI, and also did not change in body weight. Fat supplementation altered the lactation curve, promoting lactation peak later and with greater persistence, which resulted in an increase in total milk production, with better productive results with 2.85 Mcal and better economic results with 2.7 Mcal. *Bypass* fat supplementation increased fat and lactose in milk, but it was observed a decrease in protein content of milk. The fatty acid profile of milk fat was influenced by diet, with higher levels of long chain fatty acids and polyunsaturated

fatty acids, with the addition of dietary fat. Raising the level of dietary energy for Saanen goats up to 2.9 Mcal/kg DM, using *bypass* fat, has no effect on body weight, does not limit dry matter intake, allows a higher intake of total digestible nutrients, changes the lactation curve and favors the milk production with higher content of fat, with beneficial properties for human health. The most productive response is observed with 2.85 Mcal/kg DM, and the best economic results are observed with 2.7 Mcal ME/kg DM.

**Key words:** milk quality, digestion, feed efficiency, lactation curves, Lactoplus<sup>®</sup>, metabolizable energy, milk quality

## I. INTRODUÇÃO

O panorama atual de elevação nos custos da terra e insumos, e redução na disponibilidade de mão de obra, exige cada vez mais competitividade das atividades agrícolas. A produção de leite caprino vem se consolidando como importante alternativa pecuária no Brasil, principalmente para o pequeno produtor, que emprega mão de obra familiar, por possibilitar a criação intensiva, maximização do uso do solo e facilidade de manejo dos animais. Entre os fatores que têm colaborado para essa consolidação, destacam-se o preço atrativo do leite, as características particulares do leite (consumido por pessoas que possuem alergia ao leite de vaca) e, ainda, as particularidades dos caprinos que contribuem para redução dos custos de produção, como a prolificidade, habilidade de ordenha, adaptabilidade, resistência à doenças, entre outros (Gonçalves et al., 2001b; Guimarães et al., 2006; Barillet, 2007).

O Censo Agropecuário (IBGE, 2006) sinalizou um cenário de intensificação da atividade de caprinocultura leiteira no Brasil. Entre os anos de 1996 e 2006, registrou a redução de 55,49% no número de estabelecimentos destinados à atividade, com queda de apenas 2,85% na produção de leite no período, resultado do aumento de 118,27% na produtividade dos estabelecimentos remanescentes.

Uma ferramenta para intensificação da produção é o uso de raças leiteiras especializadas, como a raça Saanen, originária da Suíça (Ribeiro, 1997), com resultados produtivos superiores em condições tropicais e subtropicais quando comparadas às demais raças exóticas, nativas e cruzamentos, conforme observado nos estudos de Gonçalves et al. (2001b) e Soares Filho et al. (2001), que citam a escolha da raça como fator importante para determinar o sucesso do empreendimento.

Contudo, a exploração de caprinos com alto padrão genético e potencial leiteiro requer alimentação específica, uma vez que esses animais possuem maiores exigências para suportar os índices elevados de produtividade (Gonçalves et al., 2001a). Costuma-se adotar recomendações de exigências preconizadas pelos comitês internacionais, as quais foram baseadas em condições diferentes daquelas observadas no Brasil, sendo importante a realização desse tipo de estudos no país para ajustes das exigências para os animais aqui criados (Rodrigues et al., 2006b). Pesquisas que permitam entender as relações entre o nível de energia nas dietas de cabras leiteiras e seus efeitos sobre os consumos de matéria seca, fibra e de energia, possibilitam o cálculo de dietas balanceadas visando máxima eficiência do uso de nutrientes e de energia pelos animais (Rodrigues et al., 2007), demonstrando o potencial produtivo durante a lactação.

Para animais leiteiros de alta produção, o parto é o período mais crítico da lactação, uma vez que envolve grandes mudanças fisiológicas para as fêmeas, podendo refletir em perdas econômicas importantes (Barbosa et al., 2009). Durante este período, as exigências em nutrientes e energia aumentam como resultado da demanda para o crescimento fetal e a produção de leite que se inicia, a qual envolve processos metabólicos altamente dependentes de energia. Simultaneamente, ocorre redução da capacidade de ingestão de matéria seca (IMS), o que leva o animal à mobilização excessiva de lipídios e de proteína a partir dos tecidos (Rodrigues et al., 2006a).

Uma forma de maximizar a ingestão de energia nos períodos de grande demanda energética e/ou capacidade de consumo reduzida tem sido a inclusão de alimento concentrado na dieta. Silva et al. (1999) avaliaram o efeito de dietas com diferentes níveis de adição de concentrado sobre o desempenho produtivo de cabras leiteiras, observando aumento na produção de leite e diminuição na perda de peso após o parto para cabras submetidas à dietas com maiores proporções de concentrado (até o nível de 60% da dieta).

Zambom et al. (2005b), em trabalho similar, observaram também um aumento na digestibilidade dos nutrientes associado ao incremento do alimento concentrado na dieta e, ao avaliarem a lactação destes animais, Zambom et al. (2005a) observaram que a adição de 60% de concentrado na ração de cabras Saanen proporcionou maior produção de leite, sem modificar a qualidade do leite.

Entretanto, o aumento da fração concentrado na dieta tende a acidificar o meio ruminal pela rápida taxa fermentação dos carboidratos não fibrosos, fato que é agravado pela redução da capacidade do animal neutralizar esta acidez, uma vez que o alimento

concentrado exerce efeito negativo sobre a atividade de ruminção, levando o animal a produzir menos saliva, que possui ação tamponante no rúmen em virtude da concentração de bicarbonato presente em sua constituição (Santos, 2011).

Em cabras leiteiras, Gonçalves et al. (2001a) observaram que os efeitos depressores sobre a ruminção e pH ruminal foram intensificados em níveis acima de 60% de concentrado na dieta, tornando as condições ruminais críticas para a sobrevivência de protozoários e bactérias fibrolíticas (pH < 6,0), podendo acarretar problemas como depressão na digestibilidade da fibra, queda na IMS, redução no teor de gordura do leite e acidose (Van Soest, 1994).

Uma alternativa para reduzir o fornecimento de alimento concentrado e garantir o suprimento de energia para os animais é elevar a densidade energética das rações com adição de lipídios.

### Suplementação lipídica

Os lipídios são fontes energéticas com alta densidade e prontamente disponíveis, constituídos de grande proporção de ácidos graxos, os quais possuem 2,25 vezes mais energia que os carboidratos (Silva et al., 2007a). A suplementação lipídica apresenta o benefício de reduzir a pulverulência de rações, reduzir a metanogênese e concentração de amônia ruminal, maximizar absorção de nutrientes lipossolúveis e melhorar a qualidade nutricional do leite, promovendo o aumento na concentração dos ácidos graxos poli-insaturados, desejáveis na alimentação humana (NRC, 2001; Maia et al., 2006ab).

Porém, dependendo da quantidade e da fonte lipídica, a fermentação dos carboidratos estruturais pode ser negativamente afetada em consequência da formação de uma película de lipídios que recobre a fibra e os microrganismos, reduzindo superfície da atividade e prejudicando fixação dos microrganismos às partículas de alimentos. Há também um efeito tóxico de ácidos graxos insaturados e de cadeia longa sobre protozoários e bactérias Gram (+), entre as quais, as celulolíticas. A toxicidade se deve às propriedades destes lipídios se solubilizarem tanto em água quanto em solventes orgânicos, o que lhes conferem a capacidade de romper as estruturas de membranas destes microrganismos que, por sua vez, desenvolveram o mecanismo de defesa chamado biohidrogenação, que converte ácidos graxos insaturados em saturados (Palmquist & Mattos, 2011; Valadares Filho & Pina, 2011).

Maia et al. (2006a) observaram que a inclusão de fontes de óleo (canola, arroz e soja), atingindo valores de 7,8% de extrato etéreo (EE) na dieta de cabras em lactação, não afetou a IMS, entretanto, reduziu em 24% a digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) e 18% a digestão total dos carboidratos não fibrosos (CNF).

Tendo em vista os efeitos sobre a digestão da fibra, têm sido estudadas formas de suplementação lipídica que minimizem os efeitos negativos na fermentação ruminal, como o fornecimento de sementes de oleaginosas (grão de soja e caroço de algodão), as quais têm a propriedade de liberar lentamente os ácidos graxos no ambiente ruminal, além de apresentarem também elevados valores de proteína bruta e/ou fibra. Outra alternativa, são os sais de cálcio, obtidos pela reação de íons de cálcio com ácidos graxos de cadeia longa (insaturados e saturados), cujo princípio se baseia na passagem deste complexo pelo rúmen e na sua dissociação nas condições ácidas do abomaso, tornando-os disponíveis para digestão e absorção (Oliveira Jr. et al., 2002; Silva et al., 2007a; Palmquist & Mattos, 2011).

O pKa de sais de cálcio à base de ácidos graxos insaturados de cadeia longa, como o óleo de soja, por exemplo, é de 5,6. Logo, para se obter maior eficiência de proteção dos sais de cálcio é necessário manter um pH ruminal relativamente alto, uma vez que valores de pH inferiores a 6,0 provocam significativa dissociação dos íons cálcio. Tais condições ácidas no rúmen ocorrem principalmente em dietas com maior participação de alimento concentrado, sendo necessárias medidas como o uso de aditivos tamponantes ou alcalinizantes, aumento da frequência da alimentação ou fornecimento dos sais de cálcio após a alimentação (Chalupa et al., 1986; Sukhija & Palmquist, 1990; Costa et al., 2009).

Palmquist & Mattos (2011) consideram que o termo “gordura protegida” não seria o mais adequado para descrever os sais de cálcio, uma vez que se misturam ao conteúdo ruminal e seus ácidos graxos são biohidrogenados pelos microrganismos ruminantes. Os autores sugerem o uso do termo “gorduras inertes”, por não interferirem na atividade microbiana do rúmen, e explicam que a biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados nestas fontes é a metade do valor observado nas fontes convencionais.

Ao avaliarem a suplementação com óleo de soja, grão de soja e sais de cálcio, no nível de 6,5% de EE na dieta de cabras leiteiras não lactantes, Silva et al. (2007b) não observaram efeito sobre o consumo e digestibilidade de matéria seca, FDN, CNF, consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT), pH ruminal e eficiência de síntese de proteína microbiana, quando comparados à dieta controle (2,2% de EE).

No entanto, em cabras lactantes, Silva et al. (2007a) observaram que a suplementação com óleo de soja e grãos de soja reduziram os consumos de MS, FDN e NDT. Os animais suplementados com sais de cálcio apresentaram maior consumo em relação às demais fontes lipídicas, sem redução nos valores de digestibilidade das rações, entretanto, não houve resposta correspondente na produção de leite (média de 1,85 kg/dia), levando os autores a sugerirem estudos semelhantes utilizando animais de maior potencial produtivo.

## Qualidade do leite

O leite de cabras apresenta algumas características que favorecem seu consumo por crianças, idosos e pessoas com alergia ao leite de vaca, tais como: menor diâmetro dos glóbulos de gordura, o que lhe confere maior digestibilidade; e presença de baixos níveis da caseína alfa-S1 na proteína do leite, indicada como um dos principais agentes causadores da alergia ao leite de vacas (Jacopini et al., 2011).

No Brasil, os requisitos mínimos de qualidade do leite de cabra, segundo a Instrução Normativa Nº 37 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2000), são os seguintes: 2,8% de proteína; 4,3% de lactose; 8,2% sólidos não gordurosos; e 0,7% de cinzas. O teor mínimo de gordura não é fixado, sendo admitidos valores inferiores a 2,9% mediante comprovação de que o teor médio de gordura de um determinado rebanho não atinge esse nível. O Quadro 1 apresenta parâmetros de qualidade do leite observados em pesquisas com cabras no Brasil.

Quadro 1. Parâmetros de qualidade do leite de cabras no Brasil

Referência	Classes	Gordura <sup>3</sup>	Proteína <sup>3</sup>	Lactose <sup>3</sup>	Sólidos totais <sup>3</sup>	CCS <sup>4</sup>
Zambom et al. (2005a) <sup>1</sup>	80:20 <sup>5</sup>	33,2	28,2	45,7	116,8	411,0
	70:30	30,9	26,4	45,3	111,8	517,9
	60:40	31,8	26,7	44,8	112,7	354,5
	50:50	29,4	26,7	43,8	108,8	1.046,5
	40:60	36,3	28,9	45,9	120,4	452,1
Silva et al. (2007a) <sup>2</sup>	Controle <sup>6</sup>	40,4	31,7	43,8	-	-
	Óleo de soja <sup>7</sup>	41,1	34,1	42,0	-	-
	Grãos de soja <sup>7</sup>	36,5	33,8	41,5	-	-
	Sais de cálcio <sup>7</sup>	41,3	33,5	42,6	-	-
Gomes (2011) <sup>1</sup>	Até 60 dias <sup>8</sup>	35,7	27,9	42,9	115,2	676,1 <sup>*</sup>
	61 a 120 dias	31,4	28,3	41,7	109,1	977,2 <sup>*</sup>
	121 a 200 dias	29,0	28,8	40,0	103,7	1.584,9 <sup>*</sup>

<sup>1</sup>Cabras da raça Saanen; <sup>2</sup>Padrão racial não informado; <sup>3</sup>g/kg de leite; <sup>4</sup>Contagem de células somáticas (cel/mLx1000); <sup>5</sup>Relação volumoso:concentrado; <sup>6</sup>Dieta com 60% de alimento concentrado sem suplementação lipídica; <sup>7</sup>Suplementação com fonte lipídica no nível de 44,5g de extrato etéreo/kg de MS; <sup>8</sup>Dias em lactação; <sup>\*</sup>Valores estimados a partir de dados apresentados pelos autores.

A qualidade da dieta associada ao manejo alimentar é determinante na produção, composição e qualidade do leite caprino. A composição lipídica e proteica do leite são os mais importantes componentes da qualidade nutricional e tecnológica do leite, principalmente na fabricação de queijos (Chilliard et al., 2003; Costa et al., 2009; Silva et al., 2010).

Maia et al. (2006b) não observaram efeito da suplementação com diferentes fontes de óleo sobre a produção de leite de cabras Saanen, no entanto, os autores observaram aumento de 8,3% no teor de sólidos totais do leite, o qual atribuíram a uma possível elevação do teor de gordura do leite, que não foi avaliado no trabalho.

Segundo Costa et al. (2009), a gordura é o componente do leite que mais sofre influência da alimentação. O conhecimento dos teores lácteos de gordura possibilita a padronização da produção de leite para um valor de referência, aplicando, por exemplo, a equação proposta por Gravert (1987) que corrige o leite para 3,5% de gordura, permitindo uma melhor comparação do efeito da suplementação sobre a produção de leite.

Silva et al. (2007a), observaram diminuição nas produções de leite, gordura e proteína (g/animal/dia) no leite caprino associados à suplementação com grãos de soja, enquanto que, a produção de lactose no leite reduziu com a inclusão das diferentes fontes lipídicas (óleo de soja, grãos de soja e sais de cálcio). Segundo os autores, possivelmente a substituição de carboidratos não fibrosos por lipídios possa ter contribuído para reduzir a produção de propionato, importante precursor gliconeogênico, contribuindo para menor disponibilidade de lactose na glândula mamária.

Além do teor de sólidos totais, a manipulação do perfil dos ácidos graxos que compõem a gordura do leite, pode ser um recurso para melhorar a imagem do leite e derivados junto aos consumidores que buscam produtos nutricionalmente mais saudáveis, que disponham de substâncias com propriedades comprovadamente terapêuticas (Maia et al., 2006b). O aumento no teor de ácidos graxos poli-insaturados, por exemplo, está relacionado a menores riscos de enfermidades cardíacas (Castro et al., 2004). Além disso, a gordura do leite contribui com a formação do cheiro e sabor característicos do leite de cabra, especialmente pela presença de ácidos graxos de cadeia curta (caprótico - C6:0, caprílico - C8:0, cáprico - C10:0) com teores duas vezes maiores que no leite de vaca, tornando-os quimicamente e sensorialmente distintos (Costa et al., 2009).

Outro parâmetro relacionado à qualidade do leite é a contagem de células somáticas (CCS), utilizada como indicadora da saúde do úbere em razão de sua composição em células de descamação do tecido e, também, por células de defesa do organismo, as quais provocariam um aumento na CCS em caso de mastite (Andrade et al., 2001).

A mastite é definida como uma infecção no interior da glândula mamária causada por diferentes agentes etiológicos (Ribeiro, 1997), podendo provocar prejuízos na produção e qualidade do leite caprino, conforme observado por Leitner et al. (2004), com diminuição nos teores de lactose e aumento na degradação da caseína.

Tipicamente os valores para CCS no leite caprino são relativamente mais elevados que os de vacas, e inversamente proporcionais à produção de leite, aumentando sua concentração à medida que a lactação se aproxima do final, sendo observadas contagens próximas a 5.000.000 de células/mL em cabras no final da lactação (Pugh, 2004).

Paape et al. (2001) explicam que a elevada CCS no leite de cabras sadias se deve à pequena contribuição das células epiteliais (1 a 6%) e a grande presença de células de defesa, as quais variam na sua composição em macrófagos, linfócitos e neutrófilos no caso de mastites. Além da mastite, os autores citam como causas de variação na CCS a ocorrência do vírus da artrite encefalite caprina (CAEV), ordem de parto, estágio de lactação, clima, produção de leite, estro, vacinação e mudanças na dieta e rotina de ordenha. Portanto, devido aos valores elevados em animais sadios e aos fatores não infecciosos que impactam sobre as células somáticas, a CCS não seria um método apropriado para diagnosticar a mastite em cabras, sendo necessários mais estudos sobre sua importância para a espécie caprina.

Andrade et al. (2001) recomendam que a análise da CCS do leite caprino seja feita por métodos que quantifiquem o DNA, uma vez que o leite caprino apresenta em sua composição partículas citoplasmáticas oriundas do processo de secreção láctea apócrina, sendo estas partículas morfologicamente semelhantes à macrófagos, porém sem nenhum DNA no seu interior.

Costa et al. (2009) citam que o período de lactação representa um importante fator de variação nas características da composição do leite caprino. Segundo os autores, o avanço no período de lactação tende a diminuir a quantidade de leite produzido e teor de lactose, com possível aumento nos teores de gordura e proteína. Entretanto, Queiroga et al. (2007) e Gomes (2011) observaram comportamentos diferentes, assim como Gomes et al. (2004), os quais citam que a maioria dos trabalhos existentes avalia a composição láctea por um curto período de lactação, provocando divergências entre os resultados.

## Curvas de lactação

A persistência da lactação depende da manutenção do número e atividade de células secretoras com o avanço da lactação, o que irá determinar a forma da curva de lactação (Capuco et al., 2003), que pode ser dividida em três fases: a primeira é ascendente e ocorre entre o parto e o pico de lactação; a segunda é relativamente constante e ocorre ao redor do pico de lactação; e, por último, a terceira fase, descendente, vai do pico de lactação ao término desta (Jacopini et al., 2011).

O desempenho máximo da lactação está associado a alta taxa inicial de secreção de leite e elevado grau de persistência, sendo a secreção de leite influenciada por vários fatores, tais como o estado nutricional e hormonal do indivíduo e o número de células secretoras (células epiteliais alveolares). A curva de lactação compreende o aumento substancial na produção de leite após o parto, período em que há grande proliferação de células secretoras, atingindo a produção máxima durante o pico de lactação, quando a produção passa a declinar gradualmente em função da redução na intensidade secretora por célula e também pelo fato de a taxa de apoptose (morte celular fisiológica) exceder a taxa de síntese de novas células secretoras (Park & Lindberg, 2006).

Diversos modelos matemáticos têm sido propostos na tentativa de explicar e prever o comportamento da curva de lactação, entre eles o modelo de Wood não linear (Wood, 1967, citado por Macciotta et al., 2008) tem sido o que melhor descreve a curva de lactação para cabras Saanen puras e mestiças em condições tropicais (Quadro 2), conforme observado por Macedo et al (2001).

