

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

EFEITOS DA INCLUSÃO DE GORDURA PROTEGIDA NAS  
RAÇÕES DE CABRAS SAANEN EM LACTAÇÃO

Autora: Bruna Susan de Labio Molina  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Claudete Regina Alcalde

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Julho – 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

EFEITOS DA INCLUSÃO DE GORDURA PROTEGIDA NAS  
RAÇÕES DE CABRAS SAANEN EM LACTAÇÃO

Autora: Bruna Susan de Labio Molina  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Claudete Regina Alcalde

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de concentração: Produção Animal.

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Julho – 2013

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

M722e Molina, Bruna Susan de Labio  
Efeitos da inclusão de gordura protegida nas rações de cabras Saanen em lactação / Bruna Susan de Labio Molina. -- Maringá, 2013.  
46 f. : il., tabs.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Claudete Regina Alcalde.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2013.

1. Cabras Saanen - Nutrição. 2. Cabras Saanen - Ômega-3. 3. Cabras Saanen - Digestibilidade. 4. Leite de cabra. 5. Lactoplus® - Suplemento alimentar - Animal. 6. Cabras Saanen - Qualidade do leite. 7. Nutrição animal - Caprinos. 8. Cabras leiteiras - Consumo e produção. I. Alcalde, Claudete Regina, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDD 22.ed. 636.39



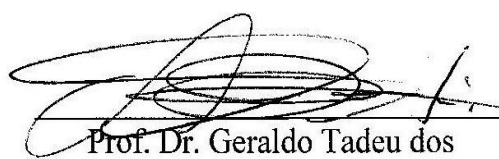
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

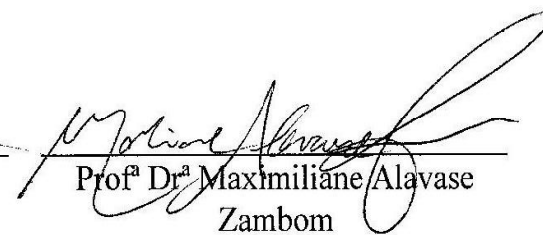
**EFEITOS DA INCLUSÃO DE GORDURA PROTEGIDA  
NAS RAÇÕES DE CABRAS SAANEN EM LACTAÇÃO**

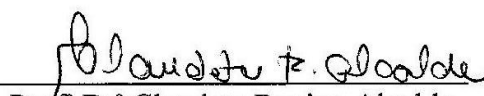
Autora: Bruna Susan de Labio Molina  
Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Claudete Regina Alcalde

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção  
Animal

APROVADA em 19 de julho de 2013.

  
Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos  
Santos

  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maximiliane Alavase  
Zambom

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

“Discipline sua mente e preste atenção aos conselhos da experiência”

Pb, 23, 12

A Deus, pelo dom de viver a cada dia, por todas as graças concedidas e pelas que virão.

À minha mãe, Neusa, e à minha avó, Esther, por indicarem o caminho da integridade,  
por toda dedicação e amor incondicional.

Ao meu pai, Adonis, por me ensinar uma forma de amar incomum, porém, verdadeira.

Ao Valter, pelos conselhos dignos de um pai.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

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

À Professora Dr<sup>a</sup> Claudete Regina Alcalde, pela oportunidade concedida, por todos os ensinamentos, e, em especial, todo apoio e amizade.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pelos ensinamentos, em especial ao Professor Dr. Geraldo Tadeu dos Santos, pelo apoio na realização das análises do leite.

À Associação Paranaense dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa, pela realização das análises do leite.

À Professora Dr<sup>a</sup> Paula Adriana Grande, pela realização das análises do perfil de ácidos graxos do leite.

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

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi, Aristóteles da Silva (Baiano), Nelson Nogueira da Silva, Nelson Palmeira, Antônio Donizetti de Moraes, Paulo Jesus de Mello e Wilmar Rikli, por auxiliarem na execução do experimento.

À equipe Ana Paula Silva Possamai, Bruna Hygino, Caroline Isabela da Silva, Isabella Ribeiro Ferrari, Jessyka Guedes Mazziero, Lucélia de Mouro Pereira, Ludmila

Couto Gomes, Matheus Strasser, Rodrigo de Souza e Sérgio Mangano de Almeida Santos, pelo auxílio na realização de todas as atividades relacionadas à pesquisa, pelo apoio e prestatividade em todos os momentos.

A todos os meus amigos e colegas da vida pessoal e acadêmica, pelo auxílio intelectual, pelos momentos de descontração e apoio emocional.

Aos meus familiares, em especial Monique Drigo, pela presença e cumplicidade.

À Maria Amélia Diamante, que me auxiliou em lidar com minhas limitações.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!



## BIOGRAFIA

BRUNA SUSAN DE LABIO MOLINA, filha de Adonis Molina e Neusa Maria de Labio, nasceu em Maringá, Paraná, no dia 14 de maio de 1987.

Em dezembro de 2010, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM-PR).

Em março de 2011, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, em nível de Mestrado, na área de concentração Produção e Nutrição de Ruminantes.

No dia 19 de julho de 2013, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação.

## ÍNDICE

|   | Páginas |
|---|---------|
| LISTA DE TABELAS .....  | ix      |
| RESUMO .....  | xi      |
| ABSTRACT .....  | xiii    |
| I – INTRODUÇÃO .....  | 1       |
| Referências .....   | 6       |
| II – OBJETIVOS GERAIS .....   | 9       |
| III – INGESTÃO, EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DOS NUTRIENTES E<br>PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE CABRAS SAANEN RECEBENDO<br>RAÇÕES COM GORDURA PROTEGIDA ..... | 10      |
| Resumo .....  | 10      |
| Introdução .....  | 11      |
| Material e Métodos .....  | 12      |
| Resultados e Discussão .....  | 15      |
| Conclusões .....  | 23      |
| Referências .....   | 24      |
| IV – AVALIAÇÃO DA INCLUSÃO DE GORDURA PROTEGIDA NAS<br>RAÇÕES SOBRE A PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE<br>CABRAS SAANEN .....                      | 27      |
| Resumo .....  | 27      |
| Introdução .....  | 28      |
| Material e Métodos .....  | 29      |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| Resultados e Discussão .....   | 33 |
| Conclusões .....               | 42 |
| Referências .....              | 43 |
| V – CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... | 46 |

## LISTA DE TABELAS

|   |  | Páginas |
|---|--|---------|
| III – INGESTÃO, EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DOS NUTRIENTES E PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE CABRAS SAANEN RECEBENDO RAÇÕES COM GORDURA PROTEGIDA |  |         |
| Tabela 1  | Composição química dos ingredientes utilizados nas rações .....  | 13      |
| Tabela 2  | Proporção de ingredientes e composição química das rações experimentais .....  | 13      |
| Tabela 3  | Peso corporal, ingestão de matéria seca, dos nutrientes e de energia bruta em cabras Saanen recebendo rações com gordura protegida ..... | 16      |
| Tabela 4  | Digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes e valor energético em cabras Saanen, recebendo rações com gordura protegida .....       | 19      |
| Tabela 5  | Parâmetros sanguíneos de cabras Saanen, recebendo rações com gordura protegida .....   | 21      |
| IV – AVALIAÇÃO DA INCLUSÃO DE GORDURA PROTEGIDA NAS RAÇÕES SOBRE A PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE CABRAS SAANEN                      |  |         |
| Tabela 1  | Composição química dos ingredientes utilizados nas rações .....  | 30      |
| Tabela 2  | Proporção de ingredientes e composição química das rações experimentais .....  | 30      |
| Tabela 3  | Preço unitário dos alimentos e das rações experimentais, cotados na região de Maringá-PR em Janeiro de 2013 .....                        | 33      |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Tabela 4 | Ingestão de matéria seca (IMS), produção de leite (PL) e produção corrigida para 35 g de gordura/kg (PLc), eficiência alimentar (EA) e valor energético do leite (VE) de cabras Saanen, recebendo rações com gordura protegida ..... | 34 |
| Tabela 5 | Efeito da suplementação lipídica com gordura protegida para cabras Saanen sobre a produção e a composição do leite .....   | 36 |
| Tabela 6 | Concentração de ureia no sangue e no leite de cabras Saanen, recebendo rações com gordura protegida .....  | 38 |
| Tabela 7 | Concentração de ácidos graxos (g/100g de ácidos graxos) da gordura do leite em cabras Saanen, recebendo rações com gordura protegida .....   | 40 |
| Tabela 8 | Avaliação econômica do desempenho produtivo de cabras Saanen, recebendo rações com gordura protegida .....   | 41 |

## RESUMO

Este trabalho foi realizado para determinar os efeitos da inclusão de gordura protegida nas rações de cabras Saanen sobre a ingestão de matéria seca, e dos nutrientes, eficiência de utilização dos nutrientes, parâmetros sanguíneos, produção e composição do leite. Cinco cabras Saanen ( $63,23 \pm 9,08$  kg de peso corporal e  $\pm 105$  dias de lactação) foram distribuídas em delineamento quadrado latino ( $5 \times 5$ ) com cinco rações: controle (sem adição de gordura protegida) e as demais, com 6,25; 12,50; 18,75 e 25,00 g de gordura protegida por kg de matéria seca (g/kg de MS), respectivamente. A ingestão média foi determinada por diferença diária entre o fornecido e as sobras e para estimativa da digestibilidade foi utilizada a FDAi como indicador interno. Foram registradas as produções de leite diárias e coletadas amostras de leite para determinação dos teores de sólidos totais, proteína, gordura, lactose e análise da concentração de ácidos graxos. Foram coletadas amostras de sangue para determinar as concentrações de uréia, triglicerídeos e colesterol no soro e glicose no plasma. A análise econômica simplificada foi realizada para determinar o melhor custo x benefício. As rações não influenciaram o peso corporal e as ingestões de matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro, carboidratos totais, nutrientes digestíveis totais e energia digestível. Houve aumento linear na ingestão e digestibilidade do extrato etéreo e redução linear na ingestão de proteína bruta e carboidratos não fibrosos, porém, sem efeitos para a digestibilidade desses nutrientes. A concentração de colesterol no sangue aumentou em função da inclusão de gordura protegida nas rações, porém não foram alteradas as concentrações de uréia, triglicerídeos e glicose. Os valores observados para os parâmetros sanguíneos indicaram equilíbrio nutricional entre energia e proteína. Não houve influência sobre a produção de leite e produção de leite corrigida para 35 g de

gordura por kg de leite, eficiência alimentar e valor energético do leite. A composição e a produção de componentes do leite não foram influenciadas, no entanto, houve redução linear de 0,87 g de proteína por kg de leite para cada unidade de inclusão de gordura protegida na ração. A suplementação com gordura protegida favoreceu a produção de ácido linolênico (18:3n-3) com ponto de máxima a 24 g/kg de MS. A gordura protegida pode ser incluída nas rações de cabras Saanen em lactação em até 25 g/kg de MS sem alterar a ingestão, com melhoria na digestibilidade dos nutrientes a partir do ponto de mínima de 9,8 g/kg de MS, no entanto, a melhor resposta econômica foi observada com a inclusão de gordura protegida a 6,25 g/kg de MS.

**Palavras-chave:** consumo, Lactoplus<sup>®</sup>, leite de cabra, lipídios, ômega-3

## ABSTRACT

This study was conducted to determine the effects of protected fat inclusion in rations of Saanen goats on dry matter and nutrients intake, nutrient utilization efficiency, blood parameters and milk production and composition. Five Saanen goats ( $63.23 \pm 9.08$  kg of body weight and  $\pm 105$  days of lactation) were distributed in Latin square designs (5x5) with five rations: control (without protected fat) and others, with 6.25; 12.5; 18.75 and 25 g of protected fat per kg of dry matter (g/kg of DM), respectively. Intake was determined by daily difference between the food supplied and leftovers and to estimate the digestibility, indigestible neutral detergent fiber (iNDF) was used as internal marker. Daily milk production was recorded and milk samples were collected to determine the content of total solids, protein, fat, lactose and to analyze fatty acids concentration. Blood samples were collected to determine urea, triglycerides and cholesterol in the serum and glucose in the plasma. The simplified economic analysis was performed to determine the best cost-benefit. Rations did not influence body weight and the intakes of dry matter, organic matter, neutral detergent fiber, total carbohydrates, total digestible nutrients and digestible energy. There was a linear increase on the intake and digestibility of the ether extract and a linear decrease on the intake of the crude protein and non-fiber carbohydrates, however, without effects on the digestibility of these nutrients. Blood cholesterol content increased with the inclusion of protected fat in the rations, however, urea, triglycerides and glucose concentrations were not changed. The observed values for blood parameters indicated nutritional balance between energy and protein. There was not influence on milk production and fat corrected milk, feed efficiency and milk energetic value. Milk composition and its components production were not influenced however there was a linear decrease of 0.87 g of protein per kg of



milk in each unit including protected fat in the ration. Supplementation with protected fat improved linolenic acid production (18:3n-3) with the point of maximum at 24 g of protected fat per kg of dry matter. Protected fat can be included in rations of lactating Saanen goats up to 25 g/kg of DM without changing intake and improving nutrients digestibility from the point of minimum 9.8 g/kg of DM, however, the best economic response is observed when fat inclusion was 6.25 g/kg of DM.

**Key-words:** consumption, goat milk, Lactoplus<sup>®</sup>, lipids, omega-3

## I – INTRODUÇÃO

No cenário da caprinocultura mundial, o Brasil ocupa o décimo sexto lugar em número de caprinos, com rebanho estimado em aproximadamente 9,38 milhões de cabeças (IBGE, 2011). Deste total, em torno de 91% dos animais, está concentrado na região Nordeste, onde a produção de leite também se destaca, no entanto, quanto se fala em produtividade, as regiões Centro-Oeste e Sudeste se sobressaem com cabras mais especializadas (Lopes et al., 2012).

Embora a caprinocultura leiteira brasileira represente pequena participação na produção de leite mundial, a atividade contribui significativamente com o setor agropecuário nacional. De acordo com a FAO (2011), o rebanho leiteiro brasileiro é estimado em 4,93 milhões de cabeças, com produção anual de 148 mil toneladas de leite.

