



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**MARCILIO DE SOUSA MENDES**

**EFEITO DE DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS SOBRE VARIÁVEIS**  
**NUTRICIONAIS, DE PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE CABRAS**  
**LOCALMENTE ADAPTADAS**

**FORTALEZA**

**2019**

MARCILIO DE SOUSA MENDES

EFEITO DE DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS SOBRE VARIÁVEIS NUTRICIONAIS,  
DE PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE CABRAS LOCALMENTE  
ADAPTADAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dra. Elzania Sales Pereira.  
Coorientador: Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Cláudia Nascimento Campos

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

M492e Mendes, Marcilio de Sousa.  
Efeito de diferentes fontes lipídicas sobre variáveis nutricionais, de produção e composição do leite de cabras localmente adaptadas / Marcilio de Sousa Mendes. – 2019.  
40 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2019.

Orientação: Profa. Dra. Elzania Sales Pereira.

Coorientação: Profa. Dra. Ana Cláudia Nascimento Campos.

1. Caprinos. 2. Farelo de castanha de caju. 3. Farelo de coco. 4. Óleo. I. Título.

CDD 636.08

---

MARCILIO DE SOUSA MENDES

EFEITO DE DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS SOBRE VARIÁVEIS NUTRICIONAIS  
DE PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DE LEITE DE CABRAS LOCALMENTE  
ADAPTADAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Aprovada em: 07 / 02 / 2019.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Elzania Sales Pereira (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Cláudia Nascimento Campos  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof.Dr. Luciano Pinheiro da Silva  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Moacir e Marli.

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

À Universidade Federal do Ceará e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realizar essa conquista.

À Prof.<sup>a</sup> Dra. Elzania Sales Pereira, pelos ensinamentos e lições que levarei por toda vida, pela dedicação e conhecimentos compartilhados, pela oportunidade de fazer parte da minha história como profissional e pela ilustre orientação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

Aos professores participantes da banca examinadora Dra. Ana Cláudia Nascimento Campos e ao Dr. Luciano Pinheiro da Silva, pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

À coordenação da pós-graduação, especialmente ao coordenador Dr. Ednardo Rodrigues de Freitas e à Francisca das Chagas Gomes Beserra, pela paciência e por todo o suporte.

À minha família, meus pais Moacir Lima Mendes e Marli de Sousa Mendes, minhas irmãs Camila de Sousa Mendes Freitas e Carine de Sousa Mendes de Brito, pela dedicação, apoio, esforço, pelos concelhos, carinho e amor infinito. Sem eles eu não seria nada.

Aos técnicos Danilo Rodrigues Fernandes e Roseane Maria Ferreira de Souza, pelo grande suporte e ensinamento durante minhas análises, e pelos momentos de descontração e risadas nas horas vagas.

A todos os colegas de pós-graduação, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

Às amigas Mayara Silva de Araújo e Juliana dos Santos Rodrigues Barbosa, pela dedicação, pelo empenho, pelos ensinamentos e por todos os momentos únicos vividos, além da grande amizade que levarei por toda a vida.

Às amigas Dayanne Lima de Sousa e Monalisa Eva dos Santos Evangelista, pelo companheirismo de longa data, pelas risadas e auxílio.

Ao amigo Thiago Luís Alves de Araújo, pela colaboração e por toda ajuda a mim concedida. Obrigado pela dedicação e por compartilhar seus conhecimentos comigo,

À equipe que trabalhou comigo durante o experimento, Saulo Carneiro Cardoso, Samuel Pinho da Silva e Carla Vitória de Lima Maia, muito obrigado pelo esforço e dedicação de todos vocês.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.” (José de Alencar)

## RESUMO

O experimento foi conduzido para avaliar o efeito da inclusão de diferentes fontes lipídicas no consumo e digestibilidade de nutrientes, no balanço dos compostos nitrogenados, na excreção de derivados de purinas, na produção e composição do leite de cabras localmente adaptadas. Quatro cabras aos 109 dias de lactação ( $47,10 \pm 5,86$  kg de peso corporal e  $0,878 \pm 0,1788$  kg/dia de produção diária de leite) foram distribuídas em um delineamento quadrado latino 4x4. As dietas experimentais consistiram em uma dieta controle (CON) isenta de suplementação lipídica e outras três dietas contendo diferentes fontes lipídicas: óleo (OL) composto de 60% de óleo de mamona e 40% de óleo de girassol, farelo de castanha de caju (FCA) e farelo de coco (FCO). As dietas foram formuladas para atenderem os requerimentos das cabras lactantes com produção de 1,0 kg de leite/dia e 40 g de gordura. O período experimental teve duração de 60 dias, sendo dividido em quatro períodos de 15 dias cada: 10 dias de adaptação às dietas experimentais e cinco dias de coletas. As variáveis foram analisadas por modelo linear com efeitos de dieta, quadrado latino, período e animal. A diferença entre tratamentos foi analisada usando teste de Tukey ( $P=0,05$ ). O consumo de matéria seca e o consumo de carboidratos não fibrosos foram menores ( $P<0,05$ ) para a dieta suplementada com FCO, em comparação com a dieta CON, enquanto que o consumo de extrato etéreo foi maior ( $P<0,01$ ) para a dieta FCO e menor para a dieta CON. O coeficiente de digestibilidade aparente do aumento ( $P < 0,05$ ) com a suplementação lipídica, apresentando maior valor para a dieta FCO, seguida por OL e FCA, quando comparadas à dieta isenta de suplementação lipídica. A produção de leite total, produção de leite corrigida para 4% de gordura e síntese de lactose expressa em g/dia apresentaram maior valor ( $P < 0,05$ ), sendo maior valor para a dieta CON e menor para as cabras alimentadas com a dieta suplementada com farelo de coco. Observou-se menor excreção de alantoína do leite ( $P<0,05$ ) para a dieta FCO comparado à dieta CON. A utilização de óleo e farelo de castanha de caju podem ser estratégias a serem adotadas em planos alimentares de sistemas de produção de leite caprino.