Quadro 2. Valores médios dos parâmetros do modelo Wood não linear para curvas de lactação de cabras da raça Saanen no Brasil

Referência	Classes	Parâmetros da curva de Wood			Variáveis		
		a	b	c	DP	PP	PER
Macedo et al. (2001) <sup>1</sup>	Semiconfinadas	1,056	0,384	0,012	27,8	2,1	6,1*
	Em pastagem	0,886	0,432	0,011	39,4	2,3	6,5*
Zambom et al. (2005a)	40:60 <sup>2</sup>	1,600	0,270	0,005	70,9	3,4	6,7*
	50:50	2,110	0,190	0,005	46,5	3,4	6,3*
	60:40	1,950	0,100	0,012	27,4	2,3	4,9*
	70:30	1,740	0,200	0,005	35,1	2,8	6,4*
	80:20	1,490	0,120	0,011	21,0	1,9	5,1*
Gomes (2011)	Primíparas	1,657*	0,147*	0,002*	70,1*	2,7*	7,1*
	Multíparas	2,873*	0,093*	0,002*	47,2*	3,8*	6,8*

a = produção de leite inicial (kg); b = taxa de acréscimo de produção até o pico; c = taxa de declínio de produção após o pico; DP = dia de ocorrência do pico de lactação; PP = produção de leite (kg) no pico de lactação; PER = persistência de manutenção do pico de lactação; <sup>1</sup>Cabras mestiças; <sup>2</sup>Proporção volumoso:concentrado; <sup>3</sup>Valores estimados a partir de dados apresentados pelos autores

O modelo se baseia na obtenção de três variáveis ( $a$  = produção de leite inicial;  $b$  = taxa de acréscimo de produção até o pico;  $c$  = taxa de declínio de produção após o pico) a partir das quais são estimados parâmetros como o dia do pico de lactação, produção de leite ao pico e persistência de manutenção do pico de lactação (Macedo et al., 2001; McManus et al., 2003, Zambom, et al. 2005a).

Entre as finalidades de se conhecer o comportamento da curva de lactação destacam-se: estimativa da produção total de leite, do pico de produção e da persistência de produção; predição da produção de leite da cabra em qualquer dia da lactação com o mínimo erro possível; ferramenta na definição de estratégias para o manejo nutricional do rebanho, a fim de se maximizar a produção e a qualidade do leite; seleção de animais em programas de melhoramento genético (Zambom et al., 2005a; Guimarães et al., 2006; Gomes, 2011).

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, P.V.D.; SOUZA, M.R.; BORGES, I. et al. Contagem de células somáticas em leite de cabra. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.3, p.396-400, 2001.
- BARBOSA, L.P.; RODRIGUES, M.T.; GUIMARÃES, J.D. et al. Condição corporal e desempenho produtivo de cabras Alpinas no início de lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2137-2143, 2009.
- BARILLET, F. Genetic improvement for dairy production in sheep and goats. **Small Ruminant Research**, v. 68, p. 60-75, 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 37, de 31 de outubro de 2000. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade do leite de cabra. **Diário Oficial da União**. 08 nov. 2000. Seção 1, p.23.
- CAPUCO, A.V.; ELLIS, S.E.; HALE, S.A. et al. Lactation persistency: Insights from mammary cell proliferation studies. **Journal of Animal Science**, v.81, p.18–31, 2003.
- CASTRO, L.C.V.; FRANCESCHINI, S.C.C.; PRIORE, S.S.E. et al. Nutrição e doenças cardiovasculares: os marcadores de risco em adultos. **Revista de Nutrição**, v.17, n.3, p.369-377, 2004.
- COSTA, R.G.; QUEIROGA, R.C.R.E.; PEREIRA, R.A.G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.307-321, 2009.
- CHALUPA, W.; VECCHIARELLI, B.; ELSER, A.E. et al. Ruminal fermentation *in vivo* as influenced by long-chain fatty acids. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.1293-1301, 1986.
- CHILLIARD, Y., FERLAY, A., ROUEL, J. et al. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.5, p.1751–1770, 2003.
- GOMES, L.C. **Uso de levedura seca na alimentação de cabras Saanen, primíparas e múltiparas, em lactação**. 2011. 63f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- GOMES, V.; LIBERA, A. M. M. P. D.; MADUREIRA, K. M. et al. Influência do estágio de lactação na composição do leite de cabras (*Capra hircus*). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.41, n.5, p.339-342, 2004.

- GONÇALVES, A.L.; LANA, R.P.; RODRIGUES, M.T. et al. Padrão nictemeral do pH ruminal e comportamento alimentar de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1886-1892, 2001a.
- GONÇALVES, H.C.; SILVA, M.A.; WECHSLER, F.S. et al. Fatores genéticos e de meio na produção de leite de caprinos leiteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.719-729, 2001b.
- GRAVERT, H. O. **Dairy Cattle Production**. Nova York: Elsevier Science, 1987. 234p.
- GUIMARÃES, V.P.; RODRIGUES, M.T.; SARMENTO, J.L.R. et al. Utilização de funções matemáticas no estudo da curva de lactação em caprinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.535-543, 2006.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/agropecuario.pdf> >. Acesso em: 06/05/11.
- JACOPINI, L.A.; MARTINS, E.N.; LOURENÇO, D.A.L. et al. Leite de cabra: características e qualidades. **Revista ACTA Tecnológica**, v.6, n.1, p.168-180, 2011.
- LEITNER, G.; MERIN, U.; SILANIKOVE, N. Changes in milk composition as affected by subclinical mastitis in goats. **Journal of Dairy Science**, v.87, n.6, p.1719-1726, 2004.
- LIMA, F.E.L.; MENEZES, T.N.; TAVARES, M.P. et al. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. **Revista de Nutrição**, v.13, n.2, p.73-80, 2000.
- MACCIOTTA, N.P.P.; DIMAURO, C.; STERI, R. et al. Mathematical modeling of goat lactation curves. In: CANNAS, A.; PULINA, G. (Eds.). **Dairy Goats Feeding and Nutrition**. Oxfordshire: CAB International, 2008, p.31-46.
- MACEDO, V.P.; DAMASCENO, J. C., SANTOS, G. T. et al. Comportamento da curva de lactação de cabras mestiças Saanen em função da suplementação de concentrado e do sistema de produção. **Revista Brasileira Zootecnia**. v.30, n.6, p.2093-2098, 2001.
- MAIA, F.J.; BRANCO, A.F.; MOURO, G.F. et al. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1496-1503, 2006a.
- MAIA, F.J.; BRANCO, A.F.; MOURO, G.F. et al. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: produção, composição e perfil dos ácidos graxos do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1504-1513, 2006b.
- McMANUS, C.; SOARES FILHO, G.; MARIANTE, A.S. et al. Fatores que influenciam os parâmetros das curvas de lactação em cabras no distrito federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1614-1623, 2003.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7.ed. Washington: Academic Press, 2001. 381p.
- OLIVEIRA JR., R.C.; SUSIN, I.; PIRES, A.V. et al. Desempenho de cabras em lactação com grão de soja. **Acta Scientiarum**, v.24, p.1113-1118, 2002.
- PAAPE, M.J.; POUTREL, B.; CONTRERAS, A. et al. Milk somatic cells and lactation in small ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.84. p.237-244, 2001.

- PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. et al. (Eds.). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.299-322.
- PARK, C.S.; LINDBERG, G.L. Glândula mamária e lactação. In: REECE, W.O. (Ed.). **Dukes, Fisiologia dos Animais Domésticos**. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p.670-690.
- PUGH, D.G. **Clínica de Ovinos e Caprinos**. São Paulo: Roca, 2004. 513p.
- QUEIROGA, R.C.R.E.; COSTA, R.G; BISCONTINI, T.M.B. et al. Influência do manejo do rebanho, das condições higiênicas da ordenha e da fase de lactação na composição química do leite de cabras Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.430-437, 2007.
- RIBEIRO, S.D.A. **Caprinocultura: Criação Racional de Caprinos**. São Paulo: Nobel, 1997. 318p.
- RODRIGUES, C.A.F; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Avaliação do consumo e de metabólitos plasmáticos de cabras gestantes com duas condições corporais alimentadas com dietas formuladas com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.945-952, 2007.
- RODRIGUES, C.A.F; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Influência da condição corporal e da concentração de energia nas dietas no periparto sobre o desempenho de cabras em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1560-1567, 2006a.
- RODRIGUES, L.; SPINA, J.R.; TEIXEIRA, I.A.M.A. et al. Produção, composição do leite e exigências nutricionais de cabras Saanen em diferentes ordens de lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.28, n.4, p.447-452, 2006b.
- SANTOS, J.E.P. Distúrbios metabólicos. In: BERCHIELI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. et al. (Eds.). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.439-520.
- SILVA, G.L.S.; SILVA, A.M.A.; NÓBREGA, G.H. et al. Consumo, digestibilidade e produção de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, n.1, p.47-53, 2010.
- SILVA, J.H.V.; RODRIGUES, M.T.; CAMPOS, J. Desempenho de cabras leiteiras recebendo dietas com diferentes relações de volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1412-1418, 1999.
- SILVA, M.M.C.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.257-267, 2007a.
- SILVA, M.M.C.; RODRIGUES, M.T.; RODRIGUES, C.A.F. et al. Efeito da suplementação de lipídios sobre a digestibilidade e os parâmetros da fermentação ruminal em cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.246-256, 2007b.
- 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. **Revista Brasileira da Zootecnia**, v.30, n.1, p.133-140, 2001.

- SUKHIJA, P.S.; PALMQUIST, D.L. Dissociation of calcium soaps of long-chain fatty acids in rumen fluid. **Journal of Dairy Science**, v.73, P.1784-1787, 1990.
- VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. Fermentação Ruminal. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.161-191.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2.ed. Cornell University press. United States of America. 1994. 476p.
- ZAMBOM, M.A.; ALCALDE, C.R.; MARTINS, E.N. et al. Curva de lactação e qualidade do leite de cabras Saanen recebendo rações com diferentes relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2515-2521, 2005a.
- ZAMBOM, M.A.; ALCALDE, C.R.; SILVA, K.T. et al. Ingestão, digestibilidade das rações e produção de leite em cabras Saanen submetidas a diferentes relações volumoso:concentrado na ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2505-2514, 2005b.

## II. OBJETIVOS GERAIS

Objetivou-se avaliar o uso da gordura protegida para elevação do nível de energia na dieta de cabras Saanen e seus efeitos sobre o peso corporal, ingestão de matéria seca, digestibilidade dos alimentos, eficiência alimentar, curvas de lactação, desempenho econômico e qualidade do leite.

### **III. Valor nutritivo de rações com níveis crescentes de energia, obtidos pela adição de gordura protegida, durante o periparto de cabras leiteiras<sup>1</sup>**

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o uso de gordura protegida, para elevação do nível de energia na dieta de cabras Saanen durante o periparto, e seus efeitos sobre ingestão, digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes e qualidade do leite. Foram utilizadas 20 cabras multíparas ( $63,5 \pm 10,3$  kg) confinadas, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em quatro tratamentos com os seguintes níveis de energia na dieta: 2,6 Mcal de energia metabolizável por kg de matéria seca (EM/kg de MS) – dieta controle; 2,7; 2,8; e 2,9 Mcal de EM/kg de MS – com adição de gordura protegida (Lactoplus<sup>®</sup>). Os animais foram avaliados a partir dos 21 dias antes do parto até os 21 dias em lactação, acompanhando o peso corporal (PC), ingestão de matéria seca (IMS), digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, perfil bioquímico sanguíneo, produção e qualidade do leite. Não foram observados efeitos dos tratamentos sobre o PC e IMS. A suplementação com gordura elevou a ingestão de nutrientes digestíveis totais e não interferiu na digestibilidade da fibra. Os teores sanguíneos de triglicerídeos e colesterol aumentaram com a adição de gordura na dieta. Não houve efeito dos tratamentos sobre a produção e composição do leite, entretanto, a suplementação lipídica alterou o perfil dos ácidos graxos da gordura do leite, sendo observados maiores teores de ácidos graxos poli-insaturados e essenciais. A elevação do nível de energia na dieta para 2,9 Mcal de EM/kg de matéria seca, utilizando gordura protegida, não tem efeito sobre o peso corporal e não limita a ingestão de matéria seca de cabras Saanen no periparto, permitindo maior aporte de nutrientes digestíveis totais e favorecendo a produção de leite com propriedades benéficas para a saúde humana.

**Palavras-chave:** digestibilidade, Lactoplus<sup>®</sup>, perfil de ácidos graxos, qualidade do leite, Saanen, sais de cálcio

---

<sup>1</sup> Elaborado segundo normas da Revista Brasileira de Zootecnia

## Introdução

O periparto é um período crítico para cabras leiteiras, em que a capacidade de ingestão de matéria seca é insuficiente para atender a demanda energética para o desenvolvimento do feto e lactação subsequente. A redução do consumo nesse período pode resultar em balanço energético negativo, contribuindo para um quadro metabólico que predispõe o animal a graves problemas nutricionais, prejudicando a saúde e o desempenho produtivo e reprodutivo (Rodrigues et al., 2007).

Suplementos lipídicos têm sido usados em dietas para animais lactantes com o objetivo de aumentar a densidade energética das dietas, reduzindo a mobilização corpórea durante o balanço energético negativo. Porém, a presença de ácidos graxos insaturados na digesta pode inibir a motilidade no rúmen e retículo, reduzindo o consumo de alimentos (Silva et al., 2007).

A fermentação dos carboidratos estruturais pode ser negativamente afetada pela formação de uma película de lipídios que recobre as fibras e impede o acesso dos microrganismos ruminais. Há, ainda, o efeito tóxico de ácidos graxos insaturados e de cadeia longa sobre protozoários e bactérias Gram (+), entre as quais, as celulolíticas (Palmquist & Mattos, 2011).

Uma forma de minimizar os efeitos da suplementação lipídica sobre a fermentação ruminal é o uso de fontes de gordura protegida, como os sais de cálcio, obtidos pela reação de íons de cálcio com ácidos graxos, cujo princípio se baseia na passagem deste complexo pelo rúmen e na sua dissociação nas condições ácidas do abomaso, tornando-os disponíveis para digestão e absorção (Silva et al., 2007).

Sendo assim, é possível suplementar maiores quantidades de gordura de forma segura, o que pode ser uma ferramenta para manipulação da qualidade do leite caprino, pois tem reflexo direto sobre a produção e composição da gordura do leite, componente

do leite que mais sofre variação, com impacto direto sobre o teor de sólidos totais (Chilliard et al., 2003).

Desta forma, objetivou-se avaliar o uso de gordura protegida, para elevação do nível de energia na dieta de cabras Saanen durante o periparto, e seus efeitos sobre ingestão, digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes e qualidade do leite.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado no Setor de Caprinocultura na Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá, localizada no distrito de Iguatemi, município de Maringá-PR. Foram utilizadas 20 cabras multíparas da raça Saanen ( $63,5 \pm 10,3$  kg), distribuídas de acordo com peso corporal e ordem de lactação em delineamento inteiramente casualizado, em quatro tratamentos, que consistiram em dietas com níveis crescentes de energia, obtidos pela adição de gordura protegida (Tabela 1).

A dieta controle, com 2,6 Mcal de energia metabolizável por kg de matéria seca (EM/kg de MS) foi formulada para atender as exigências de cabras Saanen de 60 kg de peso corporal (PC) com produção de 3,0 kg de leite por dia, de acordo com o NRC (2007). Nos demais tratamentos, adicionou-se gordura protegida na forma de sais de cálcio de ácidos graxos de cadeia longa, de produto comercial à base de óleo de soja (Lactoplus<sup>®</sup> - Dalquim Indústria Química Ltda), para atingir os seguintes níveis de energia: 2,7; 2,8 ou 2,9 Mcal de EM/kg.

O período experimental foi dos 21 dias antes do parto (precedidos por 14 dias de adaptação às dietas) até os 21 dias em lactação. Os animais permaneceram confinados em baias individuais, tendo acesso ao solário por duas horas no período na manhã. A ordenha foi realizada duas vezes ao dia (7h30 e 15h), assim como o fornecimento da

alimentação (9h30 e 14h30), com o acompanhamento diário da produção do leite, do alimento fornecido e das sobras. A ingestão foi ajustada semanalmente de maneira que proporcionasse sobras de aproximadamente 10%, com água fornecida *ad libitum*.

Durante este período, foram realizadas duas semanas de coletas, que ocorreram aos 21 dias antes do parto (pré-parto) e aos 21 dias em lactação (pós-parto), acompanhando o peso corporal (PC), ingestão de matéria seca (IMS), e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes.

Tabela 1. Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas

Alimento (g/kg de MS)	Dietas (Mcal de EM/kg de MS)			
	2,6	2,7	2,8	2,9
Silagem de milho	574,8	600,0	600,0	600,0
Milho moído	244,4	185,7	154,1	122,6
Farelo de soja	172,6	179,5	184,9	190,2
Gordura protegida (Lactoplus <sup>®</sup> )	-	28,7	54,6	80,5
Calcário	1,2	-	-	-
Fosfato bicálcico	-	1,1	1,3	1,6
Suplemento mineral-vitamínico <sup>1</sup>	7,0	5,0	5,0	5,0
Matéria seca <sup>2</sup>	528,6	513,7	517,2	518,1
Matéria orgânica	951,6	949,5	944,7	941,8
Proteína bruta	156,9	158,8	160,6	164,4
Extrato etéreo <sup>3</sup>	28,2	26,5	25,5	24,6
Gordura suplementar <sup>4</sup>	-	23,6	44,8	66,0
Fibra em detergente neutro	349,8	359,4	344,9	341,7
Carboidratos não fibrosos	416,8	381,3	368,8	344,9
Carboidratos totais	766,6	740,7	713,7	686,7

<sup>1</sup>Composição química (por kg do produto): cálcio 240g; fósforo 71g; flúor-710mg (Máx); magnésio 20g; potássio 28,20 g; vit. A 135.000 UI; vit. D3 68.000UI; vit. E 450UI; ferro 2.500mg; cobre 400 mg; manganês 1.350 mg; zinco 1.700 mg; cobalto 30 mg; iodo 40 mg; selênio 15 mg; cromo 10 mg; 95% Solubilidade do fósforo em ácido cítrico a 2% (Min). <sup>2</sup>g/kg de matéria natural; <sup>3</sup>Obtido a partir da análise da silagem de milho, milho moído e farelo de soja; <sup>4</sup>Estimado a partir de informações do manual da empresa fabricante do Lactoplus<sup>®</sup> (Dalquim Indústria Química Ltda)

O peso corporal foi obtido no início das semanas de coleta, pesando os animais após a ordenha da manhã, antes do fornecimento da ração. A IMS foi calculada pela diferença entre o alimento fornecido e as sobras durante a semana de avaliação.

Para determinação da digestibilidade da matéria seca (MS) e dos nutrientes das rações, foram realizadas coletas de fezes diretamente no reto dos animais durante seis dias em cada semana de avaliação, sendo realizadas em horários diferentes a cada dia (8h, 10h, 12h, 14h, 16h e 18h), de forma a obter uma amostra composta por animal, a qual foi congelada para posterior análise, juntamente com amostras dos alimentos fornecidos e de 10% das sobras obtidas durante os dias das coletas.

Para realização das análises laboratoriais, as amostras foram descongeladas, secas em estufa com ventilação forçada por 72 horas a 55°C, processadas em moinho de facas com peneiras de porosidade de 1 mm e armazenadas em frascos de plástico.

A excreção fecal foi estimada utilizando como indicador a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), conforme metodologia adaptada de Cochran et al. (1986). A FDNi foi obtida após 144 horas de incubação *in situ* (em cabras fistulas, não gestantes e não lactantes) dos alimentos fornecidos, das sobras e das fezes em filtros F57 da Ankom<sup>®</sup> Technology Corporation, seguida da análise de fibra em detergente neutro.