Contudo, é necessário aprimorar a produção leiteira com a utilização de animais de raças especializadas, uma vez que o material genético brasileiro é heterogêneo e pouco especializado para essa atividade (Tholon et al., 2001). Dentre as raças leiteiras mais produtivas e mais difundidas no Brasil, está a raça Saanen, originária da Suíça, que foi introduzida no país na década de 70 (Ribeiro, 1997) e, mesmo sob as condições de clima tropical do país, é possível obter produções médias de 2,06 a 2,61 litros de leite no terço final da lactação (Maia et al., 2006; Rodrigues et al., 2006).

O leite de cabra é consumido no Brasil principalmente como alimento funcional, apresenta qualidades que o torna superior ao leite de vaca em relação a propriedades nutricionais e terapêuticas (Garcia & Travassos, 2012). É caracterizado por conter glóbulos de gordura menores em comparação ao leite de vaca (Attaie & Richter, 2000), o que lhe confere melhor digestibilidade, além disso, em sua composição lipídica,

apresenta ácidos graxos essenciais à saúde humana e relacionados à prevenção de distúrbios de origem cardiovascular (Chilliard et al., 2003), o que lhe torna um alimento de alto valor biológico. O leite de cabra é ainda utilizado como alimento alternativo para pessoas que apresentam alergia ao leite de vaca, por conter teores de  $\alpha$ S1-caseína inferiores (Tomotake et al., 2006; Greppi et al., 2008).

Embora o leite de cabra seja considerado alimento de alto valor biológico, suas propriedades nutricionais podem ser melhoradas, aumentando o teor de ácidos graxos insaturados ômega-3 na gordura e, ao mesmo tempo, reduzindo a proporção de ácidos graxos saturados (Cattaneo et al., 2006).

A industrialização do leite de cabra ainda é restrita por razões como: pequena produção, hábito alimentar da população, desconhecimento dos valores nutricionais, preconceito e alto preço comparado leite de vaca (Resende & Tosetto, 2004). Contudo, com o aumento da procura por leite de cabra, sobretudo como alimento funcional, o que sugere boas perspectivas de mercado aos produtores, surge também a necessidade de melhoria na especialização desta cadeia produtiva, sobretudo quanto ao aumento da produção e da produtividade do rebanho, visando maximizar o retorno financeiro.

O manejo nutricional adotado particularmente quanto à quantidade e qualidade da ração fornecida é um dos principais fatores que influenciam a produção e composição do leite de cabra (Sanz Sampelayo et al., 2007; Costa et al., 2008). Cerca de 75% dos ácidos graxos absorvidos são incorporados à gordura do leite (Palmquist & Mattos, 2011), o que torna a gordura o componente do leite que mais sofre influência da dieta (Costa et al., 2009).

Pesquisas vêm sendo realizadas quanto à suplementação de fêmeas lactantes com fontes lipídicas e tem sido comprovada a possibilidade de modificar a composição lipídica da gordura do leite, por meio da composição da ração fornecida, sobretudo com o intuito de aumentar a incorporação de ácidos graxos essenciais à saúde humana no leite, como é o caso de ácidos graxos poli-insaturados (Sanz Sampelayo et al., 2002b; Maia et al., 2006). Além disso, outras características são desejáveis do ponto de vista tecnológico do leite, como o aumento no teor de gordura, que contribui para com o rendimento na produção de queijo (Chilliard et al., 2003).

Em geral, suplementos lipídicos são adicionados às rações de fêmeas em lactação para incrementar a densidade energética e melhorar a digestibilidade dos nutrientes, no entanto, contribuem com a melhoria na capacidade de absorção de vitaminas lipossolúveis, fornecimento de ácidos graxos importantes para as membranas dos

tecidos, atuação como precursores da regulação do metabolismo, aumento na eficiência em deposição de gordura e na síntese de leite (Palmquist & Mattos, 2011).

Contudo, dependendo da quantidade fornecida, do grau de insaturação, e do grau de proteção dos lipídios ao ambiente ruminal, pode ocorrer redução no desempenho animal, por influenciar negativamente na atuação dos microrganismos celulolíticos, reduzindo a digestibilidade da fibra, e causando depressão na gordura do leite (Palmquist & Mattos, 2011).

Oliveira Júnior et al. (2002) observaram redução linear na produção de leite de cabras conforme o aumento de grão de soja integral na ração (0, 70, 140 e 210 g/kg de MS) e aumento no teor de gordura. Silva et al. (2010) avaliaram as fontes de lipídios parcialmente protegidos, semente de faveleira e caroço de algodão, e não observaram diferença na produção de leite para essas fontes em relação à ração controle, entretanto, observaram aumento nos teores de gordura do leite e de sólidos totais para a ração com caroço de algodão.

A gordura protegida é um dos suplementos comerciais disponíveis no mercado, trata-se de um complexo de íons de cálcio com ácidos graxos de cadeia longa, cuja matéria-prima pode ser o óleo de soja ou óleo de palma, de acordo com o produto comercial. A gordura protegida é também chamada de inerte por passar intacta a ação dos microrganismos do rúmen, sem interferir nos processos de fermentação (Sirohi et al., 2010). Uma vez que os íons de cálcio são dissociados nas condições ácidas do abomaso, os lipídios tornam-se disponíveis para digestão e absorção diretamente no intestino (Silva et al., 2007).

A inclusão de gordura protegida nas rações de fêmeas lactantes tem sido amplamente pesquisada, sobretudo para vacas e ovelhas em fases de alta demanda energética, no entanto, para cabras as informações disponíveis na literatura são escassas e pouco conclusivas. Em geral, os níveis de inclusão de gordura protegida nas rações variam de 30 a 120 g/kg de MS (Teh et al., 1994; Sanz Sampelayo et al., 2002a; Hosam, 2011), o que pode tornar o custo da ração inviável.

O feno de aveia é uma boa fonte de forragem conservada para animais confinados, sobretudo na época da seca, no entanto, quando se trata de animais especializados, a suplementação com ração concentrada torna-se necessária para atender as demandas e garantir a manutenção da produção. Ribeiro et al. (2008) observaram produção de 2,43 kg/dia em cabras Saanen recebendo 500 g de feno de aveia por kg de MS da ração. Zambom et al. (2005), registraram produções de 3,0 a 2,35 kg/dia para cabras Saanen

após os 60 dias de lactação, recebendo 500 e 600 g de feno de aveia por kg de MS da ração, respectivamente.

A suplementação com gordura protegida para cabras em terço final da lactação pode ser uma alternativa para aumentar a produção de leite e melhorar a rentabilidade da exploração leiteira. Devido ao aumento no custo da ração com a inclusão de fontes lipídicas, é possível que menores quantidades de gordura protegida possibilitem melhoria na produção de leite, e assim, melhore o custo x benefício da atividade.

O valor nutritivo de uma ração é determinado por meio da avaliação da ingestão e digestibilidade, e deve se adequar à demanda por energia e nutrientes para permitir expressão do potencial produtivo animal. Sabe-se que a ingestão de matéria seca é fator determinante para a produção, pois está intimamente relacionada ao aporte de nutrientes ingeridos, contudo, quanto maior a digestibilidade da ração melhor será o aproveitamento dos nutrientes o que pode refletir em aumento da eficiência alimentar.

Allen (2000) compilou dados de 24 trabalhos, nos quais vacas em lactação foram suplementadas com sais de cálcio de ácidos graxos provenientes do óleo de palma, e sugeriu que cada unidade percentual de inclusão nas rações, reduz em aproximadamente 2,5% a ingestão de matéria seca.

Em cabras, a ingestão de matéria seca pode ser reduzida quando grandes quantidades de gordura protegida são fornecidas. Sanz Sampelayo et al. (2002a) suplementou cabras em lactação com gordura protegida a 0, 90 e 120 g/kg de MS e observaram recusa na ingestão da ração concentrada, que foi justificada devido à redução palatabilidade das rações causada pelo odor característico de sabão de cálcio. No entanto, é possível que menores inclusões não exerçam efeito negativo sobre a ingestão (Teh et al., 1994)

Ao avaliar o desempenho de cabras, Shami (Damascus) do início até a fase intermediária de lactação variando os níveis de gordura protegida em 0, 30 e 50 g/kg de MS das rações, Hosam (2011) relatou aumento na produção de leite para a inclusão de 50 g/kg de MS. Teh et al. (1994) suplementaram cabras em lactação com gordura protegida nas proporções de 0, 30, 60 e 90 g/kg de MS, e também observaram aumento na produção de leite.

Os parâmetros sanguíneos tais como colesterol, triglicerídeos e glicose, servem como ferramentas para monitorar a condição metabólica dos animais, uma vez que estão associados ao metabolismo energético, enquanto a uréia está associada ao metabolismo

protéico. Justifica-se, portanto, sua dosagem no sangue em rebanhos leiteiros para detectar alterações no organismo.

A concentração de ácidos graxos do leite de ruminantes pode ser manipulada, uma vez que está intimamente relacionada ao perfil de ácidos graxos da fonte suplementar de gordura fornecida e ao nível de proteção ao ambiente ruminal que esta fonte propicia (Gulati et al., 1997).

Devido à sua composição em ácidos graxos, a suplementação com gordura protegida em cabras permite aumento na concentração de ácidos graxos poli-insaturados (Sanz Sampelayo et al., 2002b), sendo uma estratégia para melhorar a composição do leite. Dentre os saturados, os ácidos graxos que se destacam no leite de cabra são cáprico (10:0), mirístico (14:0), palmítico (16:0) e esteárico (18:0), sendo observados em maiores concentrações (Costa et al., 2008), contudo, aumentar o teor de ácidos graxos insaturados com a inclusão de gordura protegida nas rações permite reduzir a proporção dos ácidos graxos saturados.

A alimentação dos rebanhos é fator determinante na rentabilidade da caprinocultura leiteira, pois influencia em aproximadamente 60 a 70% dos custos nos sistemas de produção (Garcia & Travassos, 2012), portanto, é de extrema importância a busca de melhores relações custo x benefício para garantir a rentabilidade da exploração.

## Referências

- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.5, p.1598-1624, 2000.
- ATTAIE R.; RICHTER R.L. Size distribution of fat globules in goat milk. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.940-944, 2000.
- CATTANEO, D.; DELL'ORTO, V.; VARISCO, G. et al. Enrichment in *n*-3 fatty acids of goat's colostrum and milk by maternal fish oil supplementation. **Small Ruminant Research**, v.64, p.22-29, 2006.
- 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.
- COSTA, R.G.; MESQUITA, I.V.U.; QUEIROGA, R.C.R.E. et al. Características químicas e sensoriais do leite de cabras Moxotó alimentadas com silagem de maniçoba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.694-702, 2008.
- 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 (Supl.).
- FAO, 2011. FAOSTAT - Food and agriculture organization of the united nations Agriculture Data. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD>> Acesso em: 24/05/13.
- GARCIA, R.V.; TRAVASSOS, A.E.R. Aspectos gerais sobre o leite de cabra: uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.67, n.386, p.81-88, 2012.
- GREPPI, G.F.; RONCADA, P.; FORTIN, R. Protein components of goat's milk. In: CANNAS, A.; PULINA, G. (Eds.). **Dairy Goats Feeding and Nutrition**. Oxfordshire: CAB International, 2008, p.71-94.
- GULATI, S.K.; BYERS, E.B.; BYERS, Y.G. et al. Effect of feeding different fat supplements on the fatty acid composition of goat milk. **Feed Science and Technology**, v.66, p.159-164, 1997.
- 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, p.67-74, 2011.
- IBGE, 2011. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?z=t&o=24&i=P>> Acesso em: 24/05/13.
- LOPES, F.B.; SILVA, M.C.; MIYAGI, E.S. et al. Spatialization of climate, physical and socioeconomic factors that affect the dairy goat production in Brazil and their

- impact on animal breeding decisions. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.32, n.11, p.1073-1081, 2012.
- 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.
- 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 lipídios. In: BERCHIELI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. et al. (Eds.). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.299-322.
- RESENDE, K. T.; TOSETTO, E. M. Avaliação de estratégias de manejo em criatórios de caprinos leiteiros. In: ENCONT. NAC. PARA O DESENVOLVIMENTO DA ESPÉCIE CAPRINA, 8., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP/ FMVZ, p. 184-98.
- RIBEIRO, S.D.A. **Caprinocultura: Criação Racional de Caprinos**. São Paulo: Nobel, 1997. 318p.
- RIBEIRO, L.R.; DAMASCENO, J.C.; CECATO, U. et al. Produção, composição do leite e constituintes sanguíneos de cabras alimentadas com diferentes volumosos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.6, p.1523-1530, 2008.
- 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 Science**, v.28, n.4, p.447-452, 2006.
- 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.; CHILLIARD, Y.; SCHMIDELY, PH. et al. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v.68, p.42-63, 2007.
- 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**, v.32, n.1, p.47-53, 2010.
- 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.
- SIROHI, S.K.; WALLI, T.K.; MOHANTA, R.K. Supplementation effect of bypass fat on production performance of lactating crossbred cows. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.80, n.8, p.733-736, 2010.
- 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, p.253-258, 1994.
- THOLON, P.; QUEIROZ, S.A.; RIBEIRO, A.C. et al. Estudo genético quantitativo da produção de leite em caprinos da raça Saanen. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.9, n.1, p.1-5, 2001.



- TOMOTAKE, H.; OKUYAMA, R. KATAGIRI, M. et al. Comparison between Holstein cow's milk and Japanese-Saanen goat's milk in fatty acid composition, lipid digestibility and protein profile. **Bioscience Biotechnology and Biochemistry**, v.70, n.11, p.2771-2774, 2006.
- 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, 2005 (Supl.).

## II – OBJETIVOS GERAIS

Objetivou-se com este trabalho determinar os efeitos da inclusão de gordura protegida nas rações de cabras Saanen sobre a ingestão de matéria seca, eficiência de utilização dos nutrientes, parâmetros sanguíneos, eficiência alimentar, produção e composição do leite e avaliação econômica simplificada das rações.

### **III – Ingestão, eficiência de utilização dos nutrientes e parâmetros sanguíneos de cabras Saanen recebendo rações com gordura protegida<sup>1</sup>**

**RESUMO** – Este trabalho foi realizado para determinar os efeitos da inclusão de gordura protegida nas rações de cabras Saanen sobre a ingestão de matéria seca, eficiência de utilização dos nutrientes e parâmetros sanguíneos. Cinco cabras Saanen (63,23 ± 9,08 kg de peso corporal e ± 105 dias de lactação) foram distribuídas em delineamento quadrado latino (5x5) com cinco rações: controle (sem adição de gordura protegida) e as demais, com 6,25; 12,50; 18,75 e 25,00 g de gordura protegida por kg de matéria seca, respectivamente. A ingestão foi determinada por diferença diária entre o fornecido e as sobras, e para estimativa da digestibilidade, foi utilizado a FDAi como indicador interno. Foram coletadas amostras de sangue para determinar as concentrações de uréia, triglicerídeos e colesterol no soro e glicose no plasma. As rações não influenciaram o peso corporal e as ingestões de matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro, carboidratos totais, nutrientes digestíveis totais e energia digestível. Houve aumento linear na ingestão e digestibilidade do extrato etéreo e redução linear na ingestão de proteína bruta e carboidratos não fibrosos, porém, sem efeitos para a digestibilidade desses nutrientes. A concentração de colesterol aumentou em função da inclusão de gordura protegida nas rações, porém, não foram alteradas as concentrações de uréia, triglicerídeos e glicose. A gordura protegida pode ser incluída em até 25 g/kg de MS na ração sem alterar a ingestão em cabras Saanen em lactação, com melhoria na digestibilidade dos nutrientes a partir do ponto de mínimo de 9,8 g/kg de MS.

**Palavras-chave:** consumo, digestibilidade, Lactoplus<sup>®</sup>, lipídios, sangue

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

## Introdução

A tendência no aumento da procura por alimentos funcionais como o leite de cabra sugere boas perspectivas de mercado aos produtores, porém, surge também a necessidade de melhoria na especialização desta cadeia produtiva, sobretudo quanto ao aumento da produção e da produtividade do rebanho, visando maximizar o retorno financeiro.

O manejo nutricional adotado está intimamente relacionado as respostas na produção de leite. A suplementação de lipídios na ração de animais em lactação é uma alternativa para incrementar a densidade energética da ração, especialmente no início da lactação quando o balanço energético é negativo, e melhorar a digestibilidade dos nutrientes. Além disso, os lipídios acrescentados melhoram a capacidade de absorção de vitaminas lipossolúveis, fornecem ácidos graxos importantes para as membranas de tecidos, atuam como precursores da regulação do metabolismo e aumentam a eficiência em depositar gordura e a síntese do leite (Palmquist & Mattos, 2011).

Dentre os suplementos disponíveis no mercado, está a gordura protegida, também chamada de gordura inerte ao rúmen. A gordura protegida trata-se de um complexo de íons de cálcio com ácidos graxos de cadeia longa, cujas principais fontes provêm do óleo palma ou óleo de soja de acordo com o produto comercial. Este complexo passa pelo rúmen sendo dissociado nas condições ácidas do abomaso, tornando os lipídios disponíveis para digestão e absorção no intestino (Silva et al., 2007a).

Uma vez que a composição da ração, qualidade e quantidade de alimento oferecido influenciam o potencial de ingestão de matéria seca (Resende et al., 2008), e este potencial se reflete na produção de leite, utilizar combinações de ingredientes que maximizem a ingestão de matéria seca e proporcionem boa disponibilidade de nutrientes é indispensável para obter respostas satisfatórias das fêmeas em produção.

Os parâmetros sanguíneos tais como colesterol, triglicerídeos e glicose servem como ferramentas para monitorar a condição metabólica dos animais, uma vez que estão intimamente relacionados ao metabolismo energético, enquanto a uréia está relacionada ao metabolismo protéico. Justifica-se, portanto, sua dosagem para detectar quaisquer alterações no organismo.

Este trabalho foi realizado para determinar os efeitos da inclusão de gordura protegida nas rações de cabras Saanen sobre a ingestão de matéria seca, eficiência de utilização dos nutrientes e parâmetros sanguíneos.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Caprinocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi e no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal, pertencentes a Universidade Estadual de Maringá.

Foram utilizadas cinco cabras Saanen multíparas ( $63,23 \pm 9,08$  kg de peso corporal e  $\pm 105$  dias de lactação), selecionadas de acordo com a produção de leite em relação ao peso corporal, distribuídas em delineamento quadrado latino 5x5 com cinco rações: controle (sem inclusão de gordura protegida) e as demais com 6,25; 12,50; 18,75 e 25,00 g de gordura protegida por kg de matéria seca (g/kg de MS).

Os ingredientes utilizados no preparo das rações foram milho moído, farelo de soja, gordura protegida (sais de cálcio de ácidos graxos de cadeia longa - Lactoplus<sup>®</sup>, contendo 194% de nutrientes digestíveis totais, 82% de extrato etéreo, 10% de cálcio, 26% de ácido oleico e 42% de ácido linoleico) e suplemento mineral-vitamínico<sup>®</sup>. O feno de aveia foi utilizado na proporção de 570 g/kg de MS (Tabelas 1 e 2). As rações foram ajustadas para corresponder a 700 g de nutrientes digestíveis totais e 155 g de proteína bruta, por kg de matéria seca, respectivamente, de acordo com o NRC (2007) (Tabela 2).

As amostras de alimentos foram processadas em moinho do tipo Willey, utilizando peneira com crivos de 1 mm de diâmetro.

Foram realizadas análises de matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), segundo procedimentos da AOAC, descritos em Silva & Queiroz (2002) e fibra em detergente neutro, de acordo com Van Soest (1991) adaptado por Souza et al. (1999). A matéria orgânica foi estimada por diferença entre a matéria seca e o teor de cinzas.

Os carboidratos totais (CT) e nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados de acordo com a equação descrita por Sniffen et al. (1992):  $CT (g/kg \text{ de MS}) = 1000 - (PB + EE + \text{cinzas})$  e  $NDT = PBd + (2,25 \times EEd) + CTd$ , onde  $PBd$  = proteína bruta digestível,  $EEd$  = extrato etéreo digestível e  $CTd$  = carboidratos totais digestível. Os valores para carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados de acordo com a equação proposta por Van Soest et al. (1991):  $CNF (g/kg \text{ de MS}) = 1000 - (FDN + PB + EE + \text{cinzas})$ .

Os valores para energia bruta foram determinados por meio da bomba calorimétrica adiabática (PARR Instruments Co. AC720, EUA).

Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas rações

| Item (g/kg de MS)          | Ingredientes  |             |                |
|----------------------------|---------------|-------------|----------------|
|                            | Feno de aveia | Milho moído | Farelo de soja |
| Matéria seca <sup>1</sup>  | 920,52        | 885,54      | 896,39         |
| Matéria orgânica           | 939,39        | 987,42      | 933,89         |
| Cinzas                     | 60,61         | 12,58       | 66,11          |
| Proteína bruta             | 78,50         | 86,82       | 515,88         |
| Extrato etéreo             | 15,68         | 35,50       | 17,00          |
| Fibra em detergente neutro | 697,83        | 136,11      | 164,22         |

<sup>1</sup>g/kg de matéria natural

Tabela 2. Proporção de ingredientes e composição química das rações experimentais

| Item (g/kg de MS)                | Rações                            |        |        |        |        |
|----------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|
|                                  | (g de gordura protegida/kg de MS) |        |        |        |        |
|                                  | 0,00                              | 6,25   | 12,50  | 18,75  | 25,00  |
| Feno de aveia                    | 570,00                            | 570,00 | 570,00 | 570,00 | 570,00 |
| Milho moído                      | 232,40                            | 229,02 | 225,64 | 222,27 | 218,89 |
| Lactoplus <sup>®1</sup>          | -                                 | 6,25   | 12,50  | 18,75  | 25,00  |
| Farelo de soja                   | 187,85                            | 185,12 | 182,39 | 179,66 | 176,93 |
| Suplemento mineral <sup>®2</sup> | 9,75                              | 9,61   | 9,47   | 9,32   | 9,18   |
| Matéria seca <sup>3</sup>        | 908,63                            | 909,14 | 909,64 | 910,14 | 910,64 |
| Matéria orgânica                 | 940,36                            | 939,45 | 938,55 | 937,65 | 936,74 |
| Cinzas                           | 59,64                             | 60,55  | 61,45  | 62,35  | 63,26  |
| Proteína bruta                   | 161,83                            | 160,13 | 158,43 | 156,73 | 155,02 |
| Extrato etéreo <sup>4</sup>      | 20,38                             | 20,22  | 20,05  | 19,88  | 19,72  |
| Gordura suplementar <sup>5</sup> | -                                 | 5,13   | 10,25  | 15,38  | 20,50  |
| Fibra em detergente neutro       | 460,24                            | 459,33 | 458,43 | 457,52 | 456,61 |
| Carboidratos não fibrosos        | 297,90                            | 294,65 | 291,40 | 288,14 | 284,89 |
| Carboidratos totais              | 758,14                            | 753,98 | 749,82 | 745,66 | 741,50 |
| Energia bruta <sup>6</sup>       | 4,46                              | 4,45   | 4,46   | 4,46   | 4,50   |

<sup>1</sup>Gordura protegida. <sup>2</sup>Produto comercial. Composição (por kg do produto): cálcio 240 g; fósforo 71 g; flúor-710 mg (Max); magnésio 20 g; potássio 28,20 g; enxofre 20 g; ferro 2.500 mg; cobre 400 mg; manganês 1.350 mg; zinco 1.700 mg; cobalto 30 mg; iodo 40 mg; iodo 40 mg; selênio 15 mg; cromo 10 mg; vit. A 135.000 UI; vit. D3 68.000UI; vit. E 450UI; <sup>3</sup>g/kg de matéria natural; <sup>4</sup>Obtido a partir da análise do feno de aveia, milho moído e farelo de soja; <sup>5</sup>Estimado a partir de informações do manual da empresa fabricante do Lactoplus<sup>®</sup> (Dalquim Indústria Química Ltda); <sup>6</sup>Mcal/kg de MS

Cada período experimental foi composto por 21 dias, sendo 15 dias de adaptação dos animais as rações e seis dias de coleta de dados, totalizando 105 dias de experimento. As cabras permaneceram alojadas em baias individuais contendo comedouro e bebedouro, tendo acesso ao solário no período da manhã, após a ordenha.

As cabras foram pesadas no início de cada período experimental, após a ordenha da manhã, antes do fornecimento da ração. As cabras foram ordenhadas diariamente (7h30 e 15h30).

O fornecimento das rações foi realizado duas vezes ao dia (9h e 16h), fazendo controle das sobras. Durante cada semana de avaliação, foram coletadas diariamente amostras de sobras.

Para determinação da digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes das rações, foram coletadas amostras de fezes na saída do reto, durante seis dias consecutivos nos horários de 8h, 10h, 12h, 14h, 16h e 18h, para obter uma amostra composta por animal, por período.

As amostras de sobras e fezes foram armazenadas em freezer e ao término das coletas, foram descongeladas, secas em estufa com ventilação forçada por 72 horas a 55°C, processadas em moinho do tipo Willey, utilizando peneira com crivos de 1 mm de diâmetro e analisadas quanto à matéria seca e os nutrientes, conforme procedimentos anteriormente descritos para as amostras de alimentos. A ingestão foi determinada por diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras.

Para obtenção das estimativas de excreção fecal foi utilizada a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) como indicador interno (Cochran et al., 1986) obtida após 240 horas de incubação *in situ* dos alimentos, sobras e fezes em filtros F57, no rúmen de cabra. Posteriormente, foi realizada análise de fibra em detergente ácido, segundo a metodologia da Ankom<sup>®</sup> (Ankom Technology Corporation, Fairport, NY, USA). A excreção fecal foi estimada segundo Van Soest (1994):  $EF = CFDAi / FDAiF$ , onde: EF = excreção fecal (kg/dia); CFDAi = consumo de FDAi (kg/dia) e FDAiF = concentração de FDAi nas fezes (kg/kg).

A cada período de coleta de dados, foram coletadas amostras de sangue das cabras após a ordenha da manhã (antes da alimentação) por punção da veia jugular. Para determinação das concentrações de uréia, triglicerídeos e colesterol no soro, as amostras foram coletadas em tubos de ensaio. Para determinação da concentração de glicose no plasma, as amostras foram coletadas em tubo *vacutainer* contendo fluoreto de sódio e EDTA.

As amostras de sangue foram centrifugadas (3.000 rpm por 15 min) e, o plasma ou soro foram transferidos para tubos *ependorfs* devidamente identificados e armazenados em freezer. Posteriormente, as amostras foram descongeladas e realizadas as dosagens de colesterol total, triglicerídeos, uréia e glicose, utilizando kits enzimático-colorimétricos (Gold Analisa Diagnostica Ltda<sup>®</sup>).

Os dados foram submetidos à análise de variância com uso de regressão polinomial ( $P < 0,05$ ) utilizando o programa SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – UFV, versão 7.1), segundo o modelo:

$$Y_{ijk} = b_0 + b_1R + b_2R^2 + e_{ijk}$$

Onde:

$Y_{ijk}$  = observação da variável estudada no animal  $k$  ( $k = 1, 2, 3, 4$  e  $5$ ), no período  $j$  ( $j = 1, 2, 3, 4$  e  $5$ ), recebendo a ração  $i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$  e  $5$ );

$b_0$  = constante geral;

$b_1$  = coeficiente de regressão linear em função da inclusão de gordura protegida;

$R$  = inclusão de gordura protegida na ração (0,0, 6,25, 12,50, 18,75 e 25,00 g de gordura protegida por kg de matéria seca);

$b_2$  = coeficiente de regressão quadrática em função da inclusão de gordura protegida;

$e_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação.

### **Resultados e Discussão**

O peso corporal e as ingestões de matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro, carboidratos totais, nutrientes digestíveis totais e energia bruta não diferiram ( $P > 0,05$ ) em função da inclusão de gordura protegida nas rações (Tabela 3).

A ingestão média de matéria seca obtida de 2.042,43 g de MS/dia para as cabras (64,8 ± 8,78 kg de peso corporal e produção média de 2.074,13 g de leite/dia), está acima da observada por Silva et al. (2007a) para cabras Saanen (56,6 ± 5,7 kg de peso corporal e 1.850 g de leite/dia) alimentadas com rações contendo gordura protegida, com média de 1.800 g de ingestão de MS/dia. Esta diferença provavelmente está relacionada à maior demanda por nutrientes para cabras com potencial de produção leiteira superior, uma vez que a exigência é um dos inúmeros fatores que regulam a ingestão (Valadares Filho & Pina, 2011).