Foram realizadas análises de MS, cinzas, proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). As análises de fibra em detergente neutro (FDN) foram realizadas segundo metodologia descrita por Van Soest et al. (1991), e os valores de carboidratos totais (CT) e nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados de acordo com a equação descrita por Sniffen et al. (1992):

$$CT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$$

$$NDT (\%) = \%PB \text{ digestível} + (2,25 * \%EE \text{ digestível}) + \%CT \text{ digestíveis}$$

Os valores para carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados de acordo com a equação descrita por Van Soest et al. (1991):

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

Aos 21 dias em lactação foram coletadas amostras de leite individuais dos animais, obtidas de maneira proporcional durante as duas ordenhas diárias. As amostras foram acondicionadas em frasco plástico contendo conservante Bronopol<sup>®</sup> (2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol), sendo posteriormente analisadas pela técnica de leitura de absorção infravermelha em equipamento automatizado Bentley 2000<sup>®</sup>, para estimação dos teores de sólidos totais, proteína, gordura e lactose, enquanto para análise da contagem de células somáticas (CCS), utilizou-se equipamento com citometria de fluxo Somacount 500<sup>®</sup>.

As análises foram realizadas no Laboratório do Programa de Análises do Rebanho Leiteiro do Paraná, pertencente à Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa, em equipamentos calibrados para análise de leite de vaca, mas que podem ser empregados com segurança para análise de leite caprino de acordo observado por Arcuri et al. (2004) e Andrade et al. (2008).

Com o objetivo de aproximar a CCS a uma distribuição normal, com homogeneidade de variâncias, transformou a mesma em escore de células somáticas (ECS) por meio da equação de Ali & Shook (1980):

$$\text{ECS} = \log_2 (\text{CCS}/100.000) + 3$$

Foram coletadas amostras de leite, para análise do perfil de ácidos graxos da gordura do leite, e de sangue, para análise do perfil bioquímico sanguíneo.

A gordura foi extraída por centrifugação segundo metodologia descrita por Murphy et al. (1995), esterificada conforme método 5509 da ISO (1978) com KOH/metanol e n-heptano. Posteriormente, os ésteres metílicos de ácidos graxos foram

analisados em cromatógrafo gasoso (Trace GC Ultra, Thermo Scientific, EUA), equipado com detector de ionização de chama a 240°C e coluna capilar de sílica fundida (100 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,20 µm, Restek 2560). Os ácidos graxos foram quantificados por comparação com o tempo de retenção de ésteres metílicos de ácidos graxos de amostras padrões (Sigma Aldrich®).

Aos 21 dias em lactação foram realizadas coletas de sangue após a ordenha da manhã (antes da alimentação), por meio de punção da veia jugular, acondicionado em tubos de ensaio de 10 mL, que foram centrifugados a 3.500 rpm por 15 minutos para obtenção do soro.

O soro foi armazenado em tubos *ependorf* e congelado para posterior análise dos teores de colesterol, triglicerídeos e glicose, que foram realizados por meio do analisador automático Merck Vitalab Selectra 2®, no Laboratório de Bioquímica da UEM.

A avaliação do efeito de níveis de energia e sobre o peso corporal, ingestão, digestibilidade, composição do leite, ECS, perfil bioquímico do sangue e perfil dos ácidos graxos da gordura do leite, foi feita por meio de equações de regressão linear e quadrática, optando pelo modelo com melhor ajuste no teste Tukey ( $P < 0,05$ ), utilizando o programa estatístico SPSS (Versão 18).

## **Resultados e Discussão**

No pré-parto não foram observados efeitos dos tratamentos ( $P > 0,05$ ) sobre a ingestão de matéria seca (IMS) e peso corporal (PC) (Tabela 2), o que está de acordo com o observado por Zambom et al. (2006), ao avaliarem níveis de energia durante o pré-parto de cabras Saanen, e Sahlu et al. (1995), em cabras Alpinas.

A IMS no pré-parto foi de 18,5 g/kg de PC, muito próximo ao valor observado por Zambom et al. (2006), de 18,3 g/kg de PC, os quais atribuem a baixa ingestão ao

maior crescimento do feto no terço final de gestação e, conseqüente, redução no volume do rúmen, em virtude da compressão do útero, o que, segundo Rodrigues et al. (2007), pode ser agravado pela ocorrência de partos múltiplos, comum em cabras.

Tabela 2. Peso corporal (PC), ingestão e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes durante o pré-parto de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida

Variável	Dietas (Mcal de EM/kg de MS)				Equação de regressão; R <sup>2</sup>	CV
	2,6	2,7	2,8	2,9		
PC (kg)	76,44	75,68	75,46	75,50	Y = 75,77; ns <sup>1</sup>	13,36
Ingestão (kg/dia)						
MS	1,38	1,42	1,40	1,36	Y = 1,39; ns	11,91
MS <sup>2</sup>	18,10	19,09	18,70	18,12	Y = 18,50; ns	12,73
MO	1,32	1,35	1,33	1,28	Y = 1,32; ns	11,88
PB	0,23	0,25	0,25	0,26	Y = 0,25; ns	12,42
EE	0,04	0,08	0,11	0,14	Y = -0,873+0,351X; 0,90	15,55
FDN	0,46	0,47	0,46	0,41	Y = 0,45; ns	12,34
CT	1,05	1,02	0,97	0,87	Y = 2,631-0,601X; 0,30	11,63
CNF	0,59	0,55	0,53	0,45	Y = 1,717-0,432X; 0,43	11,65
NDT	1,12	1,15	1,21	1,23	Y = 1,18; ns	11,80
Coeficiente de digestibilidade (kg/kg)						
MS	0,70	0,65	0,70	0,71	Y = 0,69; ns	5,08
MO	0,73	0,68	0,73	0,74	Y = 0,72; ns	4,38
PB	0,71	0,72	0,75	0,79	Y = -0,011+0,274X; 0,46	4,91
EE	0,80	0,87	0,92	0,96	Y = -0,580+0,535X; 0,90	1,93
FDN	0,51	0,39	0,47	0,48	Y = 0,46; ns	12,10
CT	0,73	0,65	0,71	0,68	Y = 0,69; ns	4,84
CNF	0,89	0,88	0,92	0,87	Y = 0,89; ns	4,00
NDT	0,72	0,71	0,78	0,82	Y = -0,291+0,381X; 0,61	4,05

<sup>1</sup>ns = P>0,05; <sup>2</sup>g/kg de peso corporal; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; CV = coeficiente de variação (%); MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; CT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não fibrosos; NDT = nutrientes digestíveis totais

Não foram observados efeitos das dietas sobre a ingestão de matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) no pré-parto. A ingestão de extrato etéreo (EE) aumentou linearmente em resposta a adição de gordura nas dietas, enquanto que a ingestão de carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF) apresentaram efeito oposto.

A diminuição na ingestão de CT e CNF foi resultado do balanceamento da dieta, uma vez que a adição de gordura foi acompanhada por diminuição da proporção de milho moído na ração. A dieta controle apresentou o equivalente ao dobro da quantidade de milho moído comparada à dieta com maior nível de gordura protegida, sendo o milho a principal fonte de amido da dieta.

Possivelmente o efeito oposto na ingestão de EE e de carboidratos tenha contribuído para a equiparação dos tratamentos em relação à ingestão de nutrientes digestíveis totais (NDT), a qual não foi influenciada pelos tratamentos. Zambom et al. (2006) também não observaram efeito sobre a ingestão de NDT no pré-parto, apesar da maior ingestão de EE com a inclusão de óleo de soja nas dietas.

Não houve efeito sobre a digestibilidade da FDN no pré-parto (Tabela 2), comprovando a capacidade de a gordura protegida não interferir na digestão da fibra.

Também não foram observados efeitos dos tratamentos ( $P > 0,05$ ) sobre os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, CT e CNF no pré-parto. Contudo, houve um aumento linear na digestibilidade da PB com a adição de gordura na ração, o que pode ser resultante de uma maior deaminação da proteína pelos microrganismos ruminais para obtenção de energia.

Conforme discutido anteriormente, a adição de gordura foi acompanhada pela redução de fonte de amido, sem, no entanto, diminuir o nível proteico das dietas. Consequentemente, a relação entre proteína e energia disponível para a fermentação

ruminal foi alterada, uma vez que os microrganismos ruminais são incapazes de utilizar gordura como fonte de energia para seu crescimento (Arcuri et al., 2011).

Segundo Rapetti & Bava (2008), nas situações em que a energia é limitante, há aumento na deaminação dos aminoácidos pelos microrganismos ruminais, que posteriormente fermentam os esqueletos carbônicos para serem usados como fonte de energia. Como a eficiência do uso da amônia para síntese de proteína microbiana (Pmic) é dependente da disponibilidade de energia, grande parte da amônia formada no processo de deaminação é absorvida através da parede ruminal, convertida em ureia no fígado, para então ser excretada na urina e no leite, ou então retornar ao rúmen via sangue ou saliva (Santos & Pedroso, 2011).

Desta forma, é possível que o aumento na digestibilidade da PB observado esteja associado à diminuição na eficiência de utilização do nitrogênio para síntese de Pmic e aporte de aminoácidos para os animais.

Nos estudos de Sanz Sampelayo et al. (2002a) e Silva et al. (2007) não foram observados efeitos da adição de gordura protegida sobre a digestibilidade da PB em cabras lactantes. Entretanto, diferente do presente estudo, ambos os autores mantiveram a proporção de energia fermentável no rúmen e proteína bruta nas diferentes dietas.

A digestibilidade do EE no pré-parto aumentou linearmente com a adição da gordura protegida, que é composta por sais de cálcio de óleo de soja, rico em ácidos graxos insaturados. Palmquist & Mattos (2011) explicam que os ácidos graxos insaturados apresentam maior digestibilidade que os ácidos graxos saturados pela sua propriedade de formar micelas de gordura mais solúveis no intestino, o que favorece a transposição da camada de água inerte associada com a microvilosidade intestinal, aumentando a absorção destes tipos de ácidos graxos.

Os efeitos observados na digestibilidade do EE e da PB contribuíram para que os nutrientes digestíveis totais apresentassem efeito linear positivo com o aumento da gordura nas dietas (Tabela 2).

Durante o pós-parto, assim como no pré-parto, o peso corporal e a IMS não foram influenciados pela adição de gordura nas dietas (Tabela 3), o que está de acordo com o observado em por Hosam (2011), que suplementou até 50 g de sais de cálcio/kg de MS, e Brown-Crowder et al. (2001), que utilizaram gordura animal hidrogenada em dietas com até 81 g de EE/kg de MS.

A descompressão do rúmen, associada à demanda energética para a lactação no pós-parto, provocaram aumento de 40% na IMS em relação ao período pré-parto, atingindo 1,95 kg de IMS (Tabela 3), o que esta de acordo com citado por Zambom et al. (2005b).

Ao avaliar a ingestão dos nutrientes durante o pós-parto, observou-se efeito dos tratamentos somente sobre a ingestão de EE, que repetiu o comportamento apresentado no período anterior. Entretanto, o coeficiente de digestibilidade do EE se comportou de maneira diferente, apresentando efeito quadrático. Apesar dos ácidos graxos insaturados apresentarem maior capacidade de absorção intestinal (Palmquist & Mattos, 2011), com o aumento do nível de ingestão, o ponto de máximo no coeficiente de digestibilidade do EE (0,94 g/g) foi atingido aos 2,88 Mcal de EM.

Os valores observados para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes (Tabela 3) foram próximos aos observados no pós-parto de cabras Saanen multíparas por Gomes (2011). Não houve efeito dos tratamentos sobre a digestibilidade da FDN, CT e CNF. A digestibilidade da PB respondeu positivamente de forma linear à adição de gordura, assim como a digestibilidade da MS, MO e o NDT.

Tabela 3. Peso corporal (PC), ingestão e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes durante o pós-parto de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida

Variável	Dietas (Mcal de EM/kg de MS)				Equação de regressão; R <sup>2</sup>	CV
	2,6	2,7	2,8	2,9		
PC (kg)	62,50	63,02	64,00	63,72	Y = 63,31; ns <sup>1</sup>	16,62
Ingestão (kg/dia)						
MS	1,98	1,99	1,80	2,03	Y = 1,95; ns	16,09
MS <sup>2</sup>	32,20	32,30	28,04	31,76	Y = 31,07; ns	14,22
MO	1,89	1,89	1,70	1,91	Y = 1,85; ns	16,05
PB	0,34	0,35	0,32	0,38	Y = 0,35; ns	16,02
EE	0,05	0,09	0,13	0,19	Y = -1,239+0,493X; 0,85	20,13
FDN	0,64	0,67	0,58	0,64	Y = 0,63; ns	16,59
CT	1,50	1,45	1,25	1,34	Y = 1,38; ns	15,95
CNF	0,86	0,78	0,68	0,70	Y = 0,75; ns	15,65
NDT	1,39	1,37	1,42	1,64	Y = 1,46; ns	17,50
Coeficiente de digestibilidade (kg/kg)						
MS	0,69	0,66	0,73	0,72	Y = 0,299+0,146X; 0,21	3,42
MO	0,71	0,67	0,75	0,74	Y = 0,282+0,158X; 0,24	3,33
PB	0,70	0,70	0,77	0,78	Y = -0,117+0,311X; 0,59	3,49
EE	0,82	0,89	0,94	0,94	Y = -12,698+9,485X -1,698X <sup>2</sup> ; 0,84	2,63
FDN	0,44	0,38	0,48	0,48	Y = 0,45; ns	10,48
CT	0,71	0,65	0,72	0,69	Y = 0,69; ns	4,16
CNF	0,90	0,89	0,92	0,89	Y = 0,90; ns	3,30
NDT	0,70	0,69	0,79	0,81	Y = -0,376+0,408X; 0,70	3,07

<sup>1</sup>ns = P>0,05; <sup>2</sup>g/kg de peso corporal; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; CV = coeficiente de variação (%)

Ao avaliarem dietas com níveis energéticos similares aos do presente estudo durante o pós-parto, Zambom et al. (2005b) adicionaram até 46,7 g de óleo de soja/kg de MS e observaram aumento na digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, contudo esse efeito esteve associado ao aumento na fração concentrado das dietas. Por

outro lado, Silva et al. (2007) suplementaram cabras com sais de cálcio e observaram redução nos coeficientes de digestibilidade da MO, PB e CT.

Os resultados observados no periparto mostram que, dietas contendo níveis de EE superiores a 90 g/kg de MS, com o uso de gordura protegida garantiu maior aporte de nutrientes, sem limitar a IMS, neste período em que capacidade de ingestão de matéria seca pelos animais é insuficiente para atender as demandas energéticas do final de gestação e início de lactação (Silva et al., 2007).

Os valores observados para os parâmetros sanguíneos aos 21 dias em lactação (Tabela 4) estão dentro dos intervalos descritos como valores de referência para cabras, por Pugh (2004) para glicose e colesterol, o qual não apresenta referência para teores de triglicerídeos. Contudo, os resultados corroboram com o observado para cabras Saanen por Mundim et al. (2006), que avaliaram a lactação de 123 cabras e observaram valores de colesterol oscilando entre 70 e 175 mg/dL; triglicerídeos de 6 a 32 mg/dL; e glicose de 37 a 69 mg/dL.

Tabela 4. Perfil bioquímico sanguíneo no pós-parto de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia, obtidos pela adição de gordura protegida

Variável (mg/dL)	Dietas (Mcal de EM/kg de MS)				Equação de regressão; R <sup>2</sup>	CV
	2,6	2,7	2,8	2,9		
Colesterol	79,80	97,80	101,20	119,80	Y = -239,70+123,40X; 0,40	18,64
Triglicerídeos	14,20	17,20	21,40	21,00	Y = -49,20+24,60X; 0,23	29,96
Glicose	57,00	51,00	54,80	54,80	Y = 54,40; ns <sup>1</sup>	10,54

<sup>1</sup>ns = P>0,05; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; CV = coeficiente de variação (%)

Não houve efeito dos tratamentos sobre os teores de glicose, porém a suplementação com gordura protegida resultou em aumento linear nos teores de colesterol e triglicerídeos no pós-parto. Neste período há intensa mobilização das reservas corporais, principalmente de gordura (Eknæs et al., 2006), e supressão da

lipogênese nos adipócitos (Palmquist & Mattos, 2011) que, associados à suplementação lipídica, resultaram em aumentando nos níveis de triglicerídeos circulantes.

O aumento nos teores de colesterol está associado à demanda para biossíntese de lipoproteínas transportadoras de lipídios, estimulando a biossíntese intestinal de colesterol, sendo observados maiores níveis séricos (Nestel et al., 1978).

Apesar do aumento no aporte de triglicerídeos circulantes durante o pós-parto, a produção de leite e a composição do leite em gordura, lactose e proteína não foram influenciadas pelas dietas (Tabela 5), o que está de acordo com Zambom et al. (2005a). Eknæs et al. (2006) explicaram que, durante o período de balanço energético negativo, a produção de leite é mantida pela mobilização das reservas corporais, principalmente de gordura.

A suplementação lipídica alterou o perfil dos ácidos graxos da gordura do leite (Tabela 6), aumentando a incorporação de ácidos graxos de cadeia longa (AGCL) e diminuindo a síntese de ácidos graxos de cadeia média (AGCM) no leite. Chilliard et al. (2003) citaram que a diminuição nos teores de AGCM podem melhorar o sabor do leite.

Tabela 5. Produção e composição do leite aos 21 dias em lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida

Variável	Dietas (Mcal de EM/kg de MS)				Equação de regressão; R <sup>2</sup>	CV
	2,6	2,7	2,8	2,9		
PL <sup>1</sup>	3,57	4,01	3,70	4,40	Y = 3,93; ns <sup>4</sup>	17,96
Gordura <sup>2</sup>	42,84	44,64	41,72	43,98	Y = 43,30; ns	15,09
Proteína <sup>2</sup>	30,00	29,72	30,24	29,70	Y = 29,92; ns	12,28
Lactose <sup>2</sup>	44,78	44,56	42,70	43,54	Y = 43,90; ns	5,03
Sólidos totais <sup>2</sup>	126,30	127,42	122,20	125,04	Y = 125,24; ns	7,20
ECS <sup>3</sup>	6,46	4,94	6,37	5,31	Y = 5,77; ns	30,73

<sup>1</sup>Produção de leite (kg/dia); <sup>2</sup>g/kg; <sup>3</sup>escore de células somáticas; <sup>4</sup>ns = P>0,05; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; CV = coeficiente de variação (%)

Tabela 6. Perfil dos ácidos graxos (g/100g de ácidos graxos) na gordura do leite aos 21 dias da lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida

Variável	Dietas (Mcal de EM/kg de MS)				Equação de regressão; R <sup>2</sup>	CV
	2,6	2,7	2,8	2,9		
C4:0	3,57	2,66	2,79	1,23	Y = 2,63; ns <sup>1</sup>	80,71
C6:0	0,62	0,50	0,56	0,49	Y = 0,55; ns	54,62
C8:0	1,28	0,93	0,93	0,73	Y = 0,98; ns	46,08
C10:0	6,27	4,64	4,37	3,14	Y = 31,13-9,64X; 0,30	37,43
C12:0	3,04	2,18	2,10	2,05	Y = 165,67-115,94X+20,53X <sup>2</sup> ; 0,32	27,65
C13:0	0,08	0,02	0,03	0,03	Y = 0,04; ns	80,47
C14:0	8,99	7,41	7,06	6,69	Y = 27,94-7,42X; 0,34	16,21
C15:0	0,65	0,46	0,33	0,16	Y = 4,84-1,61X; 0,42	58,28
C16:0	27,54	27,96	28,03	27,86	Y = 27,85; ns	4,86
C18:0	15,61	19,10	17,94	16,84	Y = 17,40; ns	21,59
C18:1n9t	1,41	3,42	4,92	6,04	Y = -38,77+15,54X; 0,43	60,14
C18:1n9c	25,58	25,16	25,38	25,76	Y = 25,45; ns	19,42
C18:2n6c	2,44	2,77	2,96	5,62	Y = 410,57-306,26X+57,44X <sup>2</sup> ; 0,71	23,54
C18:3n6	0,01	0,01	0,02	0,02	Y = 0,02; ns	89,14
C18:3n3	0,13	0,15	0,14	0,33	Y = 28,49-21,20X+3,96X <sup>2</sup> ; 0,55	39,03
C20:1	0,21	0,35	0,34	0,39	Y = 0,32; ns	70,11
Outros <sup>2</sup>	2,57	2,28	2,10	2,62	Y = 2,39	-
AGCC	5,47	4,08	4,28	2,45	Y = 4,16; ns	54,70
AGCM	19,24	15,04	14,28	12,58	Y = 73,14-21,05X; 0,34	22,80
AGCL	75,29	80,88	81,44	84,98	Y = -1,04+29,71X; 0,33	6,29
AGS	68,87	66,92	65,31	60,33	Y = 138,52-26,58X; 0,28	7,68
AGMI	28,32	29,92	31,42	33,46	Y = 30,64; ns	14,40
AGPI	2,80	3,16	3,27	6,21	Y = 456,01-339,64X+63,61X <sup>2</sup> ; 0,68	24,30
n3	0,14	0,16	0,15	0,34	Y = 30,50-22,65X+4,22X <sup>2</sup> ; 0,56	37,12
n6	2,64	2,99	3,11	5,82	Y = 418,35-311,69X+58,41X <sup>2</sup> ; 0,68	23,69
n6:n3	18,89	21,31	22,35	17,68	Y = 20,18; ns	29,89

<sup>1</sup>ns = P>0,05; <sup>2</sup>demais ácidos graxos; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; CV = coeficiente de variação (%); AGCC = ácidos graxos de cadeia curta (C4:0+C6:0+C8:0); AGCM = ácidos graxos de cadeia média (C10:0 a C15:1); AGCL = ácidos graxos de cadeia longa (maiores que C16:0); AGS = ácidos graxos saturados; AGMI = ácidos graxos monoinsaturados; AGPI = ácidos graxos poli-insaturados; n3 = ácidos graxos Omega 3; n6 = ácidos graxos Omega 6

Com a suplementação lipídica, houve redução nos teores dos ácidos graxos láurico (C12:0) e mirístico (C14:0), o que é interessante do ponto de vista da nutrição humana, uma vez que estes ácidos graxos provocam aumento nos teores plasmáticos de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), tipo de colesterol associado a problemas cardíacos (Lima et al., 2000).