No entanto, quando expressas em relação ao peso corporal, ambas as ingestões estão de acordo com o recomendado pelo AFRC (1998), que sugere ingestão de matéria seca entre 27 e 53 g/kg de peso corporal para cabras em lactação, de acordo com a produção de leite.



Tabela 3. Peso corporal, ingestão de matéria seca, dos nutrientes e de energia bruta em cabras Saanen recebendo rações com gordura protegida

|                               | Rações<br>(g de gordura protegida/kg de MS) |          |          |          |          | Equação de Regressão; R <sup>2</sup> | CV<br>(%) |
|-------------------------------|---|----------|----------|----------|----------|--------------------------------------|-----------|
|                               | 0,00  | 6,25     | 12,50    | 18,75    | 25,00    |                                      |           |
| Peso corporal <sup>1</sup>    | 64,69                                       | 64,61    | 64,91    | 65,12    | 64,65    | Y = 64,80; ns <sup>1</sup>           | 1,92      |
| Ingestão (g/dia)              |   |          |          |          |          |                                      |           |
| Matéria seca <sup>2</sup>     | 31,12                                       | 31,57    | 33,31    | 31,22    | 31,26    | Y = 3,17; ns                         | 6,92      |
| Matéria seca                  | 2.002,58                                    | 2.024,34 | 2.152,20 | 2.026,32 | 2.006,69 | Y = 2.042,43; ns                     | 6,07      |
| Matéria orgânica              | 1.883,80                                    | 1.902,29 | 2.020,16 | 1.899,57 | 1.880,04 | Y = 1.917,17; ns                     | 6,05      |
| Proteína bruta                | 345,42                                      | 341,39   | 351,56   | 336,38   | 326,43   | Y = 348,83-6,88X; 0,51               | 4,09      |
| Extrato etéreo                | 42,52                                       | 53,90    | 67,26    | 76,60    | 86,82    | Y = 43,16+17,81X; 1,00               | 6,75      |
| Carboidratos não fibrosos     | 635,45                                      | 629,27   | 645,37   | 609,83   | 594,08   | Y = 643,24-16,35X; 0,61              | 4,86      |
| Fibra em detergente neutro    | 860,41                                      | 877,74   | 955,97   | 876,75   | 872,71   | Y = 888,72; ns                       | 8,20      |
| Carboidratos totais           | 1.495,86                                    | 1.507,00 | 1.601,34 | 1.486,59 | 1.466,79 | Y = 1.511,52; ns                     | 6,60      |
| Nutrientes digestíveis totais | 1.272,29                                    | 1.264,00 | 1.319,93 | 1.311,64 | 1.305,41 | Y = 1.294,65; ns                     | 5,64      |
| Energia bruta <sup>3</sup>    | 8,93  | 9,01     | 9,60     | 9,03     | 9,02     | Y = 9,12; ns                         | 6,12      |

<sup>1</sup>kg; <sup>2</sup>g/kg de peso corporal; <sup>3</sup>Mcal/dia; ns = P>0,05; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; CV = coeficiente de variação

Caprinos são classificados como animais selecionadores intermediários, sensíveis quanto à palatabilidade e odor dos ingredientes que compõem a ração. Embora a gordura protegida apresente odor característico de sabão (sabão de cálcio de ácidos graxos), sua inclusão nas rações não restringiu a ingestão de matéria seca, conferindo boa aceitabilidade do produto sem influenciar no *flavour* para cabras.

De acordo com a literatura, os trabalhos com o uso de gordura protegida nas rações de cabras em lactação apresentam inclusões que variam de 30 a 120 g/kg de MS (Teh et al., 1994; Sanz Sampelayo et al., 2002; Silva et al., 2007a; Hosam, 2011). A gordura protegida, quando incluída em proporções de 30 a 90 g/kg de MS, parece não limitar a ingestão (Teh et al., 1994; Silva et al., 2007a), contudo, Sanz Sampelayo et al. (2002) observaram recusa do concentrado ao fornecer rações com 0; 90 e 120 g de gordura protegida por kg de matéria seca para cabras lactantes e atribuíram o resultado a redução na palatabilidade das rações com gordura.

Portanto, ao fornecer rações com gordura protegida em baixas porcentagens (6,25; 12,50; 18,75 e 25,00 g/kg de MS) os riscos de problemas com a palatabilidade das rações para cabras são reduzidos. Além disso, garantir uma boa mistura dos ingredientes é essencial para reduzir a capacidade de seleção e evitar que a ingestão seja prejudicada, uma vez que a ingestão de matéria seca determina a ingestão de nutrientes e, portanto, é considerada fator limitante para a produção em ruminantes (Fonseca et al., 2006).

A ingestão de extrato etéreo caracterizou a resposta aos teores de lipídios acrescentados (correspondentes a 0; 5; 10; 15 e 20 g de gordura suplementar por kg de matéria seca, respectivamente) com efeito linear positivo ( $P < 0,05$ ). Entretanto, houve redução de 6,88 g na ingestão de proteína bruta para cada unidade de inclusão de gordura protegida na ração, sendo assim, uma vez que não houve diferença para a ingestão de matéria seca, este resultado foi o reflexo da redução do teor de proteína nas rações devido a inclusão de gordura protegida (Tabela 2).

Para incluir a gordura protegida nas rações houve substituição de amido proveniente principalmente do milho por gordura suplementar, conseqüentemente, houve redução linear ( $P < 0,05$ ) na ingestão de carboidratos não fibrosos. De forma semelhante, Silva et al. (2007a) também relataram redução na ingestão de carboidratos não fibrosos ao avaliar as fontes lipídicas óleo de soja, sais de cálcio de ácidos graxos e grão de soja nas rações de cabras lactantes, em comparação a ração controle.

Não foi observada influência da inclusão de gordura protegida ( $P>0,05$ ) sobre a ingestão de energia bruta, uma vez que as rações foram ajustadas para apresentar mínima variação de energia. O efeito entre o aumento na ingestão de extrato etéreo e a redução na ingestão de carboidratos não fibrosos contribuiu para equiparar a ingestão de nutrientes digestíveis totais ( $P>0,05$ ), o que concorda com Silva et al. (2007b) que, embora tenham observado aumento no consumo de extrato etéreo com a inclusão de gordura protegida (50 g/kg de MS) na ração de cabras, não detectaram aumento na ingestão de nutrientes digestíveis totais.

A inclusão de gordura protegida nas rações promoveu efeito quadrático ( $P<0,05$ ) sobre a digestibilidade da matéria seca, com melhoria a partir do ponto de mínimo de 13,2 g/kg de MS (Tabela 4). A digestibilidade da matéria seca variou de 0,61 a 0,65 kg/kg, contudo, Silva et al. (2007a) obtiveram digestibilidade da matéria seca de 0,74 kg/kg ao fornecer 408,0 g/kg de MS de feno de Tifton 85 para cabras, o que foi resultado da menor proporção de volumoso da ração.

Houve efeito quadrático ( $P<0,05$ ) da inclusão de gordura protegida nas rações sobre as digestibilidades da matéria orgânica, fibra em detergente neutro e carboidratos totais (Tabela 4).

A digestibilidade da matéria orgânica foi favorecida a partir do ponto de mínimo de 13,3 g de gordura protegida por kg de matéria seca, sugerindo alterações no ambiente ruminal proveniente da redução na ingestão de carboidratos não fibrosos (16,35 g para cada unidade de inclusão de gordura protegida na ração). Dentre os carboidratos não fibrosos, o amido é o principal componente relacionado a redução do pH ruminal e atua como inibidor da fixação dos microrganismos na porção fibrosa do alimento. Portanto, o baixo pH é um fator que pode reduzir a taxa de divisão celular e o crescimento das bactérias celulolíticas, o que compromete a digestão da fibra (Nussio et al., 2011).

Porém, de acordo com Rapetti & Brava (2008), as cabras são eficientes em utilizar os componentes da fibra da ração, possuem eficientes atividades mastigatória e ruminal e são resistentes à acidose, o que contribui para manter condições de pH ruminal mais adequadas à atuação de microrganismos que degradam a porção fibrosa da ração. Neste sentido, a melhoria na digestibilidade da fibra observada (Tabela 4) está associada a valores de pH ruminal mais favoráveis à atuação dos microrganismos celulolíticos, o que ocorreu a partir do ponto de mínimo de 16,9 g de gordura protegida por kg de matéria seca.

Tabela 4. Digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes e valor energético em cabras Saanen, recebendo rações com gordura protegida

| Item (kg/kg)                  | Rações<br>(g de gordura protegida/kg de MS) |      |       |       |       | Equação de Regressão; R <sup>2</sup>      | CV<br>(%) |
|-------------------------------|---|------|-------|-------|-------|---|-----------|
|                               | 0,00  | 6,25 | 12,50 | 18,75 | 25,00 |   |           |
| Matéria seca                  | 0,65  | 0,62 | 0,61  | 0,64  | 0,63  | Y = 64,65-4,17X+1,58X <sup>2</sup> ; 0,65 | 2,93      |
| Matéria orgânica              | 0,66  | 0,63 | 0,62  | 0,65  | 0,65  | Y = 65,66-3,99X+1,50X <sup>2</sup> ; 0,64 | 2,88      |
| Proteína bruta                | 0,76  | 0,74 | 0,72  | 0,76  | 0,74  | Y = 74,35; ns <sup>1</sup>                | 2,50      |
| Extrato etéreo                | 0,72  | 0,77 | 0,79  | 0,85  | 0,86  | Y = 72,78+5,81X; 0,96                     | 3,75      |
| Carboidratos não fibrosos     | 0,80  | 0,78 | 0,75  | 0,80  | 0,80  | Y = 78,70; ns                             | 5,21      |
| Fibra em detergente neutro    | 0,52  | 0,49 | 0,49  | 0,49  | 0,49  | Y = 51,29-3,01X+0,89X <sup>2</sup> ; 0,75 | 1,53      |
| Carboidratos totais           | 0,63  | 0,61 | 0,59  | 0,61  | 0,61  | Y = 63,23-4,64X+1,59X <sup>2</sup> ; 0,77 | 3,08      |
| Nutrientes digestíveis totais | 0,64  | 0,62 | 0,61  | 0,65  | 0,65  | Y = 63,68-2,94X+1,50X <sup>2</sup> ; 0,72 | 2,96      |
| Energia digestível            | 0,65  | 0,63 | 0,62  | 0,64  | 0,65  | Y = 64,39-3,40X+1,47X <sup>2</sup> ; 0,72 | 3,27      |

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

Embora tenha ocorrido redução na ingestão de carboidratos não fibrosos (Tabela 3), não foi observado efeito para a digestibilidade ( $P>0,05$ ). Silva et al. (2007a) suplementaram cabras em lactação com gordura protegida (50 g/kg de MS) e não observaram efeito para a digestibilidade dos carboidratos não fibrosos em comparação à ração controle.

A inclusão de gordura protegida nas rações também não influenciou ( $P>0,05$ ) a digestibilidade da proteína bruta, o que concorda com Sanz Sampelayo et al. (2002) ao suplementar cabras com gordura protegida a 90 e 120 g/kg de MS. De acordo com Enjalbert et al. (1994), independentemente da forma de suplementação lipídica, a gordura parece não influenciar a digestibilidade aparente da proteína bruta. Além disso, é possível que os efeitos associativos entre a alta taxa de passagem no rúmen observada em cabras (Pulina et al., 2008) e a redução na ingestão de proteína tenha contribuído para anular possíveis efeitos para a digestibilidade.

O efeito quadrático observado para a digestibilidade dos carboidratos totais ( $P<0,05$ ) com a inclusão de gordura protegida nas rações foi reflexo do resultado obtido para a fibra em detergente neutro, uma vez que a digestibilidade dos carboidratos não fibrosos não foi influenciada ( $P>0,05$ ).

Para a digestibilidade do extrato etéreo houve resposta linear positiva ( $P<0,05$ ) em função da adição de gordura protegida nas rações (Tabela 4). Este efeito, provavelmente, está relacionado a maior concentração de ácidos graxos insaturados disponíveis no intestino, os quais apresentam maior solubilidade nas micelas, e, portanto, são mais digestíveis em comparação aos ácidos graxos com maior grau de saturação (Palmquist & Mattos, 2011).

Ao estudar os efeitos da inclusão de óleo de soja, grão de soja e sais de cálcio de ácidos graxos nas rações de cabras, Silva et al. (2007b) também verificaram aumento na digestibilidade do extrato etéreo com a suplementação de 50 g de gordura protegida por kg de matéria seca, em comparação a ração controle, o que foi atribuído ao aumento na formação de monoglicerídeos no intestino, que atuam como agente emulsificante facilitador da formação de micelas.

A adição de gordura protegida nas rações promoveu efeito quadrático ( $P<0,05$ ) sobre a disponibilidade dos nutrientes (NDT) e digestibilidade da energia (Tabela 4). Semelhantemente, em trabalho com vacas lactantes Nörnberg et al. (2004) observaram melhor valor para os nutrientes digestíveis totais para ração com gordura protegida, em comparação à ração controle. Os autores atribuíram este resultado ao maior fluxo de

ácidos graxos insaturados para o intestino, em comparação às demais fontes pesquisadas (farelo de arroz integral+óleo de arroz ou farelo de arroz integral+sebo).

Portanto, além de mais digestíveis, os lipídios contribuem com aproximadamente 2,25 vezes mais energia em comparação aos carboidratos (Silva et al., 2007a), o que justifica a melhoria da disponibilidade dos demais nutrientes e o aumento da disponibilidade de energia para as cabras, observados a partir dos pontos de mínimo de 9,8 e 11,6 g de gordura protegida por kg de matéria seca, respectivamente.

A inclusão de gordura protegida nas rações não influenciou ( $P>0,05$ ) as concentrações de uréia, glicose e triglicerídeos, porém, houve aumento linear na concentração de colesterol (Tabela 5).

As concentrações de uréia no sangue estão relacionadas ao metabolismo protéico do animal, enquanto as concentrações de glicose, triglicerídeos e colesterol estão fortemente correlacionadas ao metabolismo energético. Tais constituintes sanguíneos estão presentes em concentrações pré-estabelecidas de acordo com a espécie animal e estágio fisiológico, porém, estas podem também ser alteradas, de acordo com as características da ração fornecida para a categoria animal.