A suplementação favoreceu a produção de leite com maiores teores dos ácidos graxos essenciais ômega-3 (n3) e ômega-6 (n6). Foi observado aumento nos ácidos graxos poli-insaturados, com ponto de mínimo em 2,67 Mcal de EM. Os resultados estão de acordo com os observados por Sanz Sampelayo et al. (2002b), fornecendo dietas com gordura protegida, e Maia et al. (2006), que suplementaram óleos vegetais, ricos em gordura poli-insaturadas, como o óleo de soja (a partir do qual são produzidos os sais de cálcio do Lactoplus<sup>®</sup>). Castro et al. (2004) citaram que a gordura poli-insaturada e monoinsaturada estão relacionadas a menores riscos de enfermidades cardíacas.

### **Conclusões**

A elevação do nível de energia na dieta para 2,9 Mcal de EM/kg de matéria seca, utilizando gordura protegida, não tem efeito sobre o peso corporal e não limita a ingestão de matéria seca de cabras Saanen no periparto, permitindo um maior aporte de nutrientes digestíveis totais e favorecendo a produção de leite com propriedades benéficas para a saúde humana.

## Referências

- ALI, A.K.A.; SHOOK, G.E. An optimum transformation for somatic cell concentration in milk. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.487-490, 1980.
- ANDRADE, P.V.D.; SOUZA, M.R.; PENNA, C.F.A.M. et al. Características microbiológicas e físico-químicas do leite de cabra submetido à pasteurização lenta pós-envase e ao congelamento. **Ciência Rural**, v.38, n.5, p.1424-1430, 2008.
- ARCURI, E.F.; SILVA, P.D.L.; BRITO, J.R.F. et al. Emprego do Somacount 300, calibrado com leite de vaca, na contagem de células somáticas no leite de cabra. **Ciência Rural**, v.34, n.5, p.1497-1500, 2004.
- ARCURI, P.B.; LOPES, F.C.F.; CARNEIRO, J.C.C. Microbiologia do rúmen. In: BERCHIELI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. et al. (Eds.). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.115-160.
- BROWN-CROWDER, I.E.; HART, S.P.; CAMERON, M. et al. Effects of dietary tallow level on performance of Alpine does in early lactation. **Small Ruminant Research**, v.39, p.233-241, 2001.
- CASTRO, L.C.V.; FRANCESCHINI, S.C.C.; PRIORE, S.S.E. et al. Nutrição e doenças cardiovasculares: os marcadores de risco em adultos. **Revista de Nutrição**, v.17, n.3, p.369-377, 2004.
- CHILLIARD, Y., FERLAY, A., ROUEL, J. et al. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.5, p.1751-1770, 2003.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986.
- EKNÆS, M., KOLSTAD, K., VOLDEN, H. et al. Changes in body reserves and milk quality throughout lactation in dairy goats. **Small Ruminant Research**, v.63, p.1-11, 2006.
- GOMES, L.C. **Uso de levedura seca na alimentação de cabras Saanen, primíparas e múltiparas, em lactação**. 2011. 63f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- HOSAM, T. Effects of varying levels of protected fat on performance of Shami goats during early and mid lactation. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v.35, n.2, p.67-74, 2011.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION- ISO. **Animal and Vegetable Fats and Oils – Preparation of Methyl Esters of Fatty Acids**. Geneva, Switzerland: Method ISO 5509, 1978.
- LIMA, F.E.L.; MENEZES, T.N.; TAVARES, M.P. et al. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. **Revista de Nutrição**, v.13, n.2, p.73-80, 2000.
- MAIA, F.J.; BRANCO, A.F.; MOURO, G.F. et al. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: produção, composição e perfil dos ácidos graxos do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1504-1513, 2006.

- MUNDIM, A.V.; COSTA, A.S.; MUNDIM, S.A.P. et al. Influência da ordem e estádios da lactação no perfil bioquímico sanguíneo de cabras da raça Saanen. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.2, p.306-312, 2007.
- MURPHY, J.J.; CONNOLLY, J.F.; McNEILL, G.P. Effects on milk fat composition and cow performance of feeding concentrates containing full fat rapessed and maize distillers grains on grass-silage based diets. **Production Science**, v.44, p.1-11, 1995.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**, Washington, D.C.: National Academy Press. 2007. 362p.
- NESTEL, P.J., POYSER, A., HOOD, R.L. et al. The effect of dietary fat supplements on cholesterol metabolism in ruminants. **Journal of Lipid Research**, v.19, p.889-909, 1978.
- PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. et al. (Eds.). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.299-322.
- PUGH, D.G. **Clínica de Ovinos e Caprinos**. São Paulo: Roca, 2004. 513p.
- RAPETTI, L.; BAVA, L. Feeding Management of Dairy Goats in Intensive Systems. In: CANNAS, A.; PULINA, G. (Eds.). **Dairy Goats Feeding and Nutrition**. Oxfordshire: CAB International, 2008, p.221-237.
- RODRIGUES, C.A.F.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Avaliação do consumo e de metabólitos plasmáticos de cabras gestantes com duas condições corporais alimentadas com dietas formuladas com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.945-952, 2007.
- SAHLU, T.; HART, S.P.; LE-TRONG, T. et al. Influence of prepartum protein and energy concentrations for dairy goats during pregnancy and early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.2, p.378-387, 1995.
- SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.265-297.
- SANZ SAMPELAYO, M.R.; PÉREZ, L.; ALONSO, J.J.M. et al. Effects of concentrates with different contents of protected fat rich in PUFAs on the performance of lactating Granadina goats. 1. Feed intake, nutrient digestibility, N and energy utilization for milk production. **Small Ruminant Research**, v.43, p.133-139, 2002a.
- SANZ SAMPELAYO, M.R.; PÉREZ, L.; ALONSO, J.J.M. et al. Effects of concentrates with different contents of protected fat rich in PUFAs on the performance of lactating Granadina goats. 2. Milk production and composition. **Small Ruminant Research**, v.43, p.141-148, 2002b.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. 5.ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 235p, 2002.
- SILVA, M.M.C.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.257-267, 2007.

- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562, 1992.
- VAN SOEST, P.J. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to nutrition. In: SYMPOSIUM CARBOHYDRATE METHODOLOGY, METABOLISM, AND NUTRITIONAL IMPLICATIONS IN DAIRY CATTLE. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- ZAMBOM, M.A.; ALCALDE, C.R.; MACEDO, F.A.F. et al. Ingestão, digestibilidade das rações e parâmetros sanguíneos em cabras Saanen durante o pré-parto recebendo rações com diferentes níveis de energia, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1866-1871, 2006.
- ZAMBOM, M.A.; ALCALDE, C.R.; MARTINS, E.N. et al. Curva de lactação e qualidade do leite de cabras Saanen recebendo rações com diferentes relações volumoso :concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2515-2521, 2005a.
- ZAMBOM, M.A.; ALCALDE, C.R.; SILVA, K.T. et al. Ingestão, digestibilidade das rações e produção de leite em cabras Saanen submetidas a diferentes relações volumoso:concentrado na ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2505-2514, 2005b.

#### **IV. Valor nutritivo de rações com níveis crescentes de energia, obtidos pela adição de gordura protegida, durante a lactação de cabras leiteiras<sup>1</sup>**

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o uso de gordura protegida, para elevação do nível de energia na dieta de cabras Saanen, após 21 dias em lactação, e seus efeitos sobre ingestão, digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes e qualidade do leite. Foram utilizadas 20 cabras múltíparas ( $63,5 \pm 10,3$  kg) confinadas, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em quatro tratamentos com os seguintes níveis de energia na dieta: 2,6 Mcal de energia metabolizável por kg de matéria seca (EM/kg de MS) – dieta controle; 2,7; 2,8; e 2,9 Mcal de EM/kg de MS – com adição de gordura protegida (Lactoplus<sup>®</sup>). Os animais foram avaliados a partir dos 21 dias em lactação, acompanhando o peso corporal (PC), ingestão de matéria seca (IMS), digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, perfil bioquímico sanguíneo, produção e qualidade do leite. Não foram observados efeitos dos tratamentos sobre o PC e IMS. A suplementação com gordura elevou a ingestão de nutrientes digestíveis totais das dietas e não interferiu na digestibilidade da fibra. Os teores sanguíneos de colesterol aumentaram com a adição de gordura na dieta, assim como os teores de gordura e lactose no leite, porém foi observado decréscimo nos teores de proteína do leite. O perfil dos ácidos graxos da gordura do leite foi influenciado pela dieta, sendo observados maiores teores de ácidos graxos de cadeia longa e ácidos graxos poli-insaturados. A elevação do nível de energia na dieta para 2,9 Mcal de EM/kg de matéria seca, utilizando gordura protegida, não tem efeito sobre o peso corporal e não limita a ingestão de matéria seca de cabras Saanen após os 21 dias em lactação, permitindo um maior aporte de nutrientes digestíveis totais, melhorando a qualidade do leite.

**Palavras-chave:** ácidos graxos, digestibilidade, Lactoplus<sup>®</sup>, qualidade do leite, Saanen, sais de cálcio

---

<sup>1</sup> Elaborado segundo normas da Revista Brasileira de Zootecnia

## Introdução

A suplementação lipídica é uma das formas de prover maior suprimento energético em períodos de grande demanda, podendo ser usado, também, como ferramenta para manipulação da qualidade do leite caprino, por ter reflexo direto sobre a produção e composição da gordura do leite, componente do leite que mais sofre variação, com impacto direto sobre o teor de sólidos totais (Chilliard et al., 2003).

Os sais de cálcio são uma alternativa para fornecer lipídios na dieta de ruminantes com mínima interferência sobre a digestibilidade da fibra, permitindo maiores níveis de inclusão. São conhecidos como gorduras protegidas, obtidos pela reação de íons de cálcio com ácidos graxos de cadeia longa (insaturados e saturados), cujo princípio se baseia na passagem deste complexo pelo rúmen e na sua dissociação nas condições ácidas do abomaso, tornando-os disponíveis para digestão e absorção (Silva et al., 2007).

Hosam (2011) suplementou cabras com sais de cálcio e observou alteração na composição do leite, no entanto, o nível de suplementação foi o fator limitante, uma vez que houve aumento na produção de leite somente com o maior nível de suplementação.

Além de alterar a produção e composição do leite em sólidos totais, suplementos lipídicos possibilitam a manipulação da composição em ácidos graxos da gordura do leite, sendo amplamente estudada a diminuição nos teores de ácidos graxos saturados, aumento nos ácidos graxos insaturados, os quais apresentam uma série de benefícios comprovados para a saúde humana (Maia et al., 2006; Hosam, 2011).

Neste sentido, objetivou-se avaliar o uso de gordura protegida, para elevação do nível de energia na dieta de cabras Saanen, após 21 dias em lactação, e seus efeitos sobre ingestão, digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes e qualidade do leite.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no Setor de Caprinocultura na Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá, localizada no distrito de Iguatemi, município de Maringá-PR. Foram utilizadas 20 cabras multíparas da raça Saanen ( $63,5 \pm 10,3$  kg), distribuídas de acordo com peso corporal e ordem de lactação em delineamento inteiramente casualizado, em quatro tratamentos, que consistiram em dietas com níveis crescentes de energia, obtidos pela adição de gordura protegida (Tabela 1).

A dieta controle, com 2,6 Mcal de energia metabolizável por kg de matéria seca (EM/kg de MS) foi formulada para atender as exigências de cabras Saanen de 60 kg de peso corporal (PC) com produção de 3,0 kg de leite por dia, de acordo com o NRC (2007). Nos demais tratamentos, adicionou-se gordura protegida na forma de sais de cálcio de ácidos graxos de cadeia longa, de produto comercial à base de óleo de soja (Lactoplus<sup>®</sup> - Dalquim Indústria Química Ltda), para atingir os seguintes níveis de energia: 2,7; 2,8 ou 2,9 Mcal de EM/kg.

O período experimental foi dos 21 dias após do parto até os 180 dias em lactação, contudo, os animais receberam as dietas a partir dos últimos 35 dias da gestação. Os animais permaneceram confinados em baias individuais, tendo acesso ao solário por duas horas no período na manhã. A ordenha foi realizada duas vezes ao dia (7h30 e 15h), assim como o fornecimento da alimentação (9h30 e 14h30), com o acompanhamento diário do alimento fornecido e das sobras. A ingestão foi ajustada semanalmente de maneira que proporcionasse sobras de aproximadamente 10%, com água fornecida *ad libitum*.

Aos 90 dias em lactação foi realizada uma semana de coleta de amostras de alimentos, sobras e fezes para determinação da ingestão de matéria seca (IMS), e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, acompanhando o peso corporal.

Tabela 1. Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas

Alimento (g/kg de MS)	Dietas (Mcal de EM/kg de MS)			
	2,6	2,7	2,8	2,9
Silagem de milho	574,8	600,0	600,0	600,0
Milho moído	244,4	185,7	154,1	122,6
Farelo de soja	172,6	179,5	184,9	190,2
Gordura protegida (Lactoplus <sup>®</sup> )	-	28,7	54,6	80,5
Calcário	1,2	-	-	-
Fosfato bicálcico	-	1,1	1,3	1,6
Suplemento mineral-vitamínico <sup>1</sup>	7,0	5,0	5,0	5,0
Matéria seca <sup>2</sup>	528,6	513,7	517,2	518,1
Matéria orgânica	951,6	949,5	944,7	941,8
Proteína bruta	156,9	158,8	160,6	164,4
Extrato etéreo <sup>3</sup>	28,2	26,5	25,5	24,6
Gordura suplementar <sup>4</sup>	-	23,6	44,8	66,0
Fibra em detergente neutro	349,8	359,4	344,9	341,7
Carboidratos não fibrosos	416,8	381,3	368,8	344,9
Carboidratos totais	766,6	740,7	713,7	686,7

<sup>1</sup>Composição química (por kg do produto): cálcio 240g; fósforo 71g; flúor-710mg (Máx); magnésio 20g; potássio 28,20 g; vit. A 135.000 UI; vit. D3 68.000UI; vit. E 450UI; ferro 2.500mg; cobre 400 mg; manganês 1.350 mg; zinco 1.700 mg; cobalto 30 mg; iodo 40 mg; selênio 15 mg; cromo 10 mg; 95% Solubilidade do fósforo em ácido cítrico a 2% (Min). <sup>2</sup>g/kg de matéria natural; <sup>3</sup>Obtido a partir da análise da silagem de milho, milho moído e farelo de soja; <sup>4</sup>Estimado a partir de informações do manual da empresa fabricante do Lactoplus<sup>®</sup> (Dalquim Indústria Química Ltda)

O PC foi obtido no início da semana de coleta, logo após a ordenha da manhã e antes do fornecimento da ração. A IMS foi calculada pela diferença entre o alimento fornecido e as sobras durante a semana de avaliação.

Para determinação da digestibilidade da matéria seca (MS) e dos nutrientes das rações, foram realizadas coletas de fezes na ampola retal dos animais durante seis dias

ao longo da semana de avaliação, sendo realizadas em horários diferentes a cada dia (8h, 10h, 12h, 14h, 16h e 18h), de forma a obter uma amostra composta por animal, a qual foi congelada para posterior análise, juntamente com amostras dos alimentos fornecidos e de 10% das sobras obtidas durante os dias das coletas.

Para realização das análises laboratoriais, as amostras foram descongeladas, secas em estufa com ventilação forçada por 72 horas a 55°C, processadas em moinho de facas com peneiras de porosidade de 1 mm e armazenadas em potes de plástico.

A excreção fecal foi estimada utilizando como indicador a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), conforme metodologia adaptada de Cochran et al. (1986). A FDNi foi obtida após 144 horas de incubação *in situ* (em cabras fistulas, não gestantes e não lactantes) dos alimentos fornecidos, das sobras e das fezes em filtros F57 da Ankom<sup>®</sup> Technology Corporation, seguida da análise de fibra em detergente neutro.

Foram realizadas análises de matéria seca, cinzas, proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). As análises de fibra em detergente neutro (FDN) foram realizadas segundo metodologia descrita por Van Soest et al. (1991), e os valores de carboidratos totais (CT) e nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados de acordo com a equação descrita por Sniffen et al. (1992):

$$CT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$$

$$NDT (\%) = \%PB \text{ digestível} + (2,25 * \%EE \text{ digestível}) + \%CT \text{ digestíveis}$$

Os valores para carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados de acordo com a equação descrita por Van Soest et al. (1991):

$$CNF (\%) = 100 - (\%FDN + \%PB + \%EE + \%cinzas)$$

Mensalmente foram coletadas amostras de leite individuais dos animais, obtidas de maneira proporcional durante as duas ordenhas diárias. As amostras foram

aconditionadas em frasco plástico contendo conservante Bronopol<sup>®</sup> (2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol), sendo posteriormente analisadas pela técnica de leitura de absorção infravermelha em equipamento automatizado Bentley 2000<sup>®</sup>, para estimação dos teores de sólidos totais, proteína, gordura e lactose, enquanto para análise da contagem de células somáticas (CCS) utilizou-se equipamento com citometria de fluxo Somacount 500<sup>®</sup>.

As análises foram realizadas no Laboratório do Programa de Análises do Rebanho Leiteiro do Paraná, pertencente à Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa, em equipamentos calibrados para análise de leite de vaca, mas que podem ser empregados com segurança para análise de leite caprino de acordo observado por Arcuri et al. (2004) e Andrade et al. (2008). Com o objetivo de aproximar a CCS a uma distribuição normal, com homogeneidade de variâncias, transformou a mesma em escore de células somáticas (ECS) por meio da equação de Ali & Shook (1980):

$$ECS = \log_2 (CCS/100.000) + 3$$

Aos 90 e 180 dias em lactação foram coletadas amostras de leite, para análise do perfil de ácidos graxos da gordura do leite, e de sangue, para análise do perfil bioquímico sanguíneo.