Tabela 5. Parâmetros sanguíneos de cabras Saanen, recebendo rações com gordura protegida

| Itens (mg/dL)  | Rações                            |       |       |       |        | Equação de Regressão; R <sup>2</sup> | CV (%) |
|----------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------------------------------------|--------|
|                | (g de gordura protegida/kg de MS) |       |       |       |        |                                      |        |
|                | 0,00                              | 6,25  | 12,50 | 18,75 | 25,00  |                                      |        |
| Ureia          | 64,61                             | 63,08 | 60,36 | 61,68 | 60,10  | Y = 61,97; ns <sup>1</sup>           | 8,45   |
| Glicose        | 53,70                             | 48,73 | 50,98 | 50,27 | 51,22  | Y = 50,98; ns                        | 10,45  |
| Triglicerídeos | 18,60                             | 23,19 | 19,83 | 19,31 | 19,81  | Y = 20,15; ns                        | 21,31  |
| Colesterol     | 84,25                             | 89,06 | 91,54 | 99,88 | 105,20 | Y = 83,44+8,43X; 0,97                | 8,72   |

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

Khaled et al., (1999) relataram que as concentrações de uréia no sangue e no leite são altamente correlacionadas. De acordo com Sahlou et al. (1993), existe uma relação positiva entre concentração sanguínea de uréia e o nível de proteína bruta da ração, sendo que valores que estejam acima ou abaixo das faixas recomendadas indicam desequilíbrio protéico das rações.

Os valores observados para a concentração de uréia no sangue estão dentro da faixa sugerida por Mundim et al. (2007), que ao estudarem perfis bioquímicos sanguíneos durante a lactação de cabras Saanen, estabeleceram uma variação da concentração de ureia de 28,00 a 104,00 mg/dL. Portanto, o resultado obtido para a

concentração de uréia indica que as rações forneceram o aporte de nitrogênio adequado para atender o metabolismo das cabras avaliadas. Contudo, deve-se destacar que os valores referência para as concentrações séricas de uréia em caprinos são superiores em comparação a valores obtidos em outras espécies de ruminantes, devido à maior capacidade da reciclagem de uréia nesta espécie (Pulina et al., 2008).

O resultado observado para a glicose está de acordo com Silva et al. (2010), que avaliaram a inclusão das fontes lipídicas semente de faveleira, torta de faveleira e caroço de algodão nas rações de cabras lactantes sobre os parâmetros sanguíneos e não observaram interferência sobre a taxa de glicose, com as médias de 62,91 mg/dL; 59,50 mg/dL e 63,58 mg/dL, respectivamente. Araújo & Silva (2008) sugerem intervalo de 45,2 a 51,5 mg/dL para a concentração de glicose sanguínea em cabras, enquanto Mundim et al. (2007) estabeleceram valores entre 37,00 a 69,00 mg/dL.

Os teores de glicose em ruminantes apresentam poucas variações devido ao eficiente mecanismo homeostático do organismo, que envolve a ação dos hormônios insulina e glucagon, e os glicocorticoides (González & Scheffer, 2003). A glicose é provisoriamente armazenada na forma de glicogênio e liberada na circulação conforme reduz o índice glicêmico, mantendo assim, os níveis constantes. Portanto, a média obtida para as concentrações de glicose (50,98 mg/dL) indica que houve manutenção adequada da glicemia, com valores que estão de acordo com dados obtidos na literatura.

Embora não tenha ocorrido efeito para a concentração de triglicerídeos no sangue ( $P>0,05$ ), o aumento observado para o colesterol provavelmente foi resultado do estímulo da produção de lipoproteínas no intestino, em resposta à maior disponibilidade de ácidos graxos promovida com a inclusão de gordura protegida nas rações.

O aumento nas concentrações de colesterol e triglicerídeos no sangue em resposta à suplementação lipídica é evidenciado na literatura (Zambom et al., 2005; Silva et al., 2010). Em experimento com cabras não gestantes e não lactantes, Beynen et al. (2000) observaram que a substituição de amido do milho por lipídio do óleo de palma+óleo de oliva na ração aumenta o fluxo de ácidos graxos para a circulação, e reflete em aumento dos teores de colesterol e triglicerídeos em 47% e 91%, respectivamente.

De acordo com Sanz Sampelayo et al. (2006), a maior disponibilidade de ácidos graxos poli-insaturados reduz a lipólise corporal e a concentração de ácidos graxos livres no plasma, o que reflete em menores concentrações de triglicerídeos no sangue.

Os parâmetros sanguíneos triglicéridos e colesterol estão dentro dos intervalos estabelecidos por Mundim et al. (2007) de 6,00 a 32,00 mg/dL e 70 a 175 mg/dL, respectivamente. Portanto, as rações experimentais permitiram equilíbrio energético e proteico para as cabras.

### **Conclusões**

Conclui-se que a gordura protegida não interfere a ingestão de matéria seca em cabras quando suplementada em até 25,00 g/kg de MS, apresentando melhor resposta para os nutrientes digestíveis totais com o maior nível inclusão.

A inclusão de lipídios na forma de sais de cálcio de ácidos graxos na ração de cabras evidenciou o equilíbrio nutricional das rações com os valores dos parâmetros sanguíneos dentro de faixas consideradas adequadas.



## Referências

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Technical committee on response to nutrients. The nutrition of goats**, Wallingford, UK.: CAB International. 1998. 118p.
- ARAÚJO, D.F.; SILVA, I.P. Valores de amilase, glicose, colesterol e triglicérides em soro de cabras de Mossoró, RN. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.3, p.97-100, 2008.
- BEYNEN, A.C.; SCHONEWILLE, J.TH.; TERPSTRA, A.H.M. Influence of amount and type of dietary fat on plasma cholesterol concentrations in goats. **Small Ruminant Research**, v.35, p141-147, 2000.
- 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, n.5, p.1476-1483, 1986.
- ENJALBERT, F.; MONCOULON, R.; VERNAY, M. et al. Effects of different forms of polyunsaturated fatty acids on rumen fermentation and total nutrient digestibility of sheep fed prairie hay based diets. **Small Ruminant Research**, v.14, p.127-135, 1994.
- FONSECA, C.E.M.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Produção de leite em cabras alimentadas com diferentes níveis de proteína na dieta: consumo e digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1162-1168, 2006 (Supl.)
- GONZÁLEZ F.H.D.; SHEFFER J.F.S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: I SIMPÓSIO DE PATOLOGIA CLÍNICA VETERINÁRIA DA REGIÃO SUL DO BRASIL, 2003, Porto Alegre. **Anais...** Rio Grande do Sul: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003, p.73-89.
- 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, p.67-74, 2011.
- KHALED, N.F.; ILLEK, J.; GAJDUSEK, S. Interactions between nutrition, blood metabolic profile and milk composition in dairy goats. **Acta Veterinaria Brunensis**, v.68, p.253-258, 1999.
- 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.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**, Washington, D.C.: National Academy Press. 2007. 362p.
- NÖRNBERG, J.L.; STUMPF JÚNIOR, W.; LÓPEZ, J. et al. Valor do farelo de arroz integral como fonte de gordura na dieta de vacas Jersey na fase inicial de lactação: digestibilidade aparente de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2412-2421, 2004 (Supl.3).
- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P. LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. et al. (Eds.). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.193-238.
- PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídios. In: BERCHIELI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. et al. (Eds.). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.299-322.

- PULINA, G.; NUDDA, A.; BATTACONE, G. et al. Nutrition and quality of goat's milk. In: CANNAS A.; PULINA G. (Eds.). **Dairy goats feeding and nutrition**. Oxfordshire: CAB International, 2008, p.1-30.
- 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.
- RESENDE, K.T.; SILVA, H.G.O.; LIMA, L.D. et al. Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.161-177, 2008 (Supl.).
- SAHLU, T., HART, S.P.; FERNANDEZ, J.M. Nitrogen metabolism and blood metabolites in three goat breeds fed increasing amounts of protein. **Small Ruminant Research**, v.10, p.281-292, 1993.
- 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, 2002.
- SANZ SAMPELAYO, M.R.; FERNANDEZ, J.; RAMOS, E. et al. Effect of providing a polyunsaturated fatty acid-rich protected fat to lactating goats on growth and body composition of suckling goat kids. **Journal of Animal Science**, v.82, p.337-344, 2006.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 5.ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2002. 235p.
- SILVA, G.L.S.; SILVA, A.M.A.; NÓBREGA, G.H. et al. Efeito da inclusão de fontes lipídicas na dieta de cabras em lactação sobre os parâmetros sanguíneos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.1, p.233-239, 2010.
- 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.
- 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, n.10, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, G.B.; NOGUEIRA, A.R.A.; SUMI, L.M. et al. **Métodos alternativos para determinação de fibra em detergente neutro e detergente ácido**. (S.L.): Embrapa Pecuária Sudeste, 1999. 20p.
- 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, p.253-258, 1994.
- 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.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. 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.

- 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.; 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, 2005 (Supl.).

#### **IV - Avaliação da inclusão de gordura protegida nas rações sobre a produção e composição do leite de cabras Saanen<sup>1</sup>**

**RESUMO** – Este trabalho foi realizado para avaliar a inclusão de gordura protegida nas rações de cabras Saanen em lactação sobre a produção e composição do leite e avaliação econômica das rações. Cinco cabras Saanen ( $63,23 \pm 9,08$  kg de peso corporal e  $\pm 105$  dias de lactação) foram distribuídas em delineamento quadrado latino (5x5) com cinco rações: controle (sem adição de gordura protegida) e as demais, com 6,25; 12,50; 18,75 e 25,00 g de gordura protegida por kg de matéria seca, respectivamente. A ingestão foi determinada por diferença diária entre o fornecido e as sobras. Foram registradas as produções de leite diárias e coletadas amostras de leite para determinação dos teores de sólidos totais, proteína, gordura, lactose e análise da concentração de ácidos graxos. Foram determinadas as concentrações de uréia no leite e no sangue utilizando kit comercial enzimático-colorimétrico. A análise econômica simplificada foi realizada a fim de se determinar o melhor custo x benefício. A suplementação com gordura protegida em uréia até 25 g/kg de MS não influenciou a ingestão, produção de leite e produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, eficiência alimentar e valor energético do leite. A composição e a produção de componentes do leite não foram influenciadas, no entanto, houve redução linear de 0,87 g de proteína por kg de leite para cada unidade de inclusão de gordura protegida na ração. A suplementação com gordura protegida favoreceu a concentração de ácido linolênico (18:3n-3) com ponto de máximo a 24 g de gordura protegida por kg de matéria seca. A gordura protegida pode ser incluída nas rações de cabras Saanen em lactação em até 25 g/kg de MS, no entanto, a melhor resposta econômica foi observada com a inclusão de 6,25 g/kg de MS.

**Palavras-chave:** caprinos, Lactoplus<sup>®</sup>, lipídios, ômega-3

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

## Introdução

O leite de cabra é consumido no Brasil principalmente como alimento funcional, por apresentar ácidos graxos essenciais à saúde humana. Em relação a sua composição, é caracterizado por conter glóbulos de gordura menores em comparação ao leite de vaca (Attaie & Richter, 2000) o que lhe confere melhor digestibilidade. O leite de cabra é ainda utilizado como alimento alternativo para pessoas que apresentam alergia ao leite de vaca, por apresentar teores de  $\alpha$ S1-caseína inferiores (Tomotake et al., 2006; Greppi et al., 2008).

A procura por leite de cabra como alimento funcional demanda a especialização desta cadeia produtiva, com a necessidade de se aprimorar os manejos: reprodutivo, sanitário, de ordenha e, sobretudo alimentar.

Em geral, suplementos lipídicos são adicionados às rações de fêmeas em lactação para incrementar a densidade energética, no entanto, contribuem com outras finalidades como melhoria na capacidade de absorção de vitaminas lipossolúveis, fornecimento de ácidos graxos importantes para as membranas dos tecidos, atuação como precursores da regulação do metabolismo, aumento na eficiência em deposição de gordura e na síntese de leite (Palmquist & Mattos, 2011).

A gordura protegida é um dos suplementos disponíveis no mercado, e trata-se de um complexo de íons de cálcio com ácidos graxos de cadeia longa, cuja matéria prima pode ser o óleo de soja ou óleo de palma, de acordo com o produto comercial. A gordura protegida é também chamada de inerte por passar intacta à ação dos microrganismos do rúmen, sem interferir nos processos de fermentação (Sirohi et al., 2010). Uma vez que os íons de cálcio são dissociados nas condições ácidas do abomaso, os lipídios tornam-se disponíveis para digestão e absorção diretamente no intestino (Silva et al., 2007).

A ingestão de matéria seca pode ser reduzida quando grandes porcentagens de gordura protegida são fornecidas para cabras (Sanz Sampelayo et al., 2002a), no entanto, a eficiente digestão dos lipídios e sua disponibilidade direta para uso pela glândula mamária aumentam a produção de leite (Teh et al., 1994). A suplementação com gordura protegida permite também aumento na concentração de ácidos graxos poli-insaturados (Sanz Sampelayo et al., 2002b), sendo uma estratégia para melhorar a composição do leite.

Este trabalho foi realizado para avaliar os efeitos da inclusão de gordura protegida nas rações sobre a ingestão de matéria seca, eficiência alimentar, produção e

composição do leite e concentração de ácidos graxos do leite de cabras Saanen e ainda, determinar a melhor resposta a suplementação por meio da avaliação econômica simplificada do desempenho produtivo.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no Setor de Caprinocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi e no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal, pertencentes a Universidade Estadual de Maringá.

Foram utilizadas cinco cabras Saanen múltiparas ( $63,23 \pm 9,08$  kg de peso corporal e  $\pm 105$  dias de lactação), selecionadas de acordo com a produção de leite em relação ao peso corporal, distribuídas em delineamento quadrado latino 5x5 com cinco rações: controle (sem inclusão de gordura protegida) e as demais com 6,25; 12,50; 18,75 e 25,00 g de gordura protegida por kg de matéria seca (g/kg de MS).