As amostras de sangue foram coletadas após a ordenha da manhã (antes da alimentação), por meio de punção da veia jugular, acondicionado em tubos de ensaio de 10 mL, os quais foram centrifugados a 3.500 rpm por 15 minutos para obtenção do soro. O soro foi armazenado em tubos *ependorf* e congelado para posterior análise dos teores de colesterol, triglicerídeos e glicose, as quais foram realizadas por meio do analisador automático Merck Vitalab Selectra 2<sup>®</sup>, no Laboratório de Bioquímica da UEM.

A mesma metodologia de coleta de sangue, obtenção e conservação do soro foi realizada aos 21, 90 e 180 dias em lactação, para obtenção dos teores médios de ureia

durante o período experimental. As análises foram realizadas pelo método enzimático-colorimétrico, utilizando o kit Uréia-PP, categoria 427 (Analisa<sup>®</sup>).

Para análise do perfil de ácidos graxos, a gordura do leite foi extraída por centrifugação segundo metodologia descrita por Murphy et al. (1995), esterificada conforme método 5509 da ISO (1978) com KOH/metanol e n-heptano. Posteriormente, os ésteres metílicos de ácidos graxos foram analisados em cromatógrafo gasoso (Trace GC Ultra, Thermo Scientific, EUA), equipado com detector de ionização de chama a 240°C e coluna capilar de sílica fundida (100 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,20 µm, Restek 2560). Os ácidos graxos foram quantificados por comparação com o tempo de retenção de ésteres metílicos de ácidos graxos de amostras padrões (Sigma Aldrich<sup>®</sup>).

A avaliação do efeito de níveis de energia e sobre o peso corporal, ingestão, digestibilidade, composição do leite, ECS, perfil bioquímico do sangue e perfil dos ácidos graxos da gordura do leite, foi feita por meio de equações de regressão para distribuição Gaussiana, considerando o efeito de tratamento linear e quadrático, optando pelo modelo com melhor ajuste no teste Tukey ( $P < 0,05$ ), utilizando o programa estatístico SPSS (Versão 18).

## **Resultados e Discussão**

Não foram observados efeitos dos tratamentos sobre peso corporal (PC) e ingestão de matéria seca (IMS) (Tabela 2) durante a semana de coletas (90 dias em lactação), o que difere dos resultados observados por Sanz Sampelayo et al. (2002a), que suplementaram dietas de cabras Granadinas com gordura protegida durante o estágio intermediário da lactação e observaram diminuição na IMS. Os autores atribuíram esta redução ao hábito de consumo seletivo das cabras frente às características de

palatabilidade da gordura protegida, com claras observações de recusa por parte dos animais, contudo, tal comportamento não foi observado no presente estudo.

Tabela 2. Peso corporal (PC), ingestão e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes aos 90 dias da lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida

Variável	Dietas (Mcal de EM/kg de MS)				Equação de regressão; R <sup>2</sup>	CV
	2,6	2,7	2,8	2,9		
PC (kg)	63,32	62,88	63,42	62,30	Y = 62,98; ns <sup>1</sup>	18,88
Ingestão (kg/dia)						
MS	2,08	2,05	1,99	2,07	Y = 2,05; ns	10,71
MS <sup>2</sup>	33,94	34,09	31,50	33,24	Y = 33,19; ns	16,75
MO	1,97	1,94	1,87	1,94	Y = 1,93; ns	10,67
PB	0,33	0,34	0,34	0,35	Y = 0,34; ns	11,15
EE	0,06	0,11	0,15	0,21	Y = -1,260+0,508X; 0,88	15,42
FDN	0,68	0,69	0,63	0,62	Y = 0,66; ns	12,40
CT	1,58	1,49	1,37	1,37	Y = 1,45; ns	10,25
CNF	0,90	0,80	0,74	0,75	Y = 1,933-0,412X; 0,27	9,62
NDT	1,49	1,40	1,61	1,69	Y = -0,595+0,799X; 0,20	11,71
Coeficiente de digestibilidade (kg/kg)						
MS	0,71	0,64	0,74	0,72	Y = 0,70; ns	4,87
MO	0,72	0,66	0,76	0,74	Y = 0,72; ns	4,55
PB	0,72	0,67	0,79	0,77	Y = 0,002+0,268X; 0,34	3,21
EE	0,88	0,91	0,95	0,96	Y = 0,210+0,259X; 0,75	1,89
FDN	0,53	0,39	0,53	0,45	Y = 0,47; ns	8,66
CT	0,72	0,64	0,73	0,70	Y = 0,70; ns	5,26
CNF	0,86	0,85	0,90	0,90	Y = 0,377+0,182X; 0,23	4,45
NDT	0,72	0,68	0,81	0,82	Y = -0,377+0,412X; 0,53	4,25

<sup>1</sup>ns = P>0,05; <sup>2</sup>g/kg de peso corporal; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; CV = coeficiente de variação (%); MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; CT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não fibrosos; NDT = nutrientes digestíveis totais

Houve aumento na ingestão de extrato etéreo (EE) e nutrientes digestíveis totais (NDT), associado à suplementação com gordura protegida, e diminuição na ingestão de carboidratos não fibrosos (CNF) (Tabela 2), resultado do balanceamento da dieta, uma vez que adição de gordura foi acompanhada por diminuição da proporção de milho moído na ração, principal fonte de amido da dieta.

A digestibilidade do EE aumentou com a adição da gordura protegida, que é composta por sais de cálcio de óleo de soja, rico em ácidos graxos insaturados. Palmquist & Mattos (2011) explicam que os ácidos graxos insaturados apresentam maior digestibilidade que os ácidos graxos saturados pela sua propriedade de formar micelas de gordura mais solúveis no intestino, o que favorece a transposição da camada de água inerte associada com a microvilosidade intestinal, aumentando a absorção destes tipos de ácidos graxos.

O aumento na absorção de ácidos graxos resultou em maiores níveis sanguíneos de colesterol para as dietas com gordura protegida (Tabela 3). Nestel et al. (1978) observaram que, o aumento na demanda de colesterol para biossíntese de lipoproteínas transportadoras de lipídios, associado à suplementação lipídica, estimulou a biossíntese intestinal de colesterol, sendo observados maiores níveis séricos de colesterol.

Os valores observados para digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes (Tabela 2) foram muito próximos aos reportados por Silva et al. (2007). Os coeficientes de digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) não foram influenciados pelos tratamentos, evidenciando a eficiência da gordura protegida em manter as condições ruminais favoráveis à digestão da fibra.

A adição de gordura protegida na dieta aumentou os nutrientes digestíveis totais em função do efeito linear positivo observado sobre a digestibilidade do EE, CNF e da proteína bruta (PB).

Tabela 3. Perfil bioquímico sanguíneo (mg/dL) de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida

Variável	Dietas (Mcal de EM/kg de MS)				Equação de regressão; R <sup>2</sup>	CV
	2,6	2,7	2,8	2,9		
90 dias em lactação						
Colesterol	88,00	117,20	131,20	148,80	Y = -418,80+196,40X; 0,46	21,61
Triglicerídeos	19,40	23,80	19,00	22,40	Y = 21,15; ns <sup>3</sup>	22,59
Glicose	57,20	53,40	55,40	59,80	Y = 56,45; ns	8,59
180 dias em lactação						
Colesterol	80,80	119,80	140,60	172,00	Y = -681,30+294,40X; 0,62	22,09
Triglicerídeos	23,60	21,80	21,80	24,00	Y = 22,80; ns	33,31
Glicose	58,20	53,40	56,60	59,40	Y = 56,90; ns	7,12

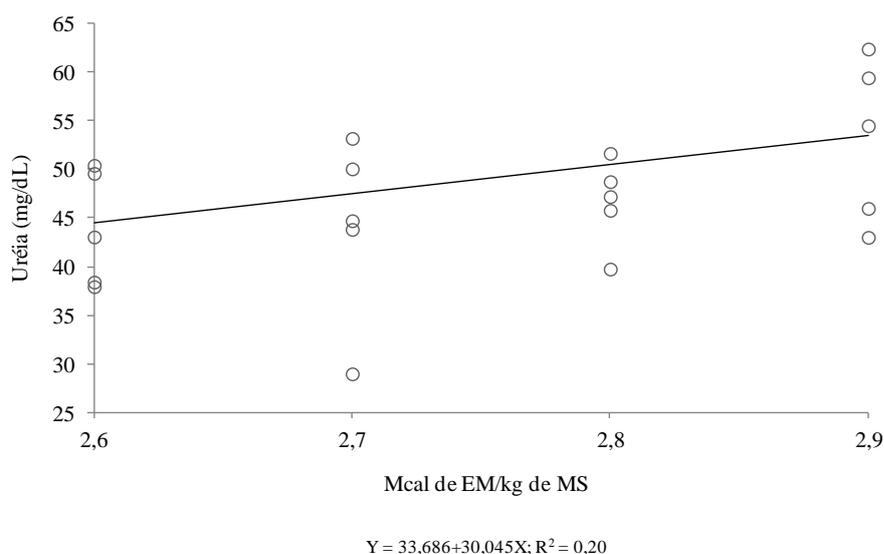
<sup>1</sup>ns = P>0,05; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; CV = coeficiente de variação (%)

Como a digestibilidade é avaliada ao longo do trato gastrointestinal, não há como definir se o desaparecimento da PB ocorreu no rúmen ou no intestino. Contudo, o aumento nos níveis plasmáticos de ureia observados (Figura 1), permite supor ter ocorrido maior deaminação da proteína dietética pelos microrganismos ruminais nas dietas com gordura protegida, o que seria indesejável, pois estaria relacionado à diminuição na eficiência de utilização do nitrogênio para síntese de proteína microbiana (P<sub>mic</sub>) e aporte de aminoácidos para os animais.

Conforme discutido anteriormente, a adição de gordura foi acompanhada pela redução de fonte de amido, sem, no entanto, diminuir o nível proteico das dietas. Consequentemente, a relação entre proteína e energia disponível para a fermentação ruminal foi alterada, uma vez que os microrganismos ruminais são incapazes de utilizar gordura como fonte de energia para seu crescimento (Arcuri et al., 2011).

Segundo Rapetti & Bava (2008), nas situações em que a energia é limitante, há aumento na deaminação dos aminoácidos pelos microrganismos ruminais, que posteriormente fermentam os esqueletos carbônicos para serem usados como fonte de

energia. Como a eficiência do uso da amônia para síntese de Pmic é dependente da disponibilidade de energia, grande parte da amônia formada no processo de deaminação é absorvida através da parede ruminal, convertida em ureia no fígado, para então ser excretada na urina e no leite, ou então retornar ao rúmen via sangue ou saliva (Santos & Pedroso, 2011), o que explicaria o aumento nos teores de ureia observados.



Figural. Teores plasmáticos de ureia durante a lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida

Ao comparar a dieta controle à dieta mais energética (2,9 Mcal de EM), observa-se que, a inclusão de gordura protegida resultou em decréscimo de 50% no milho moído, e aumento de 10% no farelo de soja, para manter o teor proteico (Tabela 1), resultando em diminuição de 89 g de nutrientes digestíveis totais (NDT)/kg de matéria seca (MS) fermentável. Segundo NRC (2007), isso corresponde a um déficit de 12 g de Pmic/kg de MS (kg de Pmic = kg de NDT\*0,13).

Santos & Pedroso (2011) citaram que a Pmic é a principal fonte de proteína metabolizável (PM) para ruminantes, apresentando perfil de aminoácidos essenciais equilibrado, em relação à proteína do leite.

Considerando que Pmic possui o equivalente a 64% de PM, e que o requerimento de PM para síntese de proteína do leite é de 1,45 g/g (NRC, 2007), para cada kg de MS da dieta com maior nível energético (2,9 Mcal de EM), deixariam de ser produzidos 5,5 g de proteína do leite, em comparação à dieta controle (2,6 Mcal de EM), o que explica a diminuição nos teores de proteína do leite observados para as dietas com gordura protegida durante a lactação (Tabela 4).

Outra teoria, relacionada à glicose, ajuda a explicar a diminuição nos teores de proteína do leite observada. Segundo revisão de Wu & Huber (1994), quando os lipídios substituem os carboidratos fermentáveis na dieta, há uma diminuição na produção ácidos graxos voláteis no rúmen, entre eles, o propionato, precursor da glicose. Nestas situações, para suprir o requerimento energético da glândula mamária, aumenta-se a taxa de gliconeogênese a partir de aminoácidos, mantendo estáveis os níveis plasmáticos de glicose (Tabela 3) e diminuindo a disponibilidade de aminoácidos para síntese de proteína do leite.

O aumento nos teores de lactose, observado para as cabras suplementadas com gordura protegida entre 22 e 120 dias em lactação não é comumente observado, pois a lactose, pela sua propriedade osmótica, “atrai” água para o leite, mantendo suas concentrações constantes (González, 2001; Silva et al., 2011). Entretanto, tal efeito da suplementação lipídica, também foi observado por Queiroga et al. (2010), ao fornecerem 3% de óleo de mamona para cabras mestiças Moxotó. Palmquist & Jenkins (1980) explicaram que o aumento do *pool* de ácidos graxos circulantes, provoca um quadro de resistência à insulina, desta forma, os tecidos corpóreos têm reduzida

capacidade de utilização de glicose, sendo esta conservada para a glândula mamária, contribuindo para o aumento nos teores de lactose observados.

Tabela 4. Produção e composição do leite após 21 dias em lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida

Variável	Dietas (Mcal de EM/kg de MS)				Equação de regressão; R <sup>2</sup>	CV
	2,6	2,7	2,8	2,9		
22 a 60 dias em lactação						
PL <sup>1</sup>	3,19	3,82	3,55	4,16	Y = -3,76+2,71X; 0,24	15,71
Gordura <sup>2</sup>	35,99	37,29	37,98	38,76	Y = 37,98; ns <sup>4</sup>	14,64
Proteína <sup>2</sup>	27,97	27,51	28,29	27,35	Y = 46,31-6,82X; 0,13	9,48
Lactose <sup>2</sup>	42,31	43,68	42,67	43,46	Y = 29,40+5,16X; 0,17	4,05
Sólidos totais <sup>2</sup>	112,92	115,77	115,85	116,73	Y = 115,32; ns	6,07
ECS <sup>3</sup>	5,35	5,01	6,20	5,44	Y = 5,50; ns	26,45
61 a 120 dias em lactação						
PL	2,48	3,29	3,37	3,47	Y = -147,64+106,76X -18,85X <sup>2</sup> ; 0,56	11,72
Gordura	35,93	38,45	39,72	41,39	Y = -19,52+21,46X; 0,19	13,81
Proteína	28,49	27,81	28,22	27,17	Y = 46,66-6,83X; 0,18	7,67
Lactose	42,33	43,15	42,69	43,89	Y = 32,02+4,12X; 0,08	3,81
Sólidos totais	114,74	117,71	118,96	120,85	Y = -1453,60+1125,82X -201,09X <sup>2</sup> ; 0,20	5,96
ECS	5,63	5,65	6,30	6,17	Y = 5,92; ns	23,69
121 a 180 dias em lactação						
PL	2,06	3,04	3,19	3,07	Y = -217,60+157,38X -28,03X <sup>2</sup> ; 0,62	13,98
Gordura	34,19	36,64	40,77	40,43	Y = -19,49+20,94X; 0,30	11,14
Proteína	28,08	27,44	27,75	26,52	Y = 49,99-8,22X; 0,20	8,84
Lactose	41,39	42,09	40,45	42,68	Y = 41,59; ns	4,73
Sólidos totais	112,21	114,84	117,62	118,37	Y = 115,88; ns	5,67
ECS	6,25	6,58	6,52	6,35	Y = 5,77; ns	18,19

<sup>1</sup>Produção de leite (kg/dia); <sup>2</sup>g/kg; <sup>3</sup>escore de células somáticas; <sup>4</sup>ns = P>0,05; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; CV = coeficiente de variação (%)

Após o período de mobilização de reservas corporais que, segundo Ribeiro (1997), se estende até por volta dos 60 dias, a suplementação com gordura protegida resultou em maiores teores de gordura no leite, o que está de acordo com Sanz Sampelayo et al. (2004), ao suplementarem cabras com 9% de gordura protegida no final da lactação. Zambom et al. (2005) suplementaram cabras Saanen com níveis energéticos similares aos do presente estudo, obtidos por diferentes proporções volumoso:concentrado e não observaram efeito dos tratamentos sobre os constituintes do leite.

A incorporação dos lipídios da dieta na gordura do leite contribuiu para manutenção dos níveis sanguíneos de triglicerídeos (Tabela 3), apesar da maior ingestão e digestibilidade de EE (Tabela 2).

Os sólidos totais no leite apresentaram efeito quadrático entre 61 e 120 dias em lactação, com ponto de máximo em 2,80 Mcal de EM (122,16 g/kg), no entanto, não foram alterados pela dieta entre 121 e 180 dias em lactação, em função dos efeitos opostos entre proteína e gordura no leite (Tabela 3).

O escore de células somática (ECS) não foi influenciado pela dieta. Os valores de ECS são uma transformação logarítmica da contagem de células somáticas (CCS), em que cada ponto de acréscimo no ECS está associado à duplicação do valor da CCS.

O valor mínimo observado foi de 5,50 (22 a 60 dias em lactação), o que corresponde a uma CCS de 565 mil células/mL, enquanto o valor máximo, de 5,92 (61 a 120 dias em lactação), corresponde a 755 mil células/mL.

Não foram observados casos clínicos de mastite durante o período experimental, sendo a mastite uma infecção da glândula mamária associada à elevação na CCS (Andrade et al., 2001). Pugh (2004) explicou que os valores para CCS no leite caprino são tipicamente mais elevados que os de vacas, e inversamente proporcionais à

produção de leite, no entanto, Paape et al. (2001) concluíram que, devido aos valores de CCS elevados em animais sadios e a fatores não infecciosos que impactam sobre as células somáticas, a CCS não seria um método apropriado para diagnosticar a mastite em cabras.

A adição de gordura protegida na dieta aumentou a produção de leite (Tabela 4), sendo observado efeito linear entre 21 e 60 dias em lactação. Hosam (2011) também observou aumento na produção de leite ao suplementar 50 g de sais de cálcio/kg de MS neste mesmo período.

Após 60 dias em lactação, houve efeito quadrático do nível de energia na dieta sobre a produção de leite, sendo observado ponto de máximo com 2,83 Mcal de EM (3,523 kg/dia), entre 61 e 120 dias em lactação; e 2,81 Mcal de EM (3,285 kg/dia), entre 121 e 180 dias em lactação. Estes resultados contradizem a afirmativa de Chilliard et al. (2003), de que a suplementação de cabras com lipídios no meio e final da lactação não aumentam a produção de leite. Segundo Wu & Huber (1994), maior incorporação de ácidos graxos dietéticos na gordura do leite diminuem a demanda por acetato e glicose pela glândula mamária, para síntese *de novo* de ácidos graxos. Assim, há uma maior disponibilidade de glicose para síntese de lactose que, pela sua ação osmótica, aumenta a produção de leite (González, 2001).

A análise do perfil dos ácidos graxos (Tabelas 5 e 6) confirma a maior incorporação dos lipídios da dieta com a suplementação lipídica, sendo observado aumento nos teores de ácidos graxos de cadeia longa (AGCL) no leite, diminuindo a síntese de ácidos graxos de cadeia média (AGCM) e curta (AGCC) o que corrobora com a teoria de economia de glicose na glândula mamária (Wu & Huber, 1994). Chilliard et al. (2003) citaram que a diminuição nos teores de AGCC e AGCM podem melhorar o sabor do leite de cabra, entretanto, AGCC são de fácil digestão.

Tabela 5. Perfil dos ácidos graxos (g/100g de ácidos graxos) na gordura do leite aos 90 dias da lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida

Variável	Dietas (Mcal de EM/kg de MS)				Equação de regressão; R <sup>2</sup>	CV
	2,6	2,7	2,8	2,9		
C4:0	3,01	5,39	4,86	3,41	Y = 4,17; ns <sup>1</sup>	94,60
C6:0	0,71	0,99	0,78	0,50	Y = 0,75; ns	70,63
C8:0	1,35	1,55	1,18	0,75	Y = 1,21; ns	54,11
C10:0	7,12	6,62	5,49	3,67	Y = 37,29-11,48X; 0,30	37,39
C12:0	3,31	2,49	2,03	1,65	Y = 17,35-5,45X; 0,72	17,19
C13:0	0,09	0,05	0,03	0,02	Y = 0,67-0,23X; 0,34	81,27
C14:0	10,32	8,10	7,04	6,45	Y = 42,85-12,68X; 0,77	9,18
C15:0	0,67	0,52	0,23	0,21	Y = 5,06-1,69X; 0,28	80,36
C16:0	31,92	27,99	28,07	29,55	Y = 29,38; ns	9,25
C18:0	14,14	16,30	18,47	20,51	Y = -41,19+21,29X; 0,52	14,81
C18:1n9t	0,86	4,00	6,22	6,76	Y = -50,26+19,90X; 0,60	42,33
C18:1n9c	22,25	20,94	20,76	18,33	Y = 20,57; ns	21,87
C18:2n6c	2,15	2,52	2,55	5,31	Y = 426,95-318,30X+59,60X <sup>2</sup> ; 0,55	37,79
C18:3n6	0,02	0,01	0,02	0,01	Y = 0,01; ns	63,58
C18:3n3	0,12	0,13	0,17	0,28	Y = -1,28+0,53X; 0,38	46,44
C20:1	0,20	0,29	0,30	0,78	Y = 68,31-51,24X+9,63X <sup>2</sup> ; 0,48	62,88
Outros <sup>2</sup>	1,76	2,10	1,79	1,83	Y = 1,87	-
AGCC	5,07	7,94	6,81	4,65	Y = 6,12; ns	82,02
AGCM	21,97	18,24	15,28	12,37	Y = 104,32-31,77X; 0,67	16,44
AGCL	72,96	73,82	77,91	82,97	Y = -16,98+34,15X; 0,25	9,58
AGS	73,34	71,15	69,03	67,71	Y = 70,31; ns	8,55
AGMI	24,22	25,94	27,97	26,38	Y = 26,13; ns	22,22
AGPI	2,45	2,92	3,00	5,91	Y = 437,21-326,41X+61,25X <sup>2</sup> ; 0,55	35,80
n3	0,13	0,18	0,18	0,29	Y = -1,11+0,48X; 0,40	35,45
n6	2,28	2,65	2,64	5,39	Y = 426,95-318,02X+59,52X <sup>2</sup> ; 0,53	36,98
n6:n3	20,23	15,20	16,47	18,61	Y = 17,63; ns	37,57

<sup>1</sup>ns = P > 0,05; <sup>2</sup>demais ácidos graxos; R<sup>2</sup>= coeficiente de determinação; CV = coeficiente de variação (%); AGCC = ácidos graxos de cadeia curta (C4:0+C6:0+C8:0); AGCM = ácidos graxos de cadeia média (C10:0 a C15:1); AGCL = ácidos graxos de cadeia longa (maiores que C16:0); AGS= ácidos graxos saturados; AGMI = ácidos graxos monoinsaturados; AGPI = ácidos graxos poli-insaturados; n3 = ácidos graxos Omega 3; n6 = ácidos graxos Omega 6

Tabela 6. Perfil dos ácidos graxos (g/100g de ácidos graxos) na gordura do leite aos 180 dias da lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida

Variável	Dietas (Mcal de EM/kg de MS)				Equação de regressão; R <sup>2</sup>	CV
	2,6	2,7	2,8	2,9		
C4:0	1,44	3,02	3,52	4,23	Y = -21,42+8,91X; 0,40	43,30
C6:0	0,60	0,58	0,45	0,57	Y = 0,55; ns <sup>1</sup>	29,60
C8:0	1,11	1,04	0,72	0,79	Y = 4,63-1,35X; 0,40	20,88
C10:0	5,97	5,28	3,57	3,66	Y = 29,37-9,01X; 0,58	17,96
C12:0	3,11	2,33	1,47	1,43	Y = 18,81-6,09X; 0,84	10,83
C13:0	0,11	0,05	0,02	0,00	Y = 1,05-0,37X; 0,73	44,97
C14:0	10,85	8,24	6,49	5,97	Y = 54,01-16,80X; 0,81	9,23
C15:0	0,50	0,47	0,33	0,58	Y = 0,46; ns	88,40
C16:0	35,01	30,46	30,00	29,53	Y = 885,50-605,70X+107,1X <sup>2</sup> ; 0,63	5,73
C18:0	12,42	17,78	21,12	20,61	Y = -1150,2+822,8X-144,5X <sup>2</sup> ; 0,73	13,65
C18:1n9t	1,56	3,28	6,76	7,96	Y = -58,62+23,09X; 0,61	45,47
C18:1n9c	22,39	22,08	19,74	18,56	Y = 20,91; ns	16,63
C18:2n6c	2,16	2,58	3,43	3,92	Y = -14,06+6,21X; 0,52	24,46
C18:3n6	0,01	0,01	0,01	0,01	Y = 0,01; ns	65,20
C18:3n3	0,14	0,16	0,18	0,18	Y = 0,16; ns	34,39
C20:1	0,35	0,48	0,45	0,45	Y = 0,43; ns	57,89
Outros <sup>2</sup>	2,27	2,16	1,73	1,55	Y = 1,97	-
AGCC	3,15	4,63	4,69	5,59	Y = -15,54+7,30X; 0,25	33,92
AGCM	21,18	16,98	12,29	11,94	Y = 107,47-33,44X; 0,83	9,00
AGCL	75,67	78,39	83,01	82,47	Y = 8,07+26,14X; 0,54	3,42
AGS	71,85	70,27	68,75	68,24	Y = 69,90; ns	5,82
AGMI	25,62	26,74	27,48	27,55	Y = 26,80; ns	13,37
AGPI	2,53	2,98	3,77	4,21	Y = -12,82+5,89X; 0,44	24,32
n3	0,15	0,17	0,20	0,20	Y = -13,10+5,89X; 0,49	29,23
n6	2,29	2,68	3,49	3,96	Y = 3,02; ns	24,29
n6:n3	15,17	16,83	18,19	20,27	Y = -27,82+16,52X; 0,35	14,44

<sup>1</sup>ns = P > 0,05; <sup>2</sup>demais ácidos graxos; R<sup>2</sup>= coeficiente de determinação; CV = coeficiente de variação (%); AGCC = ácidos graxos de cadeia curta (C4:0+C6:0+C8:0); AGCM = ácidos graxos de cadeia média (C10:0 a C15:1); AGCL = ácidos graxos de cadeia longa (maiores que C16:0); AGS= ácidos graxos saturados; AGMI = ácidos graxos monoinsaturados; AGPI = ácidos graxos poli-insaturados; n3 = ácidos graxos Omega 3; n6 = ácidos graxos Omega 6

Com a suplementação lipídica, houve redução nos teores dos ácidos graxos láurico (C12:0) e mirístico (C14:0), aos 90 e 180 dias em lactação, assim como, nos teores do ácido palmítico (C16:0) aos 180 dias. Esta alteração na composição dos ácidos graxos é interessante do ponto de vista da nutrição humana, uma vez que estes ácidos graxos provocam aumento nos teores plasmáticos de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), tipo de colesterol associado a problemas cardíacos (Lima et al., 2000).

O efeito da suplementação, aumentando os teores de ácido esteárico (C18:0) não é considerado indesejável para a saúde humana. Segundo Castro et al. (2004), apesar dos ácidos graxos saturados contribuírem para o aumento nos teores plasmáticos de colesterol, o ácido esteárico não causa risco, pois é rapidamente convertido a ácido oleico (monoinsaturado).

A suplementação favoreceu a produção de leite com maiores teores dos ácidos graxos essenciais ômega-3 (n3) e ômega-6 (n6). Houve aumento nos teores de ácidos graxos poli-insaturados, com ponto de mínimo em 2,66 Mcal de EM aos 90 dias em lactação; e aumento linear aos 180 dias. Os resultados estão de acordo com os observados por Sanz Sampelayo et al. (2002b), fornecendo dietas com gordura protegida, e Maia et al. (2006), que suplementaram óleos vegetais, ricos em gordura poli-insaturadas, como o óleo de soja (a partir do qual são produzidos os sais de cálcio do Lactoplus<sup>®</sup>). Castro et al. (2004) citaram que a gordura poli-insaturada e monoinsaturada estão relacionadas a menores riscos de enfermidades cardíacas.

### **Conclusões**

A elevação do nível de energia na dieta para 2,9 Mcal de EM/kg de matéria seca, utilizando gordura protegida, não tem efeito sobre o peso corporal e não limita a ingestão de matéria seca de cabras Saanen após os 21 dias em lactação, permitindo um maior aporte de nutrientes digestíveis, melhorando a qualidade do leite.

### Referências

- ALI, A.K.A.; SHOOK, G.E. An optimum transformation for somatic cell concentration in milk. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.487-490, 1980.
- ANDRADE, P.V.D.; SOUZA, M.R.; BORGES, I. et al. Contagem de células somáticas em leite de cabra. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.3, p.396-400, 2001.
- ANDRADE, P.V.D.; SOUZA, M.R.; PENNA, C.F.A.M. et al. Características microbiológicas e físico-químicas do leite de cabra submetido à pasteurização lenta pós-envase e ao congelamento. **Ciência Rural**, v.38, n.5, p.1424-1430, 2008.
- ARCURI, E.F.; SILVA, P.D.L.; BRITO, J.R.F. et al. Emprego do Somacount 300, calibrado com leite de vaca, na contagem de células somáticas no leite de cabra. **Ciência Rural**, v.34, n.5, p.1497-1500, 2004.
- ARCURI, P.B.; LOPES, F.C.F.; CARNEIRO, J.C.C. Microbiologia do rúmen. In: BERCHIELI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. et al. (Eds.). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.115-160.
- CASTRO, L.C.V.; FRANCESCHINI, S.C.C.; PRIORE, S.S.E. et al. Nutrição e doenças cardiovasculares: os marcadores de risco em adultos. **Revista de Nutrição**, v.17, n.3, p.369-377, 2004.
- CHILLIARD, Y., FERLAY, A., ROUEL, J. et al. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.5, p.1751-1770, 2003.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986.
- GONZÁLEZ, F.H.D. Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; DURR, J.W. FONTANELI, R.S. (Eds.) **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: 2001.p.5-22.
- HOSAM, T. Effects of varying levels of protected fat on performance of Shami goats during early and mid lactation. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v.35, n.2, p.67-74, 2011.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION- ISO. **Animal and Vegetable Fats and Oils – Preparation of Methyl Esters of Fatty Acids**. Geneva, Switzerland: Method ISO 5509, 1978.
- LIMA, F.E.L.; MENEZES, T.N.; TAVARES, M.P. et al. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. **Revista de Nutrição**, v.13, n.2, p.73-80, 2000.
- MAIA, F.J.; BRANCO, A.F.; MOURO, G.F. et al. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: produção, composição e perfil dos ácidos graxos do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1504-1513, 2006.
- MURPHY, J.J.; CONNOLLY, J.F.; McNEILL, G.P. Effects on milk fat composition and cow performance of feeding concentrates containing full fat rapessed and maize distillers grains on grass-silage based diets. **Production Science**, v.44, p.1-11, 1995.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**, Washington, D.C.: National Academy Press. 2007. 362p.

- NESTEL, P.J.; POYSER, A.; HOOD, R.L. et al. The effect of dietary fat supplements on cholesterol metabolism in ruminants. **Journal of Lipid Research**, v.19, p.889-909, 1978.
- PAAPE, M.J.; POUTREL, B.; CONTRERAS, A. et al. Milk somatic cells and lactation in small ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.84. p.237-244, 2001.
- PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: Review. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.1, p.1-14, 1980.
- PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. et al. (Eds.). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.299-322.
- PUGH, D.G. **Clínica de Ovinos e Caprinos**. São Paulo: Roca, 2004. 513p.
- QUEIROGA, R.C.R.E.; MAIA, M.O.; MEDEIROS, A.N. Produção e composição química do leite de cabras mestiças Moxotó sob suplementação com óleo de licuri ou de mamona. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.204-209, 2010.
- RAPETTI, L.; BAVA, L. Feeding Management of Dairy Goats in Intensive Systems. In: CANNAS, A.; PULINA, G. (Eds.). **Dairy Goats Feeding and Nutrition**. Oxfordshire: CAB International, 2008, p.221-237.
- RIBEIRO, S.D.A. **Caprinocultura: Criação Racional de Caprinos**. São Paulo: Nobel, 1997. 318p.
- SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.265-297.
- SANZ SAMPELAYO, M.R.; PÉREZ, L.; ALONSO, J.J.M. et al. Effects of concentrates with different contents of protected fat rich in PUFAs on the performance of lactating Granadina goats. 1. Feed intake, nutrient digestibility, N and energy utilization for milk production. **Small Ruminant Research**, v.43, p.133-139, 2002a.
- SANZ SAMPELAYO, M.R.; PÉREZ, L.; ALONSO, J.J.M. et al. Effects of concentrates with different contents of protected fat rich in PUFAs on the performance of lactating Granadina goats. 2. Milk production and composition. **Small Ruminant Research**, v.43, p.141-148, 2002b.
- SANZ SAMPELAYO, M.R.; ALONSO, J.J.M.; PÉREZ, L. et al. Dietary supplements for lactating goats by polyunsaturated fatty acid-rich protected fat. Effects after supplement withdrawal. **Journal of Dairy Science**, v.87, n.6, p.1976-1802, 2004.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. 5.ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 235p, 2002.
- SILVA, J.N.; ARAÚJO, A.C.; SANTOS, E.P. et al. Parâmetros e determinantes da qualidade físico-química do leite caprino. **Revista Verde**, v.6, n.3, p.32-38, 2011.
- SILVA, M.M.C.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.257-267, 2007.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562, 1992.

- VAN SOEST, P.J. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to nutrition. In: SYMPOSIUM CARBOHYDRATE METHODOLOGY, METABOLISM, AND NUTRITIONAL IMPLICATIONS IN DAIRY CATTLE. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- WU, Z.; HUBER, J.T. Relationship between dietary fat supplementation and milk protein concentration in lactating cows: A review. **Livestock Production Science**, v.39, p.141-155, 1994.
- ZAMBOM, M.A.; ALCALDE, C.R.; MARTINS, E.N. et al. Curva de lactação e qualidade do leite de cabras Saanen recebendo rações com diferentes relações volumoso :concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2515-2521, 2005.

## V. Curvas de lactação de cabras Saanen e avaliação econômica de dietas com níveis crescentes de energia, obtidos pela adição de gordura protegida<sup>1</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o uso de gordura protegida para elevação do nível de energia na dieta de cabras Saanen e seus efeitos sobre a curva de lactação, peso corporal, ingestão, e avaliação econômica. Foram utilizadas 20 cabras multíparas ( $63,5 \pm 10,3$  kg) confinadas, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em quatro tratamentos com os seguintes níveis de energia na dieta: 2,6 Mcal de energia metabolizável por kg de matéria seca (EM/kg de MS) – dieta controle; 2,7; 2,8; e 2,9 Mcal de EM/kg de MS – com adição de gordura protegida (Lactoplus<sup>®</sup>). O período experimental foi de 21 dias pré-parto até 180 dias em lactação, sendo os animais alimentados e ordenhados duas vezes ao dia, controlando-se ingestão de matéria seca (IMS), produção de leite, eficiência alimentar (EA), as curvas de lactação, segundo o modelo de Wood não linear, e o custo - benefício das dietas. Não houve efeito dos tratamentos sobre o peso corporal. A suplementação com gordura protegida não limitou a IMS e alterou a curva de lactação, promovendo pico de lactação mais tardio e com maior persistência, o que resultou em aumento quadrático na produção de leite em 180 dias em lactação, com ponto máximo no nível energético 2,85 Mcal de EM. Contudo, a dieta que apresentou melhores resultados econômicos foi 2,7 Mcal de EM. A elevação do nível de energia na dieta de cabras Saanen, utilizando gordura protegida, altera o comportamento da curva de lactação, sendo mais produtiva com 2,85 Mcal de EM/kg e com melhor retorno econômico com 2,7 Mcal de EM/kg de MS.

**Palavras-chave:** energia metabolizável, ingestão de matéria seca, Lactoplus<sup>®</sup>, persistência de lactação, pico de lactação, sais de cálcio

---

<sup>1</sup> Elaborado segundo normas da Revista Brasileira de Zootecnia

## Introdução

Grandes quantidades de energia são requeridas por cabras de alta produção no início da lactação, quando a capacidade de consumo é limitada, levando os animais a mobilizarem suas reservas corporais (Teh et al., 1994). Este período, em que a cabra está eliminando mais nutrientes no leite do que é capaz de ingerir através da alimentação, deve ser superado o quanto antes, fornecendo rações palatáveis e com elevada densidade energética (Ribeiro, 1997)

Uma maneira de aumentar a eficiência de utilização da energia, sem aumentar a inclusão de concentrado, e sem prejudicar a digestão da fibra, é a suplementação com gordura protegida, como os sais de cálcio de ácidos graxos, que permitem maior nível de consumo de lipídios com mínima interferência no meio ruminal (Teh et al., 1994; Palmquist & Mattos, 2011).

Contudo, não estão completamente esclarecidos os efeitos da suplementação lipídica para cabras, sua interação com a mobilização de reservas corporais e produção de leite (Chilliard et al., 2003).

Pesquisas com cabras leiteiras suplementadas com sais de cálcio apresentam resultados controversos. Segundo Sanz Sampelayo et al. (2002a), ocorreram problemas de palatabilidade, e ainda, Sanz Sampelayo et al. (2002b) não observam efeito sobre a produção de leite. Teh et al. (1994) observaram perda de peso e diminuição na produção de leite quando utilizaram sais de cálcio na dieta, enquanto, Hosam (2011) observou aumento na produção de leite, porém, somente com o maior nível de suplementação (50 g/kg).

Desta forma, estudos avaliando o impacto dos níveis de suplementação com sais de cálcio sobre a mobilização de reservas corporais, ingestão de matéria seca e

comportamento da curva de lactação, são importantes para definir estratégias de manejo nutricional dos animais.

Todavia, além das respostas produtivas, é importante ter em mente as respostas econômicas. Menezes et al. (2010) citaram que o sucesso de sistemas de produção animal é mundialmente dependente do grau de eficiência econômico-produtiva que se atinge, e que eficiência nem sempre significa máxima produtividade.

Neste sentido, objetivou-se avaliar o uso de gordura protegida, para elevação do nível de energia na dieta de cabras Saanen, e seus efeitos sobre o comportamento das curvas de lactação, peso corporal, ingestão de matéria seca, eficiência alimentar, assim como, a avaliação econômica das dietas.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado no setor de caprinocultura na Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá, localizada no distrito de Iguatemi, município de Maringá-PR. Foram utilizadas 20 cabras multíparas da raça Saanen ( $63,5 \pm 10,3$  kg), distribuídas de acordo com peso corporal e ordem de lactação em delineamento inteiramente casualizado, em quatro tratamentos, que consistiram em dietas com níveis crescentes de energia, obtidos pela adição de gordura protegida (Tabela 1).

A dieta controle, com 2,6 Mcal de energia metabolizável por kg de matéria seca (EM/kg de MS) foi formulada para atender as exigências de cabras Saanen de 60 kg de peso corporal (PC) com produção de 3,0 kg de leite por dia, de acordo com o NRC (2007). Nos demais tratamentos, adicionou-se gordura protegida na forma de sais de cálcio de ácidos graxos de cadeia longa, de produto comercial à base de óleo de soja

(Lactoplus<sup>®</sup> - Dalquim Indústria Química Ltda), para atingir os seguintes níveis de energia: 2,7; 2,8 ou 2,9 Mcal de EM/kg.