Os ingredientes utilizados no preparo das rações foram milho moído, farelo de soja, gordura protegida (sais de cálcio de ácidos graxos de cadeia longa - Lactoplus<sup>®</sup>, contendo 194% de nutrientes digestíveis totais, 82% de extrato etéreo, 10% de cálcio, 26% de ácido oleico e 42% de ácido linoléico) e suplemento mineral-vitamínico<sup>®</sup>. O feno de aveia foi utilizado na proporção de 570 g/kg de MS (Tabelas 1 e 2). As rações foram ajustadas para corresponder a 700 g de nutrientes digestíveis totais e 155 g de proteína bruta, por kg de matéria seca, respectivamente, de acordo com o NRC (2007) (Tabela 2).

As amostras de alimentos foram processadas em moinho do tipo Willey, utilizando peneira com crivos de 1 mm de diâmetro.

Foram realizadas análises de matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) segundo procedimentos da AOAC, descritos em Silva & Queiroz (2002) e fibra em detergente neutro, de acordo com Van Soest (1991) adaptado por Souza et al. (1999). A matéria orgânica foi estimada por diferença entre a matéria seca e o teor de cinzas.

Os carboidratos totais (CT) foram estimados de acordo com a equação descrita por Sniffen et al. (1992):  $CT \text{ (g/kg de MS)} = 1000 - (PB + EE + \text{cinzas})$ . Os valores para carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados de acordo com a equação proposta por Van Soest et al. (1991):  $CNF \text{ (g/kg de MS)} = 1000 - (FDN + PB + EE + \text{cinzas})$ .

Os valores para energia bruta foram determinados por meio da bomba calorimétrica adiabática (PARR Instruments Co. AC720, EUA).

Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas rações

| Item (g/kg de MS)          | Ingredientes  |             |                |
|----------------------------|---------------|-------------|----------------|
|                            | Feno de aveia | Milho moído | Farelo de soja |
| Matéria seca <sup>1</sup>  | 920,52        | 885,54      | 896,39         |
| Matéria orgânica           | 939,39        | 987,42      | 933,89         |
| Cinzas                     | 60,61         | 12,58       | 66,11          |
| Proteína bruta             | 78,50         | 86,82       | 515,88         |
| Extrato etéreo             | 15,68         | 35,50       | 17,00          |
| Fibra em detergente neutro | 697,83        | 136,11      | 164,22         |

<sup>1</sup>g/kg de matéria natural

Tabela 2. Proporção de ingredientes e composição química das rações experimentais

| Item (g/kg de MS)                | Rações                            |        |        |        |        |
|----------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|
|                                  | (g de gordura protegida/kg de MS) |        |        |        |        |
|                                  | 0,00                              | 6,25   | 12,50  | 18,75  | 25,00  |
| Feno de aveia                    | 570,00                            | 570,00 | 570,00 | 570,00 | 570,00 |
| Milho moído                      | 232,40                            | 229,02 | 225,64 | 222,27 | 218,89 |
| Lactoplus <sup>®1</sup>          | -                                 | 6,25   | 12,50  | 18,75  | 25,00  |
| Farelo de soja                   | 187,85                            | 185,12 | 182,39 | 179,66 | 176,93 |
| Suplemento mineral <sup>®2</sup> | 9,75                              | 9,61   | 9,47   | 9,32   | 9,18   |
| Matéria seca <sup>3</sup>        | 908,63                            | 909,14 | 909,64 | 910,14 | 910,64 |
| Matéria orgânica                 | 940,36                            | 939,45 | 938,55 | 937,65 | 936,74 |
| Cinzas                           | 59,64                             | 60,55  | 61,45  | 62,35  | 63,26  |
| Proteína bruta                   | 161,83                            | 160,13 | 158,43 | 156,73 | 155,02 |
| Extrato etéreo <sup>4</sup>      | 20,38                             | 20,22  | 20,05  | 19,88  | 19,72  |
| Gordura suplementar <sup>5</sup> | -                                 | 5,13   | 10,25  | 15,38  | 20,50  |
| Fibra em detergente neutro       | 460,24                            | 459,33 | 458,43 | 457,52 | 456,61 |
| Carboidratos não fibrosos        | 297,90                            | 294,65 | 291,40 | 288,14 | 284,89 |
| Carboidratos totais              | 758,14                            | 753,98 | 749,82 | 745,66 | 741,50 |
| Energia bruta <sup>6</sup>       | 4,46                              | 4,45   | 4,46   | 4,46   | 4,50   |

<sup>1</sup>Gordura protegida. <sup>2</sup>Produto comercial. Composição (por kg do produto): cálcio 240 g; fósforo 71 g; flúor-710 mg (Max); magnésio 20 g; potássio 28,20 g; enxofre 20 g; ferro 2.500 mg; cobre 400 mg; manganês 1.350 mg; zinco 1.700 mg; cobalto 30 mg; iodo 40 mg; iodo 40 mg; selênio 15 mg; cromo 10 mg; vit. A 135.000 UI; vit. D3 68.000UI; vit. E 450UI; <sup>3</sup>g/kg de matéria natural; <sup>4</sup>Obtido a partir da análise do feno de aveia, milho moído e farelo de soja; <sup>5</sup>Estimado a partir de informações do manual da empresa fabricante do Lactoplus<sup>®</sup> (Dalquim Indústria Química Ltda); <sup>6</sup>Mcal/kg de MS

Cada período experimental foi composto por 21 dias, sendo 15 dias de adaptação dos animais as rações e seis dias de coleta de dados, totalizando 105 dias de experimento. As cabras permaneceram alojadas em baias individuais contendo comedouro, bebedouro, tendo acesso ao solário no período da manhã, após a ordenha.

As cabras foram pesadas no início de cada período experimental, após a ordenha da manhã, antes do fornecimento da ração.

O fornecimento das rações foi realizado duas vezes ao dia (9h e 16h), fazendo controle das sobras. Durante cada semana de avaliação foram coletadas diariamente amostras de sobras.

As amostras de sobras foram armazenadas em freezer e ao término das coletas foram descongeladas, secas em estufa com ventilação forçada por 72 horas a 55°C, processadas em moinho do tipo Willey, utilizando peneira com crivos de 1 mm de diâmetro. A ingestão foi determinada por diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras. Foi realizada análise de matéria seca para determinar a ingestão.

Foram realizadas duas ordenhas diárias (7h30 e 15h30), com o registro da produção de leite individual. Em cada semana de avaliação, durante um dia, foram coletadas amostras de leite compostas, proporcionais a produção das duas ordenhas (manhã e tarde), para cada cabra.

A produção de leite foi corrigida para 35 g de gordura por kg de leite, conforme a equação de Gravert (1987):  $PLc (3,5\%) = 0,4337 \times PL + 16,218 \times PG$ , onde:  $PLc$  = produção de leite corrigida para gordura;  $PL$  = produção de leite (kg/dia);  $PG$  = produção de gordura (kg/dia).

O valor energético do leite foi determinado de acordo com Baldi et al. (1992):  $VE (Mcal/kg) = 203,8 + (8,36 \times \text{gordura}\%) + (6,29 \times \text{proteína bruta}\%)$ .

As amostras de leite acondicionadas em frasco plástico contendo conservante Bronopol<sup>®</sup> (2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol) foram enviadas para análise no Laboratório do Programa de Análises do Rebanho Leiteiro do Paraná, pertencente à Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa. Foram determinados os teores de proteína, gordura, lactose e sólidos totais pelo analisador infravermelho Bentley 2000<sup>®</sup>. Foi também realizada a contagem de células somáticas (CCS) utilizando contador eletrônico Somacount 500<sup>®</sup>. Ambos os equipamentos são calibrados para análise de leite de vaca.

As amostras acondicionadas em frascos de polietileno sem conservante foram coletadas para determinação da concentração de uréia e dos ácidos graxos do leite. As amostras foram centrifugadas (3.500 rpm por 15 min) para obtenção do soro e da gordura, os quais foram transferidos para tubos *eppendorfs* e armazenados em freezer para posteriores análises.

Em cada semana de avaliação, foram coletadas amostras de sangue das cabras após a ordenha da manhã (antes da alimentação) por punção da veia jugular, utilizando tubos de ensaio de 5 mL. As amostras foram centrifugadas (3.000 rpm por 15 min) para



obtenção do soro, o qual foi transferido para tubos *ependorfs* e armazenados em freezer para posterior análise.

Foram determinadas as concentrações de uréia no soro do leite e no sangue utilizando kit enzimático-colorimétrico (Gold Analisa Diagnostica Ltda<sup>®</sup>).

Para análise da concentração de ácidos graxos, a gordura do leite foi extraída por centrifugação segundo metodologia descrita por Murphy et al. (1995) e esterificada de acordo com o método 5509 da ISO (1978), em solução de KOH/metanol e n-heptano.

Posteriormente, os ésteres metílicos de ácidos graxos foram analisados por cromatografia gasosa (Cromatógrafo 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 eficiência alimentar foi calculada através da média de produção de leite corrigida para 35 g de gordura por kg de leite em relação à média de consumo de matéria seca, em g/g.

Os dados foram submetidos à análise de variância com uso de regressão polinomial ( $P < 0,05$ ) utilizando o programa SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – UFV, versão 7.1), segundo o modelo:

$$Y_{ijk} = b_0 + b_1R + b_2R^2 + e_{ijk}$$

Onde:

$Y_{ijk}$  = observação da variável estudada no animal  $k$  ( $k = 1, 2, 3, 4$  e  $5$ ), no período  $j$  ( $j = 1, 2, 3, 4$  e  $5$ ), recebendo a ração  $i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$  e  $5$ );

$b_0$  = constante geral;

$b_1$  = coeficiente de regressão linear em função da inclusão de gordura protegida;

$R$  = inclusão de gordura protegida na ração (0,0, 6,25, 12,50, 18,75 e 25,00 g de gordura protegida por kg de matéria seca);

$b_2$  = coeficiente de regressão quadrática em função da inclusão de gordura protegida;

$e_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação.

Foi realizada avaliação econômica simplificada, levando em consideração o preço por litro de leite pago ao produtor (R\$ 1,45/L, de acordo com a Caprilat – Nova Friburgo-RJ), e o custo com a alimentação de acordo com preços referência da região de Maringá-PR em Janeiro de 2013 (Tabela 3).

Foi considerado como capital investido o custo com a alimentação (preço da ração x valor médio de ingestão do alimento) e como capital gerado o lucro bruto (preço por litro de leite pago ao produtor x produção média de leite). Foram calculadas a margem bruta (MB) e a relação custo x benefício (C/B), segundo fórmulas descritas por Antunes & Ries (1998): MB = capital gerado - capital investido; C/B = capital gerado / capital investido.

Tabela 3. Preço unitário dos alimentos e das rações experimentais, cotados na região de Maringá-PR em Janeiro de 2013

| Alimentos                                  | R\$/kg do alimento | Rações (R\$/100 kg do alimento)<br>(g de gordura protegida/kg de MS) |              |              |              |              |
|--|--------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
|  |                    | 0,00   | 6,25         | 12,50        | 18,75        | 25,00        |
| Feno de aveia                              | 0,48               | 26,99  | 27,01        | 27,02        | 27,04        | 27,05        |
| Milho moído                                | 0,43               | 10,25  | 10,11        | 9,96         | 9,82         | 9,68         |
| Farelo de soja                             | 0,98               | 18,65  | 18,39        | 18,13        | 17,87        | 17,61        |
| Lactoplus <sup>®</sup>                     | 3,46               | -  | 2,00         | 4,05         | 6,06         | 8,06         |
| Suplemento mineral-vitamínico <sup>1</sup> | 1,91               | 1,70   | 1,66         | 1,64         | 1,62         | 1,60         |
| <b>Total</b>                               |                    | <b>57,59</b>   | <b>59,17</b> | <b>60,80</b> | <b>62,41</b> | <b>64,00</b> |

<sup>1</sup>Produto comercial

### Resultados e Discussão

A ingestão de matéria seca, a produção de leite e a produção de leite corrigida para 35 g de gordura por kg de leite não foram influenciadas ( $P > 0,05$ ) com a inclusão de gordura protegida nas rações, com médias de 2.042,43; 2.074,13 e 1.953,59 g/dia, respectivamente (Tabela 4).

Sabe-se que a ingestão de matéria seca determina o fornecimento de nutrientes necessários para atender às exigências de manutenção e produção (Carvalho et al., 2006), portanto, dentre os diversos fatores que determinam a produção de leite, a maximização da ingestão é um dos fatores decisivos que se deve levar em consideração.

O resultado observado para a ingestão de matéria seca indica que, embora a gordura protegida apresente odor característico de sabão (sabão de cálcio de ácidos graxos), sua inclusão nas rações não restringiu à ingestão de matéria seca, conferindo boa aceitabilidade do produto sem influenciar no *flavour* para cabras.

Embora a literatura apresente escassez de trabalhos com o uso de gordura protegida para cabras em lactação, sua inclusão nas rações em proporções variando de 30 a 90 g/kg de MS parece não influenciar a ingestão (Teh et al., 1994; Silva et al, 2007). Porém, quando a gordura protegida é incluída em maiores proporções à ingestão pode ser influenciada. Em estudo da inclusão de 0, 90 e 120 g de gordura protegida por kg de matéria seca em rações de cabras, Sanz Sampelayo et al. (2002a) relataram que houve recusa no consumo de concentrado devido a redução na palatabilidade das rações com gordura.

Não houve influência ( $P>0,05$ ) da inclusão de gordura protegida nas rações para a produção de leite. Sanz Sampelayo et al. (2002b), mesmo ao suplementar cabras em lactação com quantidades superiores de gordura protegida (0, 90 e 120 g/kg de MS), também não observaram alterações na produção de leite. Os autores justificaram este resultado devido às ingestões de energia metabolizável semelhantes entre as rações avaliadas, uma vez que a energia da ração é um fator importante que limita a produção de leite.