O período experimental foi dos 21 dias antes do parto (precedidos por 14 dias de adaptação às dietas) até os 180 dias em lactação. Os animais permaneceram confinados em baias individuais, com água fornecida *ad libitum* e acesso ao solário no período da manhã por duas horas. A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia (9h30 e 14h30), com o acompanhamento diário do alimento fornecido e das sobras. A ingestão foi ajustada semanalmente de maneira a proporcionar sobras de aproximadamente 10%.

Tabela 1. Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas

Alimento (g/kg de MS)	Dietas (Mcal de EM/kg de MS)			
	2,6	2,7	2,8	2,9
Silagem de milho	574,8	600,0	600,0	600,0
Milho moído	244,4	185,7	154,1	122,6
Farelo de soja	172,6	179,5	184,9	190,2
Gordura protegida (Lactoplus <sup>®</sup> )	-	28,7	54,6	80,5
Calcário	1,2	-	-	-
Fosfato bicálcico	-	1,1	1,3	1,6
Suplemento mineral-vitamínico <sup>1</sup>	7,0	5,0	5,0	5,0
Matéria seca <sup>2</sup>	528,6	513,7	517,2	518,1
Matéria orgânica	951,6	949,5	944,7	941,8
Proteína bruta	156,9	158,8	160,6	164,4
Extrato etéreo <sup>3</sup>	28,2	26,5	25,5	24,6
Gordura suplementar <sup>4</sup>	-	23,6	44,8	66,0
Fibra em detergente neutro	349,8	359,4	344,9	341,7
Carboidratos não fibrosos	416,8	381,3	368,8	344,9
Carboidratos totais	766,6	740,7	713,7	686,7

<sup>1</sup>Composição química (por kg do produto): cálcio 240g; fósforo 71g; flúor-710mg (Máx); magnésio 20g; potássio 28,20 g; vit. A 135.000 UI; vit. D3 68.000UI; vit. E 450UI; ferro 2.500mg; cobre 400 mg; manganês 1.350 mg; zinco 1.700 mg; cobalto 30 mg; iodo 40 mg; selênio 15 mg; cromo 10 mg; 95% Solubilidade do fósforo em ácido cítrico a 2% (Min). <sup>2</sup>g/kg de matéria natural; <sup>3</sup>Obtido a partir da análise da silagem de milho, milho moído e farelo de soja; <sup>4</sup>Estimado a partir de informações do manual da empresa fabricante do Lactoplus<sup>®</sup> (Dalquim Indústria Química Ltda)

Com o objetivo de avaliar o efeito das dietas sobre a gestação, as cabras foram pesados após o parto, assim como os cabritos, registrando a duração da gestação.

A ordenha foi realizada duas vezes ao dia (7h30 e 15h), sendo a produção de leite acompanhada por pesagem. Com o objetivo de padronizar a produção de leite com base no teor de gordura, mensalmente foram coletadas amostras de leite individuais dos animais, obtidas de maneira proporcional durante as duas ordenhas diárias.

As amostras foram acondicionadas em frasco plástico contendo conservante Bronopol<sup>®</sup> (2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol), sendo posteriormente analisadas pelo método do analisador infravermelho Bentley 2000<sup>®</sup>, estimando o teor de gordura no leite. A produção de leite foi padronizada para 35g de gordura/kg de leite, segundo a equação de Gravert (1987), multiplicando o resultado por dez para conversão de % em g/kg:

$$LCG (3,5\%) = 0,4337*PL + 16,218*PG$$

Em que: LCG = leite corrigido para gordura; PL = produção de leite (kg/dia);  
PG = produção de gordura (kg/dia).

A partir da produção de leite corrigida analisaram-se as curvas de lactação por meio do PROC NLIN do SAS (Versão 9.1), segundo o modelo de Wood não linear (Wood, 1967, citado por Macciotta et al., 2008):

$$y(t) = at^b * e^{-ct}$$

Em que: Y = produção de leite (kg), ao tempo t (dias em lactação); a = produção de leite inicial (kg); b = taxa de acréscimo de produção até o pico; c = taxa de declínio de produção após o pico; e = exponencial.

A partir dos parâmetros do modelo, foram analisados o dia de ocorrência do pico de lactação (DP), produção de leite no pico (PP) e persistência de manutenção do pico de lactação (PERP); em que  $DP = b/c$  ;  $PP = a*(c/b)^b * e^{-b}$  ;  $PERP = -(b+1)*ln c$

Avaliou-se a produção de leite total em 180 dias em lactação. A partir da variação observada na produção de leite após o pico de lactação e se estimou o coeficiente de persistência de lactação (PERL), segundo Rodrigues et al. (2006):

$$\text{PERL} = \frac{A_n}{(A_{(n-1)})}$$

Em que:  $A_n$  = produção leiteira diária média do mês;

$A_{(n-1)}$  = produção leiteira diária média do mês anterior

A produção de leite total estimada em 305 dias de lactação foi obtida utilizando os parâmetros da curva de lactação. Com o objetivo de detectar diferenças entre os tratamentos sobre a variação do peso corporal ao longo da lactação, avaliou-se o peso obtido após o parto e ao longo da lactação, assim como a variação no peso corporal.

O efeito dos níveis de energia sobre os parâmetros da curva de lactação de Wood, produção de leite e peso corporal foi avaliado por meio de análise de regressão linear e quadrática. Verificou-se a correlação de Pearson entre as variáveis relativas à curva de lactação. Ambas as análises foram realizadas utilizando o programa SPSS (Versão 18).

Para avaliar a IMS e a eficiência alimentar (kg de leite/kg de IMS) ao longo da lactação foram ajustados modelos estatísticos que consideravam os efeitos de tipo de parto e idade da cabra, como classificatórios, dias em lactação e níveis de energia na dieta, como critérios, e as respectivas interações, de modo a se obter o modelo que assegurasse o melhor ajuste no teste Tukey ( $P < 0,05$ ), utilizando o PROC GLM do SAS (Versão 9.1).

Avaliou-se as respostas econômicas dos animais utilizando informações de ingestão e produção, referentes aos 180 dias em lactação, combinadas com valores de comercialização do leite e dos alimentos, cotados na região de Maringá-PR em dezembro de 2011 (Tabela 2).

Considerou-se o capital investido na alimentação dos animais, obtido a partir da multiplicação do preço da dieta pelo valor médio de ingestão de matéria natural (MN). Considerou-se o capital gerado com a venda do leite, multiplicando o preço do leite comercializado pelo produtor (R\$ 1,10/L) pela média de produção de leite observada.

A partir destas informações foram calculadas a margem bruta e a relação custo x benefício, segundo fórmulas descritas por Antunes & Ries (1998):

$$\text{Margem bruta} = \text{Capital gerado} - \text{capital investido}$$

$$\text{Relação custo x benefício} = \frac{\text{Capital gerado}}{\text{Capital investido}}$$

Tabela 2. Preços unitários dos alimentos e das dietas, cotados na região de Maringá-PR em dezembro de 2011

Alimentos	R\$/kg MN	Dietas <sup>1</sup> (R\$/100kg de MN)			
		2,6	2,7	2,8	2,9
Silagem de milho	0,13	10,53	10,74	10,75	10,76
Milho	0,42	4,56	3,39	2,81	2,24
Farelo de Soja	0,55	4,28	4,34	4,48	4,61
LactoPlus <sup>®2</sup>	3,00	-	3,51	6,68	9,86
Fosfato Bicálcico	2,47	-	0,10	0,13	0,16
Calcário	0,22	0,01	-	-	-
Suplemento mineral-vitamínico <sup>2</sup>	1,56	0,43	0,30	0,30	0,30
Total		19,82	22,39	25,16	27,92

<sup>1</sup>Mcal de EM/kg de MS; <sup>2</sup>Produto comercial

### Resultados e Discussão

Não foram observados efeitos dos tratamentos sobre o período gestação (que oscilou entre 150 a 157 dias), e peso dos cabritos Saanen ao nascimento ( $3,695 \pm 0,570$  kg), o que confere com os resultados obtidos em cabras Alpinas por Sahlu et al. (1995), ao fornecerem dietas com diferentes níveis de energia a partir dos 90 dias da gestação.

Não houve efeito dos tratamentos sobre o peso corporal (PC) e variação do PC para os diferentes intervalos avaliados (Tabela 3), o que também foram observados em cabras lactantes por Brown-Crowder et al. (2001), que forneceram níveis crescentes de energia adicionando gordura hidrogenada à dieta, e Zambom et al. (2005a), que forneceram proporções crescentes de ração concentrada, conferindo aumento de energia nas dietas. Logo, a mobilização de reservas corporais parece não ser influenciada por dietas com níveis energéticos superiores aos recomendados pelo NRC (2007).

Tabela 3. Peso corporal durante a lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida

Variável	Dietas (Mcal de EM/kg de MS)				Equação de regressão; R <sup>2</sup>	DP
	2,6	2,7	2,8	2,9		
Peso corporal (kg)						
1 dia <sup>1</sup>	69,98	71,26	68,30	70,64	Y = 70,05; ns <sup>2</sup>	9,80
7 dias	64,35	65,22	66,25	65,07	Y = 65,22; ns	9,80
14 dias	63,35	64,10	63,87	64,15	Y = 63,87; ns	10,04
21 dias	62,48	63,38	64,59	63,68	Y = 63,53; ns	10,74
60 dias	63,82	64,12	64,19	63,33	Y = 63,86; ns	11,26
90 dias	62,44	62,31	61,68	62,17	Y = 62,15; ns	11,65
180 dias	65,96	64,49	64,75	66,34	Y = 65,38; ns	12,48
Variação no peso corporal (g/dia)						
1 a 7 dias	-80,48	-86,26	-29,30	-79,56	Y = -68,90; ns	41,44
7 a 21 dias	-13,30	-13,14	-11,88	-9,94	Y = -12,07; ns	11,38
7 a 90 dias	-2,30	-3,50	-5,50	-3,50	Y = -3,70; ns	5,91
7 a 180 dias	0,94	-0,44	-0,88	0,76	Y = 0,09; ns	3,22

<sup>1</sup>peso obtido após o parto; <sup>2</sup>ns = P>0,05; R = coeficiente de determinação; DP = desvio padrão

Como não foi observada diferença entre os tratamentos para PC, agruparam-se os dados referentes às pesagens dos quatro tratamentos, de modo a permitir uma visualização do comportamento do peso corporal ao longo da lactação (Figura 1).

O peso corporal após o parto foi de 70,05 kg, atingindo 65,22 kg na primeira semana, sendo observada perda de peso de 68,9 g/dia. Os menores valores para PC foram observados aos 90 dias, quando chegaram aos 62,15 kg, o que representou uma perda de 5% do PC em relação à primeira semana de lactação. Os resultados contradizem Ribeiro (1997), que relatou que o período de mobilização das reservas corporais ocorre até por volta dos 60 dias em lactação.

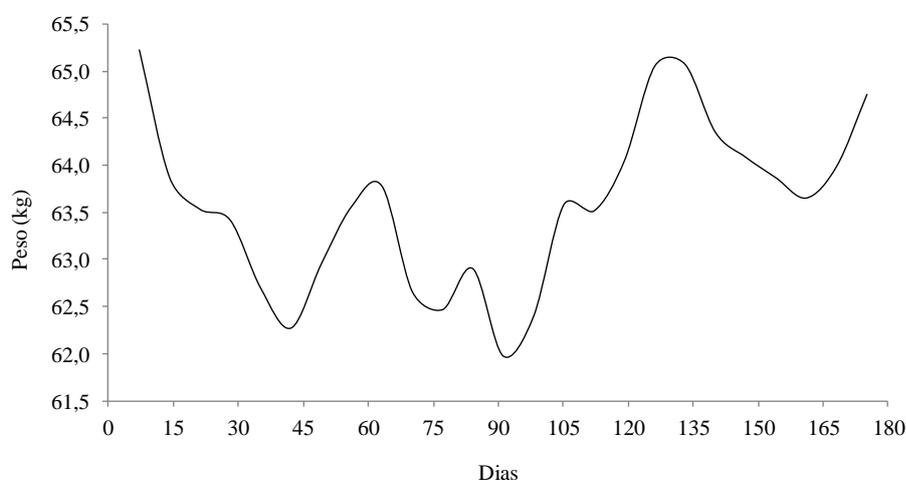
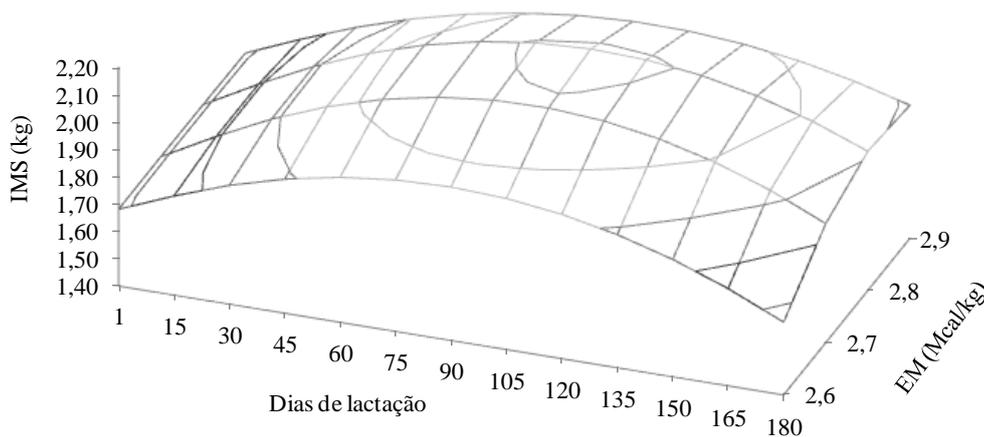


Figura 1. Peso corporal de cabras Saanen durante a lactação

Sanz Sampelayo et al. (2002a) relataram claras observações de recusa ao concentrado com gordura protegida, com impacto negativo sobre a ingestão de matéria seca (IMS). Entretanto, não houve restrições quanto à aceitabilidade das dietas no presente estudo, tampouco foi observado por Teh et al. (1994), mesmo com maiores níveis de inclusão na dieta (90 g/kg de MS). Os animais que receberam as dietas mais energéticas apresentaram maior ingestão de matéria seca (IMS), no entanto, esta diferença ficou mais evidente a partir dos 60 dias (Figura 2). Os maiores valores de ingestão (2,12 kg/dia) foram observados para o tratamento com 2,8 Mcal de EM/kg de MS entre os 97 e 117 dias em lactação, mais tardiamente do que o observado por Zambom et al. (2005a), entre 56 e 98 dias em lactação.



$$Y = 1,6745 - 0,7039.DL + 0,002733.DL^2 + 0,5181.DL.EM - 0,09419.DL.EM^2 - 0,00204.DL^2.EM + 0,000375DL^2.EM^2; R^2 = 0,25$$

em que: DL = dias de lactação; EM = energia metabolizável da dieta

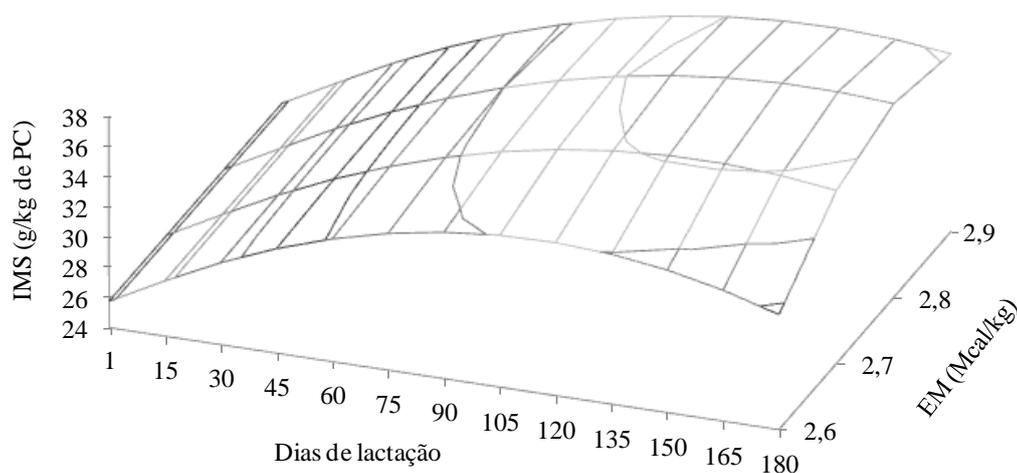
Figura 2. Curva de ingestão de matéria seca (IMS), em kg, durante a lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida

Ao corrigir a IMS para peso corporal (Figura 3), é possível observar que no período em que os animais perderam peso, o valor de ingestão foi o mesmo entre os tratamentos, sendo observadas diferenças na ingestão a partir dos 90 dias em lactação. Este comportamento indica que pode ter ocorrido associação entre as dietas com gordura protegida e o estado metabólico durante o balanço energético negativo.

Durante o período em que estão sendo mobilizadas as reservas corporais, o hormônio prolactina estimula a captação de lipídios pela glândula mamária e limita a lipogênese no tecido adiposo (Palmquist & Mattos, 2011). Desta forma, as dietas com gordura protegida podem ter contribuído para um acúmulo de ácidos graxos circulantes na fase inicial da lactação. Este quadro pode ter estimulado a secreção de colecistoquinina, responsável pela sensação de saciedade, regulando o consumo das dietas mais energéticas (Palmquist & Mattos, 2011; Silva, 2011).

Quando os animais passam a recuperar peso corporal, os níveis de ácidos graxos circulantes tendem a ser menores, pelo acúmulo de ácidos graxos nos adipócitos

(Chilliard et al. 2003). Além disso, neste período os animais precisam de energia para manutenção da lactação. A partir deste momento (90 dias em lactação), os animais que receberam as dietas mais energéticas aumentam a IMS (g/kg de PC), enquanto os animais do tratamento controle diminuíram a ingestão (Figura 3). Justamente nesta fase, próximo aos 90 dias em lactação, acentuaram as diferenças na eficiência alimentar (EA), que chegou a ser 30% superior para os tratamentos com gordura protegida em relação ao controle (Figura 4).

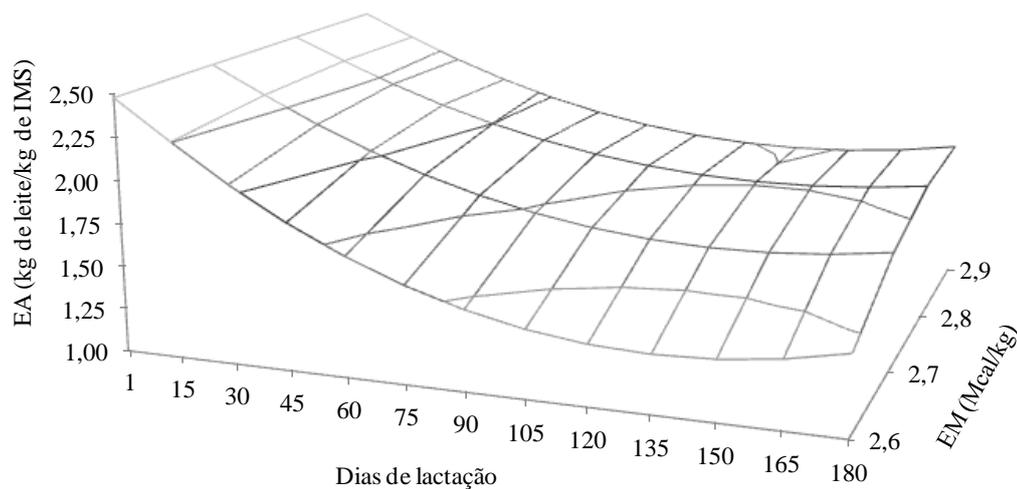


$$Y = 25,605 + 0,1469 \cdot DL - 0,0304 \cdot DL^2 + 0,02133 \cdot DL^2 \cdot EM - 0,0038 \cdot DL^2 \cdot EM^2 ; R^2 = 0,21$$

em que: DL = dias de lactação ; EM = energia metabolizável da dieta

Figura 3. Curva de ingestão de matéria seca (IMS), em g/kg de peso corporal (PC), durante a lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida

Imediatamente após o parto foram observados os maiores valores para eficiência alimentar, sendo produzidos 2,5 kg de leite/kg de IMS. Segundo Eknæs et al. (2006), durante o balanço energético negativo, a produção de leite é mantida pela mobilização de energia das reservas de gordura corporal. Desta forma, como o valor de IMS é menor neste período, são observados os maiores valores para EA.



$$Y = 2,4945 - 1,069.DL + 0,004524.DL^2 + 0,7496.DL.EM - 0,00319.DL^2.EM - 0,1327.DL.EM^2 + 0,000567.DL^2.EM^2; R^2 = 0,62$$

em que: DL = dias de lactação; EM = energia metabolizável da dieta

Figura 4. Curvas de eficiência alimentar (EA) durante a lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida

Zambom et al. (2005b) também observaram maiores valores de EA no início da lactação, com decréscimo na EA aos 60 dias em lactação, porém, com efeito linear positivo do aumento da energia. Oliveira Jr. et al. (2002) forneceram grãos de soja na dieta de cabras Alpinas em lactação e observaram aumento de 24% na EA. Em ambos os trabalhos a EA foi inferior à observada no presente estudo, evidenciando que o fornecimento de sais de cálcio propicia um melhor aproveitamento da dieta. Teh et al. (1994) explicaram que a adição de gordura protegida permite aumentar a densidade da dieta, sem reduzir o conteúdo fibroso e sua digestão, aumentando a eficiência de utilização da energia.