Tabela 4. Ingestão de matéria seca (IMS), produção de leite (PL) e produção corrigida para 35 g de gordura/kg (PLc), eficiência alimentar (EA) e valor energético do leite (VE) de cabras Saanen recebendo rações com gordura protegida

|                  | Rações<br>(g de gordura protegida/kg de MS) |          |          |          |          | Equação de<br>Regressão; R <sup>2</sup> | CV<br>(%) |
|------------------|---|----------|----------|----------|----------|---|-----------|
|                  | 0,00  | 6,25     | 12,50    | 18,75    | 25,00    |   |           |
| IMS <sup>1</sup> | 2.002,58                                    | 2.024,34 | 2.152,20 | 2.026,32 | 2.006,69 | Y = 2.042,43; ns <sup>4</sup>           | 6,08      |
| PL <sup>1</sup>  | 2.018,67                                    | 2.057,00 | 2.136,00 | 2.073,67 | 2.085,33 | Y = 2.074,13; ns                        | 6,28      |
| PLc <sup>1</sup> | 1.871,99                                    | 1.963,57 | 2.004,07 | 1.945,61 | 1.982,72 | Y = 1.953,59; ns                        | 8,37      |
| EA <sup>2</sup>  | 1,01  | 1,01     | 0,99     | 1,02     | 1,03     | Y = 1,01; ns                            | 5,32      |
| EAc <sup>3</sup> | 0,93  | 0,96     | 0,93     | 0,96     | 0,97     | Y = 0,95; ns                            | 6,92      |

<sup>1</sup>g/dia; <sup>2</sup>g de leite produzido/g de IMS; <sup>3</sup>g de leite produzido corrigido para 35 g de gordura/g de IMS; <sup>4</sup>ns =  $P>0,05$ ; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; CV = coeficiente de variação

Os resultados obtidos para a produção de leite e ingestão de matéria seca, consequentemente, não influenciaram a eficiência alimentar e a eficiência alimentar com a produção de leite corrigida, com médias de 1,01 e 0,95, respectivamente.

Em estudo com cabras da raça Saanen em lactação recebendo diferentes proporções volumoso:concentrado, Zambom et al. (2005) observaram valor de 1,05 para eficiência alimentar ao fornecer 60% de feno de aveia, valor próximo as médias obtidas.

Dependendo da qualidade do volumoso e da proporção incluída na dieta, a resposta obtida para a eficiência alimentar pode ser melhorada. Ao fornecer silagem de

milho como fonte de volumoso na proporção de 400 g/kg de MS, Gomes et al. (2012) relataram eficiência alimentar de 1,63 para cabras Saanen multíparas na fase final de lactação, enquanto que, Mendes et al. (2010) observaram eficiência alimentar média, com a produção de leite corrigida para gordura (35 g/kg) de 1,26 para cabras das raças Saanen e Pardo-Alpina. Estes valores não corroboram com os resultados obtidos em razão ao tipo de volumoso utilizado, pois o menor teor de parede celular da silagem de milho associado ao conteúdo de grãos promove melhoria nas condições de fermentação ruminal e contribui para os valores de eficiência alimentar superiores quando comparado aos valores obtidos com volumosos secos a exemplo do feno.

Neste contexto, embora a eficiência alimentar esteja relacionada ao potencial de produção e à capacidade ingestiva de cada animal (Gomes et al., 2012) a fonte de volumoso fornecida e à proporção volumoso:concentrado também são fatores a serem considerados.

As produções de gordura, proteína, lactose e sólidos totais do leite (g/dia) não foram influenciadas ( $P>0,05$ ) com a inclusão de gordura protegida nas rações, porém, em relação à concentração destes componentes, houve efeito linear negativo ( $P<0,05$ ) sobre o teor de proteína, diminuindo em 0,87 g/kg de leite para cada unidade de inclusão de gordura protegida na ração (Tabela 5).

Os efeitos da suplementação de gordura protegida ou parcialmente protegida (a exemplos, o grão de soja e caroço de algodão) sobre o desempenho leiteiro de cabras têm apresentado diferentes resultados, contudo, em cabras, o balanço energético é considerado o fator mais importante que determina a composição do leite (Sanz Sampelayo et al., 2002b), apresentando correlação significativa com o teor de gordura do leite ( $r=-0,58$ ) (Chilliard et al., 2003).

A produção média de gordura observada (30,90 g/kg) está muito próxima à produção média obtida por Sanz Sampelayo et al. (2002b) (30,87 g/kg) ao suplementar cabras com 0, 90 e 120 g de gordura protegida por kg de MS. Ao avaliar o desempenho de cabras Shami (Damascus) do início até a fase intermediária de lactação, variando os níveis de gordura protegida nas rações em 0, 30 e 50 g/kg de MS, Hosam (2011) relatou maior concentração de gordura no leite quando a inclusão foi de 30 g/kg de MS, devido a menor produção de leite, porém, houve ingestão de energia semelhante entre as rações suplementadas com gordura.

Tabela 5. Efeito da suplementação lipídica com gordura protegida para cabras Saanen sobre a produção e a composição do leite

| Item   | Rações<br>(g de gordura protegida/kg de MS) |        |        |        |        | Equação de Regressão; R <sup>2</sup> | CV<br>(%) |
|--|---|--------|--------|--------|--------|--------------------------------------|-----------|
|  | 0,00  | 6,25   | 12,50  | 18,75  | 25,00  |                                      |           |
|  | Produção (g/dia)                            |        |        |        |        |                                      |           |
| Gordura  | 61,44                                       | 66,07  | 66,45  | 64,51  | 66,49  | Y = 64,99; ns <sup>3</sup>           | 10,89     |
| Proteína   | 60,29                                       | 57,30  | 59,83  | 57,20  | 56,39  | Y = 58,20; ns                        | 8,06      |
| Lactose  | 81,30                                       | 83,59  | 87,30  | 84,40  | 85,32  | Y = 84,38; ns                        | 5,80      |
| Sólidos totais                                   | 219,04                                      | 222,86 | 230,56 | 222,41 | 224,79 | Y = 223,93; ns                       | 7,09      |
|  | Composição (g/kg)                           |        |        |        |        |                                      |           |
| Gordura  | 30,26                                       | 31,62  | 30,74  | 30,64  | 31,26  | Y = 30,90; ns                        | 6,79      |
| Proteína   | 29,92                                       | 28,12  | 28,24  | 27,82  | 27,30  | Y = 29,39-0,87X; 0,79                | 3,57      |
| Lactose  | 40,44                                       | 40,78  | 40,98  | 40,84  | 41,06  | Y = 40,82; ns                        | 1,71      |
| Sólidos totais                                   | 108,58                                      | 108,30 | 107,92 | 107,20 | 107,62 | Y = 107,92; ns                       | 1,75      |
| Valor energético <sup>1</sup>                    | 2,48  | 2,48   | 2,47   | 2,47   | 2,47   | Y = 2,47; ns                         | 0,70      |
| CCS <sup>2</sup> (log <sub>10</sub> cél/mLx1000) | 3,32  | 3,47   | 3,24   | 3,40   | 3,15   | Y = 3,32; ns                         | 6,47      |

<sup>1</sup>Mcal/kg, estimado de acordo com Baldi et al. (1992): 203,8 + (8,36 x gordura%) + (6,29 x proteína%); <sup>2</sup>CCS = contagem de células somáticas; <sup>3</sup>ns = P>0,05; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; CV = coeficiente de variação

Ao avaliarem fontes suplementares de lipídios para cabras Saanen, Silva et al. (2007) relataram que as inclusões de gordura protegida e óleo de soja a 50 e 45 g/kg de MS, respectivamente, promoveram efeitos semelhantes para as produções de leite, gordura e proteína, no entanto, quando o grão de soja, considerado fonte parcialmente protegida de gordura foi incluído na ração, houve redução na produção de leite e dos seus componentes, em comparação à ração controle. Oliveira Júnior et al. (2002) relataram redução linear na produção de leite, conforme o aumento de grão de soja integral nas rações (0, 70, 140 e 210 g/kg de MS), com aumento no teor de gordura.

Portanto, para cabras em lactação, as respostas à suplementação lipídica sobre o desempenho produtivo parecem ser influenciadas por fatores relacionados ao animal tal como o nível de produção e, sobretudo, fatores relacionados à ração como o tipo de suplementação lipídica e porcentagem de inclusão, além da interação entre esses fatores.

Uma das possíveis explicações para a redução linear na concentração de proteína no leite observada conforme a inclusão de gordura protegida nas rações (Tabela 5), pode estar relacionada à redução da matéria orgânica fermentável no rúmen, efeito causado pela substituição de amido fermentável, proveniente do milho, por gordura de alta digestibilidade intestinal, o que diminui a energia disponível para fermentação ruminal (Geron et al., 2011). Este processo reduz a síntese de proteína microbiana no rúmen, a qual constitui principal fonte de proteína metabolizável necessária para a síntese de proteína do leite (Santos & Pedroso, 2011).

De acordo com Wu & Huber (1994), existe uma associação entre a suplementação de gordura e a redução na concentração de proteína do leite em vacas, independentemente da fonte de gordura fornecida. Os autores afirmam que a principal causa está relacionada à deficiência no aporte de aminoácidos que chegam à glândula mamária para síntese de proteína do leite, o que justifica o efeito linear negativo observado para a concentração de proteína do leite (Tabela 5).

Além disso, obter uma proporção ótima entre energia:proteína é uma ferramenta para melhor ajustar a utilização dos nutrientes da ração e obter melhores resultados para produção microbiana e, conseqüentemente, melhorar o desempenho produtivo (Rodrigues et al., 2007).

O valor energético do leite não foi influenciado ( $P>0,05$ ) com a inclusão de gordura protegida nas rações e apresentou média de 2,47 Mcal/kg. De acordo com a equação descrita por Baldi et al. (1992), o valor energético do leite está relacionado aos teores de gordura e proteína. Em experimento com cabras Alpinas em início de lactação,

os autores verificaram maior valor energético no leite das cabras suplementadas com gordura protegida em comparação a ração sem gordura, provavelmente em consequência do aumento do teor de gordura no leite.

A média de 2,47 Mcal/kg observada para o valor energético do leite está abaixo dos valores relatados por Hosam (2011) que, ao suplementar cabras Shami (Damascus) em lactação com gordura protegida a 0, 30 e 50 g/kg de MS, observou valores de 2,76; 2,85 e 2,80 Mcal/kg de leite, respectivamente. Entretanto, o resultado obtido pode ser justificado pelo menor teor de gordura no leite das cabras Saanen (Tabela 5), o que resulta em menor valor energético.

O número de células somáticas não foi influenciado com a adição de gordura protegida nas rações e a média obtida ( $3,32 \log_{10}$  cél/mLx1000) está bem próxima aos valores relatados por Ribeiro et al. (2008), de  $3,26 \log_{10}$  cél/mLx1000 em cabras. No entanto, Gomes et al. (2012) observaram valores de 2,84 e  $3,07 \log_{10}$  cél/mLx1000 no período pós-pico e final da lactação, respectivamente, para cabras Saanen múltiparas.

A inclusão de gordura protegida nas rações das cabras não alterou as concentrações de uréia no sangue e no leite ( $P>0,05$ ), indicando *status* metabólico satisfatório, ou seja, adequada utilização do nitrogênio e energia fornecidos pelas rações (Tabela 6).

Ribeiro et al. (2008), ao fornecer diferentes fontes de volumosos nas dietas de cabras leiteiras, relataram concentrações de uréia sanguínea de 94,22 e 117,22 mg/dL, para o feno de alfafa e silagem de milho, respectivamente, porém, quando o feno de aveia foi a fonte de volumoso, a média correspondeu a 74,22 mg/dL de uréia no sangue, valor próximo ao observado (61,97 mg/dL).

Tabela 6. Concentração de uréia no sangue e no leite de cabras Saanen recebendo rações com gordura protegida

| Itens (mg/dL) | Rações                            |       |       |       |       | Equação de Regressão; R <sup>2</sup> | CV (%) |
|---------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------|--------|
|               | (g de gordura protegida/kg de MS) |       |       |       |       |                                      |        |
|               | 0,00                              | 6,25  | 12,50 | 18,75 | 25,00 |                                      |        |
| Sangue        | 64,61                             | 63,08 | 60,36 | 61,68 | 60,10 | Y = 61,97; ns <sup>1</sup>           | 8,45   |
| Leite         | 62,79                             | 58,54 | 57,29 | 58,97 | 58,88 | Y = 59,29; ns                        | 6,94   |

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

A concentração de uréia no leite pode ser considerada um bom indicador do metabolismo e da ingestão de proteína em animais leiteiros e pode ser utilizada para avaliação de rações (Fernandes et al., 2008), no entanto, a alta correlação linear positiva

( $r=0,9288$ ) observada entre os resultados de uréia no leite e no sangue (Mouro et al., 2002), permite a escolha de um destes métodos para avaliar o metabolismo protéico animal.

Segundo Maia et al. (2010), alterações nas concentrações de uréia no sangue estão relacionadas com o conteúdo de amônia ruminal, a qual é transformada pelos microrganismos ruminais em proteína microbiana, a maior fonte de proteína do leite. Se a energia disponível para estes processos no rúmen estiver escassa, poderá ocorrer acúmulo de amônia e aumento na concentração de uréia no sangue, o que não foi observado com a inclusão de gordura protegida nas rações (Tabela 6).

Embora possa ter ocorrido redução de disponibilidade de energia no rúmen para a produção microbiana, os resultados para as concentrações de uréia indicam que a redução na concentração de proteína do leite observada está relacionada mais provavelmente ao metabolismo de aminoácidos na glândula mamária.

Para animais em lactação, a inclusão de gordura suplementar na ração tem sido uma alternativa não somente para aumentar a densidade energética em períodos críticos de produção sem interferir na digestão da fibra e na fermentação ruminal, mas também para manipular o teor de gordura e a composição de ácidos graxos do leite.

A inclusão da gordura protegida não tenha influenciado ( $P>0,05$ ) o teor de gordura do leite, porém, a concentração de ácidos graxos foi modificada. Houve redução linear ( $P<0,05$ ) na concentração de ácido esteárico (18:0) e efeito quadrático ( $P<0,05$ ) na concentração de ácido linolênico (18:3n-3) (Tabela 7).

Em relação ao grau de saturação dos ácidos graxos identificados na gordura do leite, as concentrações em ordem decrescente apresentam-se como ácidos saturados (65 g/100 g) > monoinsaturados (25,22 g/100 g) > poli-insaturados (9,77 g/100 g). Estes resultados foram mais interessantes aos obtidos por Queiroga et al. (2007) para leite de cabra, cujas médias relatadas para ácidos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados foram: 75,91, 21,89 e 2,19 g/100 g de ácidos graxos, respectivamente, devido ao maior teor de ácidos graxos insaturados.

Dentre os ácidos graxos saturados, os que se destacam no leite de cabra são cáprico (10:0), mirístico (14:0), palmítico (16:0) e esteárico (18:0), sendo observados em maiores concentrações (Costa et al., 2008), o que correspondeu aos valores obtidos.

A redução na concentração do ácido esteárico (18:0) observada está relacionada à atividade da enzima  $\Delta 9$  - dessaturase na glândula mamária, que ao catalisar a inserção



de uma dupla ligação em sua molécula, a converte em ácido oléico (18:1), no entanto, não houve diferença ( $P>0,05$ ) para a concentração de ácido oléico na gordura do leite.

O efeito quadrático ( $P<0,05$ ) observado para a incorporação de ácido linolênico (18:3n-3) na gordura do leite favoreceu sua concentração com ponto de máximo a 24 g de gordura protegida por kg de matéria seca. No entanto, Hosam (2011), suplementando cabras do início até à fase intermediária de lactação, relatou aumento na concentração de ácido linolênico (18:3n-3) para a suplementação com 50 g de gordura protegida por kg de matéria seca.

Tabela 7. Concentração de ácidos graxos (g/100g de ácidos graxos) da gordura do leite em cabras Saanen recebendo rações com gordura protegida

| Itens                         | Rações<br>(g de gordura protegida/kg de MS) |       |       |       |       | Equação de Regressão; R <sup>2</sup>      | CV<br>(%) |
|-------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|---|-----------|
|                               | 0,00  | 6,25  | 12,50 | 18,75 | 25,00 |   |           |
| 4:0 <sub>butírico</sub>       | 2,63  | 2,43  | 2,55  | 2,47  | 2,51  | Y = 2,52; ns <sup>1</sup>                 | 5,27      |
| 6:0 <sub>caproico</sub>       | 3,04  | 3,10  | 3,05  | 3,03  | 3,02  | Y = 3,05; ns                              | 18,95     |
| 8:0 <sub>caprílico</sub>      | 3,72  | 3,68  | 3,66  | 3,59  | 3,70  | Y = 3,67; ns                              | 6,40      |
| 10:0 <sub>caprírico</sub>     | 6,39  | 6,64  | 6,20  | 6,66  | 6,22  | Y = 6,42; ns                              | 7,02      |
| 12:0 <sub>láurico</sub>       | 4,52  | 4,43  | 4,46  | 4,38  | 4,46  | Y = 4,45; ns                              | 6,12      |
| 13:0 <sub>n-tridecílico</sub> | 2,65  | 2,75  | 2,79  | 2,58  | 2,69  | Y = 2,69; ns                              | 6,68      |
| 14:0 <sub>mirístico</sub>     | 8,57  | 8,33  | 8,18  | 8,28  | 8,25  | Y = 8,32; ns                              | 4,40      |
| 15:0 <sub>pentadecílico</sub> | 0,51  | 0,55  | 0,52  | 0,56  | 0,56  | Y = 0,54; ns                              | 9,60      |
| 16:0 <sub>palmitico</sub>     | 17,25                                       | 17,85 | 18,77 | 16,83 | 18,64 | Y = 17,87; ns                             | 7,84      |
| 17:0 <sub>margárico</sub>     | 0,43  | 0,38  | 0,51  | 0,31  | 0,43  | Y = 0,41; ns                              | 27,64     |
| 18:0 <sub>esteárico</sub>     | 12,77                                       | 12,14 | 12,52 | 11,98 | 11,97 | Y = 12,63-0,28X; 0,62                     | 3,88      |
| 18:1n-9 <sub>oleico</sub>     | 23,53                                       | 23,90 | 22,85 | 25,17 | 23,21 | Y = 23,73; ns                             | 6,74      |
| 18:2n-6 <sub>linoleico</sub>  | 6,97  | 7,70  | 7,08  | 6,74  | 7,43  | Y = 7,18; ns                              | 13,24     |
| 18:3n-3 <sub>linolênico</sub> | 0,21  | 0,22  | 0,23  | 0,22  | 0,21  | Y = 0,20+0,04X-0,001X <sup>2</sup> ; 0,93 | 9,75      |
| CLA                           | 1,86  | 1,33  | 1,48  | 1,85  | 1,45  | Y = 1,59; ns                              | 23,70     |
| Outros                        | 4,95  | 4,57  | 5,15  | 5,35  | 5,25  | Y = 5,05; ns                              | 15,56     |
| AGS                           | 65,29                                       | 64,86 | 65,87 | 63,79 | 65,21 | Y = 65,00; ns                             | 2,34      |
| AGMI                          | 24,99                                       | 25,26 | 24,41 | 26,69 | 24,75 | Y = 25,22; ns                             | 6,39      |
| AGPI                          | 9,72  | 9,88  | 9,72  | 9,51  | 10,04 | Y = 9,77; ns                              | 7,31      |
| AGPI/AGS                      | 0,15  | 0,15  | 0,15  | 0,15  | 0,15  | Y = 0,15; ns                              | 7,80      |
| Ômega-3 (n-3)                 | 0,27  | 0,30  | 0,37  | 0,33  | 0,36  | Y = 0,32; ns                              | 23,39     |
| Ômega-6 (n-6)                 | 7,32  | 8,05  | 7,50  | 7,12  | 7,80  | Y = 7,56; ns                              | 12,17     |
| n-6/n-3                       | 29,89                                       | 31,61 | 24,72 | 23,67 | 28,03 | Y = 27,58; ns                             | 32,48     |

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

Ao pesquisar os efeitos de níveis crescentes de energia nas rações de cabras com a adição de altas concentrações de gordura protegida (0; 28,7; 54,6; 80,5 g/kg de MS), Souza (2012) (dados não publicados) observou efeito linear positivo para a concentração de ácido linolênico (18:3n-3) na gordura do leite das cabras aos 90 dias de lactação, no entanto, não observou efeito aos 180 dias, apresentando média de 0,16 g/100g de ácidos graxos.

Embora tenha ocorrido efeito quadrático para a concentração de ácido linolênico (18:3n-3), a suplementação com gordura protegida não aumentou a concentração total de ácidos graxos ômega-3 e, portanto, não alterou a proporção ômega-6/ômega-3.

As respostas obtidas para a composição de ácidos graxos no leite de cabras recebendo fontes lipídicas ricas em ácidos graxos poli-insaturados, por exemplo, o óleo de peixe, parecem estar relacionadas à redução na concentração de ácido esteárico (18:0) e ácidos graxos saturados e, ao aumento nas concentrações de ácido palmitoléico (16:1), ácido linolênico (18:3n-3) e outros ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (Savoini et al., 2010), favoráveis a nutrição humana.

Baseando-se nessas afirmações, evidencia-se que a concentração de ácidos graxos do leite pode ser manipulada por meio da ração e, portanto, melhorada com diversas fontes lipídicas, de acordo com o produto desejado.

Além de avaliar as respostas produtivas, o objetivo da inclusão de pequenas porcentagens de gordura protegida foi verificar a possibilidade de se obter melhor custo x benefício para as cabras em lactação.

Os custos das rações experimentais foram, respectivamente, de R\$ 0,58, 0,59, 0,61, 0,62 e 0,64 centavos de real por kg de ração, para as rações com 0, 6,25, 12,5, 18,75 e 25,0 g de gordura protegida por kg de matéria seca, respectivamente (Tabela 8).

Tabela 8. Avaliação econômica do desempenho produtivo de cabras Saanen recebendo rações com gordura protegida

| Itens                               | Rações                            |          |          |          |          |
|-------------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|
|                                     | (g de gordura protegida/kg de MS) |          |          |          |          |
|                                     | 0,00                              | 6,25     | 12,50    | 18,75    | 25,00    |
| Produção de leite corrigida (g/dia) | 1.871,99                          | 1.963,57 | 2.004,07 | 1.945,61 | 1.982,72 |
| Capital gerado (R\$/dia)            | 2,71                              | 2,85     | 2,91     | 2,82     | 2,87     |
| Alimentação (g de Alimento/dia)     | 2.163,83                          | 2.201,67 | 2.343,00 | 2.238,17 | 2.165,17 |
| Capital investido (R\$/dia)         | 1,25                              | 1,30     | 1,42     | 1,40     | 1,39     |
| Margem bruta (R\$/dia)              | 1,46                              | 1,55     | 1,49     | 1,42     | 1,48     |
| Custo x Benefício (R\$/R\$)         | 2,17                              | 2,19     | 2,05     | 2,01     | 2,06     |

Pode-se observar que o melhor retorno financeiro (maior margem bruta) e o melhor custo x benefício foram obtidos com a ração contendo 6,25 g de gordura protegida por kg de matéria seca, sendo que, para cada R\$ 1,00 investido na alimentação, houve retorno de R\$ 2,19 com a venda do leite e margem bruta de R\$ 1,55/dia.

Os resultados indicam que a melhor resposta na produção de leite em relação à quantidade de ração consumida, foi observada quando se adicionou 6,25 g gordura protegida por kg de matéria seca, com lucro de 0,09 centavos de real a mais por dia, em comparação à ração controle.

### **Conclusões**

A gordura protegida pode ser incluída na ração de cabras sem interferir a ingestão e a produção de leite, quando suplementada em até 25 g/kg de MS, contudo, a concentração de proteína do leite foi reduzida.

A concentração de ácido linolênico (18:3n-3) no leite é favorecida com a inclusão máxima de 24,0 g de gordura protegida por kg de matéria seca. Porém, ao se avaliar as respostas econômicas, o melhor custo benefício é observado quando a gordura protegida é incluída a 6,25 g/kg de MS.

### Referências

- ANTUNES, L.M.; RIES, L.R. **Gerência Agropecuária: Análise de Resultados**. Guaíba: Agropecuária, 1998. 240p.
- ATTAIE R.; RICHTER R.L. Size distribution of fat globules in goat milk. **Journal of Dairy Science**. v.83, n.5, p.940–944, 2000.
- BALDI, A.; CHELI, F.; CORINO, C. et al. Effects of feeding calcium salts of long chain fatty acids on milk yield, milk composition and plasma parameters of lactating goats. **Small Ruminant Research**. v.6, p.303-310, 1992.
- CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Consumo de nutrientes, produção e composição do leite de cabras da raça Alpina alimentadas com dietas contendo diferentes teores de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1154-1161, 2006 (supl.).
- 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, p.1751–1770, 2003.
- COSTA, R.G.; MESQUITA, I.V.U.; QUEIROGA, R.C.R.E. et al. Características químicas e sensoriais do leite de cabras Moxotó alimentadas com silagem de maniçoba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.694-702, 2008.
- FERNANDES, M.F.; QUEIROGA, R.C.R.E.; MEDEIROS, A.N. et al. Características físico-químicas e perfil lipídico do leite de cabras mestiças Moxotó alimentadas com dietas suplementadas com óleo de semente de algodão ou de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.703-710, 2008.
- GERON, L.J.V.; ZEOULA, L.M.; PAULA, E.J.H. et al. Inclusão do caroço de algodão em rações de alto concentrado constituído de co-produtos agroindustriais sobre o desempenho animal em tourinhos confinados. **Archives of Veterinary Science**, v.16, n.3, p.14-24, 2011.
- GOMES, L.C.; ALCALDE, C.R.; MACEDO, F.A.F. et al. Performance of lactating goats fed diets containing inactive dry yeast. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.10, p.2249-2254, 2012.
- GRAVERT, H. O. **Dairy Cattle Production**. Nova York: Elsevier Science, 1987. 234p.
- GREPPI, G.F.; RONCADA, P.; FORTIN, R. Protein components of goat's milk. In: CANNAS, A.; PULINA, G. (Eds.). **Dairy Goats Feeding and Nutrition**. Oxfordshire: CAB International, 2008, p.71-94.
- 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, 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.
- MAIA, M.O.; QUEIROGA, R.C.R.E.; MEDEIROS, A.N. et al. Consumo, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos de cabras mestiças moxotó suplementadas com óleos de licuri ou mamona. **Ciência Rural**, v.40, n.1, p.149-15, 2010.
- MENDES, C.Q.; FERNANDES, R.H.R.; SUSIN, I et al. Substituição parcial do farelo de soja por ureia ou amireia na alimentação de cabras em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1818-1824, 2010.
- MOURO, G.F.; BRANCO, A.F.; MACEDO, F.A.F. et al. Substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura em dietas de cabras em lactação: fermentação ruminal e concentrações de uréia plasmática e no leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1840-1848, 2002.

- 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.
- 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 lipídios. In: BERCHIELI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. et al. (Eds.). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.299-322.
- 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, L.R.; DAMASCENO, J.C.; CECATO, U. et al. Produção, composição do leite e constituintes sanguíneos de cabras alimentadas com diferentes volumosos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.6, p.1523-1530, 2008.
- RODRIGUES, C.A.F.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Consumo, digestibilidade e produção de leite de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta e energia líquida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1658-1665, 2007 (supl.).
- 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.
- SAVOINI, G.; AGAZZI, A.; INVERNIZZI, G. et al. Polyunsaturated fatty acids and choline in dairy goats nutrition: Production and health benefits. **Small Ruminant Research**, v.88, p.135-144, 2010.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 5.ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2002. 235p.
- 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, p.257-267, 2007.
- SIROHI, S.K.; WALLI, T.K.; MOHANTA, R.K. Supplementation effect of bypass fat on production performance of lactating crossbred cows. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.80, n.8, p.733-736, 2010.
- 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, n.10, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, G.B. **Métodos alternativos para determinação de fibra em detergente neutro e detergente ácido**. (S.L.): Embrapa Pecuária Sudeste, 1999. 21p.

- SOUZA, R. **Potencial de produção de leite de cabras saanen utilizando gordura protegida nas dietas**. 2012. 75f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- 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, p.253-258, 1994.
- TOMOTAKE, H.; OKUYAMA, R. KATAGIRI, M. et al. Comparison between Holstein cow's milk and Japanese-Saanen goat's milk in fatty acid composition, lipid digestibility and protein profile. **Bioscience Biotechnology and Biochemistry**, v.70, n.11, p.2771-2774, 2006.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. 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.; 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, 2005 (Supl.).

## V – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gordura protegida pode ser incluída nas rações de cabras em fase intermediária de lactação, pois não interfere na ingestão de matéria seca e melhora a digestibilidade dos nutrientes quando suplementada, em até 25 g/kg de MS. Além disso, houve a incorporação de ácido linolênico (ômega-3), o que é desejável do ponto de vista da nutrição humana, sendo uma alternativa para melhorar as propriedades funcionais do leite de cabra.