Apesar das dietas com os diferentes níveis energéticos durante as últimas semanas de gestação, não houve efeito sobre a produção de leite inicial (a) (Tabela 4), tampouco sobre a produção total das secreções lácteas nas primeiras 24 horas após o parto ( $4,45 \pm$

1,73 kg). Supõe-se que os animais, independente do tratamento, estavam no limite de sua eficiência, em razão da mobilização das reservas corporais (Eknæs et al., 2006).

Tabela 4. Parâmetros do modelo Wood não linear para curvas de lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida

Variável	Dietas (Mcal de EM/kg de MS)				Equação de regressão; R <sup>2</sup>	CV
	2,6	2,7	2,8	2,9		
a	2,750	2,723	2,239	3,041	Y=2,718 ;ns <sup>1</sup>	19,77
b	0,103	0,131	0,163	0,119	Y=0,127 ;ns	42,76
c	0,005	0,003	0,003	0,004	Y=0,004 ;ns	45,16
DP	19	39	53	34	Y = -7287,43+5275,82X -948,52X <sup>2</sup> ; 0,74	21,97
PP	3,335	3,805	3,609	4,101	Y = 3,719; ns	14,51
PERP	5,90	6,51	6,71	6,32	Y = -184,02+137,24X -24,69X <sup>2</sup> ; 0,53	4,93
PERL	0,88	0,93	0,94	0,92	Y = 0,92; ns	4,12
PL180	475,52	623,03	599,15	652,89	Y = -20578,28+14900,01X -2614,74X <sup>2</sup> ; 0,46	13,96
PL305	653,70	935,65	913,96	956,07	Y = -49896,28+36076,84X -6395,54X <sup>2</sup> ; 0,53	14,97

<sup>1</sup>ns = P>0,05; a = produção de leite inicial (kg); b = taxa de acréscimo de produção até o pico; c = taxa de declínio de produção após o pico; DP = dia de ocorrência do pico de lactação; PP = produção de leite no pico de lactação (kg); PERP = persistência de manutenção do pico de lactação; PERL = persistência de lactação; PL180 = produção de leite em 180 dias (kg); PL305 = produção estimada de leite em 305 dias (kg); R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; CV = coeficiente de variação (%)

O nível de produção observado no início da lactação (2,72 kg) e durante o pico (3,72 kg) foi superior ao observado na literatura para cabras Saanen no Brasil por Macedo et al. (2001) e Zambom et al. (2005a), e próximo ao observado em cabras multíparas por Gomes (2011).

Não foi possível detectar diferença entre os tratamentos para taxa de acréscimo de produção até o pico de lactação (b) e taxa de declínio de produção após o pico (c). Porém, houve efeito quadrático sobre o dia de ocorrência do pico de lactação (DP), com

pico mais tardio (49 dias) observado com 2,78 Mcal de EM. Estes também foram observados por Zambom et al. (2005a), que forneceram dietas com níveis crescentes de energia e relataram que o retardo DP acarretou em maior produção de leite.

O pico de lactação mais tardio está relacionado a um maior período para as células secretoras da glândula mamária se desenvolverem em número e capacidade secretora (Capuco et al., 2003). Desta forma, o efeito observado sobre o DP refletiu sobre a persistência de manutenção do pico (PERP), produção de leite em 180 dias em lactação (PL180) e produção estimada de leite em 305 dias em lactação (PL305), (Tabela 4) que são positivamente correlacionados (Tabela 5).

Os valores de PERP são uma medida adimensional do intervalo de tempo em que a produção de leite é mantida em valor similar ao do pico (Macciotta et al., 2008). Com o aumento da densidade energética observando efeito quadrático sobre a PERP, com ponto de máximo (6,69) observado com 2,78 Mcal de EM (Tabela 4).

A partir dos parâmetros da equação de Wood não linear, para curvas de lactação de cabras Saanen, foram obtidos valores para PERP oscilando entre 4,9 e 7,1 (Macedo et al., 2001; Zambom et al., 2005a; Gomes, 2011). Segundo Capuco et al. (2003), o aumento da persistência de lactação traz muitos benefícios para o produtor, promovendo uma lactação mais eficiente, diluindo os custos de produção.

Como não foram detectadas diferenças na produção de leite inicial e na produção de leite no pico, atribuem as diferenças observadas no formato da curva de lactação (Figura 5) ao pico de lactação mais tardio e com maior PERP que foram observados para as dietas com gordura protegida.

Rodrigues et al. (2006) citaram que, quando na curva de lactação ocorre um pico de produção muito acentuado, geralmente há menor persistência; inversamente, curvas que apresentam picos suaves têm demonstrado que o animal terá persistência mais

longa. Portanto, segundo Cobuci et al. (2003), moderada produção de leite no período inicial de lactação, combinada com maiores persistências da lactação, é preferida do que altas produções no início da lactação, aliada a rápidos declínios da produção de leite após esse período, o que foi observado para o tratamento controle.

Tabela 5. Correlação de Pearson entre os parâmetros do modelo Wood não linear para curvas de lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida

Variável	b	c	DP	PP	PERP	PERL	PL180	PL305
a	-0,68**	-0,17	-0,58*	+0,67**	-0,36	+0,06	+0,55*	+0,44
b		+0,52*	+0,47	+0,03	+0,06	-0,38	-0,04	-0,13
c			-0,45	+0,01	-0,80**	-0,99**	-0,42	-0,64**
DP				-0,09	+0,85**	+0,57*	+0,25	+0,41
PP					-0,13	-0,01	+0,89**	+0,72**
PERP						+0,88**	+0,32	+0,56*
PERL							+0,44	+0,67**
PL180								+0,96**

a = produção de leite inicial (kg); b = taxa de acréscimo de produção até o pico; c = taxa de declínio de produção após o pico; DP = dia de ocorrência do pico de lactação; PP = produção de leite no pico de lactação (kg); PERP = persistência de manutenção do pico de lactação; PERL = persistência de lactação; PL180 = produção de leite em 180 dias (kg); PL305 = produção estimada de leite em 305 dias (kg); \* (P<0,05); \*\* (P<0,01)

Os índices de persistência observados permitiram que, aos 180 dias em lactação, as cabras que receberam suplementação produzissem aproximadamente 3,0 kg de leite/dia *versus* 2,0 kg/dia para o controle (Figura 5).

Em um sistema de produção, caso fosse adotado como critério para secagem dos animais, produção de leite inferior a 1,5 kg/dia, observa-se que as cabras do tratamento controle atingiram este patamar por volta dos sete meses em lactação, enquanto as demais chegariam aos 305 dias produzindo 2,0 kg/dia.

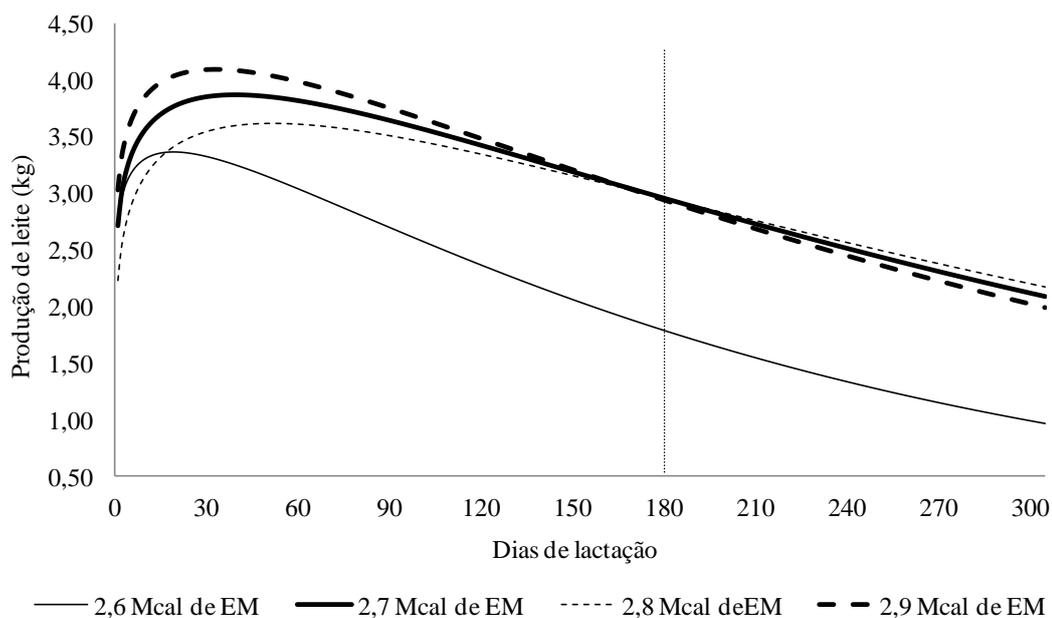


Figura 5. Curvas de lactação de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida na dieta, estimadas segundo o modelo de Wood não linear

Como resultado das alterações na curva de lactação, houve efeito dos tratamentos sobre produção de leite total. Diferente do observado por Hosam (2011), em que a produção de leite aumentou somente com o maior nível de inclusão de sais de cálcio na dieta, no presente estudo houve efeito quadrático sobre produção de leite em 180 dias (PL180), e produção estimada de leite em 305 dias (PL305), com ponto de máximo ao nível de 2,85 Mcal de EM (648,80 kg) e 2,82 Mcal de EM (980,55 kg), respectivamente (Tabela 4), próximos, portanto, ao nível de energia com maior IMS (2,8 Mcal de EM).

Ao comparar os resultados produtivos do tratamento controle aos obtidos no tratamento com menor nível de inclusão de gordura protegida, observou-se que, em 180 dias em lactação, o tratamento 2,7 Mcal de EM possibilitou a produção de 147,5 kg de leite a mais que o tratamento controle (2,6 Mcal de EM), o que equivale a um aumento de 31%.

As curvas de lactação dos tratamentos com suplementação foram semelhantes, e não foi observado efeito sobre a persistência de lactação após o pico (PERL), sendo observado valor médio de persistência superior ao recomendado por Ribeiro (1997) para cabras leiteiras (0,90). A PERL tem alta correlação negativa (-0,99) com a taxa de declínio após o pico (c) (Tabela 5), que é influenciada pela manutenção do número e atividade das células secretoras (Knight & Peaker, 1986). Sendo assim, é possível concluir que o nível de suplementação pouco influenciou os índices produtivos após o pico de lactação, mesmo com o maior nível de IMS.

Há ainda que considerar que, conforme a observação das curvas de lactação (Figura 5) e de IMS (Figuras 2 e 3), o período de máxima ingestão não coincidiu com o período de máxima produção de leite, diferente do observado por Zambom et al. (2005a). Uma possível explicação, segundo Chilliard et al. (2003), é que na fase de recuperação das reservas corporais, os lipídios circulantes provenientes da dieta são direcionados para os adipócitos. Portanto, a suplementação com lipídios não aumentaria a produção de leite no meio e final da lactação, o que corrobora com Sanz Sampelayo et al. (2002b).

Os índices de produtividade observados após o pico de lactação podem ter ocorrido em razão de um efeito associado à suplementação no período anterior, conforme descrito por Sanz Sampelayo et al. (2004), que suplementaram gordura protegida durante um mês e observaram aumento na produção de leite, o qual persistiu no mês seguinte, quando foi retirada a suplementação. E Sahlu et al. (1995), que suplementaram cabras com dietas mais energéticas durante a gestação e observaram aumento de produção na lactação subsequente.

O uso estratégico da suplementação permitiria uma redução dos custos com a alimentação, os quais foram 15 a 43% superiores à dieta controle (Tabela 6).

Tabela 6. Análise econômica do desempenho produtivo de cabras Saanen recebendo dietas com níveis crescentes de energia obtidos pela adição de gordura protegida

Variável	Dietas (Mcal de EM/kg de MS)			
	2,6	2,7	2,8	2,9
Produção de leite (kg/dia)	2,64	3,46	3,33	3,63
Receita com a venda do leite (R\$/dia)	2,91	3,81	3,66	3,99
Alimentação (kg de MN/dia)	5,21	5,28	5,06	5,27
Custo com alimentação (R\$/dia)	1,03	1,18	1,27	1,47
Margem bruta (R\$/dia)	1,87	2,63	2,39	2,52
Custo x Benefício (R\$/R\$)	2,81	3,22	2,88	2,71

Apesar do melhor desempenho produtivo obtido para as dietas de nível energético próximo aos 2,8 Mcal de EM/kg de MS, ao avaliar a margem bruta e a relação custo x benefício, observaram os melhores resultados para o tratamento 2,7 Mcal de EM/kg de MS. Para cada R\$ 1,00 investido na alimentação, utilizando esta dieta, houve um retorno de R\$ 3,22 com a comercialização do leite produzido, e margem bruta de R\$ 2,63/dia. A avaliação econômica corrobora com a citação de Menezes et al. (2010), de que, máxima produtividade não significa propriamente máxima eficiência econômico-produtiva.

### Conclusões

A adição de gordura protegida para elevação do nível de energia na dieta altera o comportamento da curva de lactação, com maior resposta produtiva com 2,85 Mcal de EM/kg e melhores resultados econômicos com 2,7 Mcal de EM/kg de MS. A variação do peso corporal não é alterada, apesar da maior ingestão de matéria seca para as dietas mais energéticas durante o período de recuperação das reservas corporais.

### Referências

- ANTUNES, L.M.; RIES, L.R. **Gerência Agropecuária: Análise de Resultados**. Guaíba: Agropecuária, 1998. 240p.
- BROWN-CROWDER, I.E.; HART, S.P.; CAMERON, M. et al. Effects of dietary tallow level on performance of Alpine does in early lactation. **Small Ruminant Research**, v.39, p.233-241, 2001.
- CAPUCO, A.V.; ELLIS, S.E.; HALE, S.A. et al. Lactation persistency: Insights from mammary cell proliferation studies. **Journal of Animal Science**, v.81, p.18–31, 2003.
- CHILLIARD, Y., FERLAY, A., ROUEL, J. et al. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.5, p.1751–1770, 2003.
- COBUCI, J.A.; EUCLYDES, R.F.; PEREIRA, C.S. et al. Persistência de lactação - uma revisão. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.11, n.3, p.163-173, 2003.
- EKNÆS, M., KOLSTAD, K., VOLDEN, H. et al. Changes in body reserves and milk quality throughout lactation in dairy goats. **Small Ruminant Research**, v.63, p.1-11, 2006.
- GOMES, L.C. **Uso de levedura seca na alimentação de cabras Saanen, primíparas e múltiparas, em lactação**. 2011. 63f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- GRAVERT, H. O. **Dairy Cattle Production**. Nova York: Elsevier Science, 1987. 234p.
- HOSAM, T. Effects of varying levels of protected fat on performance of Shami goats during early and mid lactation. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v.35, n.2, p.67-74, 2011.
- KNIGHT, C.H.; PEAKER, M. Mammary development and regression during lactation in goats in relation to milk secretion. **Quarterly Journal of Experimental Physiology**, v.69, p.331–338, 1984.
- MACCIOTTA, N.P.P.; DIMAURO, C.; STERI, R. et al. Mathematical modeling of goat lactation curves. In: CANNAS, A.; PULINA, G. (Eds.). **Dairy Goats Feeding and Nutrition**. Oxfordshire: CAB International, 2008, p.31-46.
- MACEDO, V.P.; DAMASCENO, J. C., SANTOS, G. T. et al. Comportamento da curva de lactação de cabras mestiças Saanen em função da suplementação de concentrado e do sistema de produção. **Revista Brasileira Zootecnia**. v.30, n.6, p.2093-2098, 2001.
- MENEZES, G.R.O.; TORRES, R.A.; SARMENTO, J.L.R. et al. Avaliação de medidas da persistência da lactação de cabras da raça Saanen sob modelo de regressão aleatória. **Revista Brasileira Zootecnia**. v.39, n.8, p.1691-1698, 2010.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**, Washington, D.C.: National Academy Press. 2007. 362p.
- OLIVEIRA JR., R.C.; SUSIN, I.; PIRES, A.V. et al. Desempenho de cabras em lactação com grão de soja. **Acta Scientiarum**, v.24, p.1113-1118, 2002.

- PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. et al. (Eds.). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.299-322.
- RIBEIRO, S.D.A. **Caprinocultura: Criação Racional de Caprinos**. São Paulo: Nobel, 1997. 318p.
- RODRIGUES, L.; SPINA, J.R.; TEIXEIRA, I.A.M.A.; et al. Produção, composição do leite e exigências nutricionais de cabras Saanen em diferentes ordens de lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.28, n.4, p.447-452, 2006.
- SAHLU, T.; HART, S.P.; LE-TRONG, T. et al. Influence of prepartum protein and energy concentrations for dairy goats during pregnancy and early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.2, p.378-387, 1995.
- SANZ SAMPELAYO, M.R.; PÉREZ, L.; ALONSO, J.J.M. et al. Effects of concentrates with different contents of protected fat rich in PUFAs on the performance of lactating Granadina goats. 1. Feed intake, nutrient digestibility, N and energy utilization for milk production. **Small Ruminant Research**, v.43, p.133-139, 2002a.
- SANZ SAMPELAYO, M.R.; PÉREZ, L.; ALONSO, J.J.M. et al. Effects of concentrates with different contents of protected fat rich in PUFAs on the performance of lactating Granadina goats. 2. Milk production and composition. **Small Ruminant Research**, v.43, p.141-148, 2002b.
- SANZ SAMPELAYO, M.R.; ALONSO, J.J.M.; PÉREZ, L. et al. Dietary supplements for lactating goats by polyunsaturated fatty acid-rich protected fat. Effects after supplement withdrawal. **Journal of Dairy Science**, v.87, n.6, p.1976-1802, 2004.
- SILVA, J.F.C. Mecanismos reguladores de consumo. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.61-82.
- TEH, T.H.; TRUNG, L.T.; JIA, Z.H. et al. Varying amounts of rumen-inert fat for high producing goats in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.1, p.253-258, 1994.
- ZAMBOM, M.A.; ALCALDE, C.R.; MARTINS, E.N. et al. Curva de lactação e qualidade do leite de cabras Saanen recebendo rações com diferentes relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2515-2521, 2005a.
- ZAMBOM, M.A.; ALCALDE, C.R.; SILVA, K.T. et al. Ingestão, digestibilidade das rações e produção de leite em cabras Saanen submetidas a diferentes relações volumoso:concentrado na ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2505-2514, 2005b.

## VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tornam-se interessantes estudos futuros com cabras leiteiras, avaliando a suplementação com gordura protegida durante períodos estratégicos e seus efeitos sobre a curva de lactação, buscando os benefícios da suplementação, porém, com menor custo.

Ao suplementar com gordura protegida, é importante que seja garantida uma adequada relação entre proteína bruta e energia disponível para os microrganismos ruminais.