**Palavras-chave:** Caprinos. Farelo de castanha de caju. Farelo de coco. Óleo.



## ABSTRACT

An experiment was conducted to evaluate the effects of dietary lipid sources on the nutrient intake and digestibility, nitrogen balance, purine derivative excretion, milk production and composition of indigenous goats. Four females at 109 days of lactation, with an initial average body weight (BW) of  $47.10 \pm 5.86$  kg were used in a Latin square design with four periods and four treatments. The experimental diets consisted of a control diet (CON) without supplemental lipids and four test diets with different lipid sources: oil (OL) composed of 60% castor and 40% sunflower oil, cashew nut meal (CNM) and coconut meal (COCO). Experimental diets were formulated in order to meet the requirements of lactating goats producing one kg/day of milk and 40 g of fat. The experimental period lasted 60 days and was divided into four periods of 15 days each, comprising 10 days of adaptation to the experimental diets and five days of sampling. The variables were analyzed by linear model with diet effects, Latin square, period and animal. The difference between treatments was analyzed using Tukey's test ( $P = 0.05$ ). Dry matter intake and non-fibrous carbohydrate intake were lower ( $p < 0.05$ ) to the COCO diet compared to CON diet, whereas ether extract intake was higher ( $p < 0.01$ ) for the COCO diet compared to control diet goats. Ether extract digestibility coefficient was higher with COCO diet, followed by OL and CNM diets, when compared to control diet. Milk production, 4% fat -corrected milk and lactose synthesis (g/day) were higher ( $p < 0.05$ ) for goats fed with CON diet and lower for goats fed with COCO diet. The different lipid sources did not affect nitrogen balance (NB) ( $p > 0.05$ ). A lower milk allantoin excretion ( $P < 0.05$ ) was observed for goats supplemented with COCO diet ( $p < 0.01$ ) compared to the CNM and CON diet. The utilization of oil and cashew nut meal may be a strategy in dietary plan of goat milk production system.

**Keywords:** Cashew nut meal. Coconut meal. Goat. Oil.

## LISTA DE TABELAS

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Tabela 1 | – Proporção de ingredientes e composição química (g/kg MS) das dietas experimentais .....  | 19 |
| Tabela 2 | – Efeito da suplementação lipídica no consumo de matéria seca e nutrientes por cabras localmente adaptadas .....   | 25 |
| Tabela 3 | – Efeito da suplementação lipídica no coeficiente de digestibilidade aparente de nutrientes (%) por cabras localmente adaptadas .....  | 26 |
| Tabela 4 | – Valores médios de produção de leite corrigida (PLC) ou não (PL) para 4% de gordura e composição físico-química do leite de cabras localmente adaptadas em função da suplementação lipídica nas dietas e dos períodos experimentais ..... | 27 |
| Tabela 5 | – Efeitos da suplementação com diferentes fontes lipídicas sobre o balanço de compostos nitrogenados em cabras localmente adaptadas .....  | 28 |
| Tabela 6 | – Efeitos da suplementação com diferentes fontes lipídicas sobre volume urinário, excreção diária de derivados de purinas e a eficiência da síntese proteica microbiana em cabras localmente adaptadas .....                               | 29 |

## SUMÁRIO

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | 11 |
| 2   | <b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....  | 13 |
| 3   | <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....   | 16 |
| 3.1 | <i>Declaração de ética</i> .....  | 16 |
| 3.2 | <i>Localização, animais e alocação</i> .....  | 16 |
| 3.3 | <i>Delineamento experimental e dietas</i> .....   | 16 |
| 3.4 | <i>Amostragem de leite, urina e ensaio de digestibilidade</i> .....                             | 17 |
| 3.5 | <i>Análises químicas</i> .....  | 20 |
| 3.6 | <i>Análises do leite</i> .....  | 23 |
| 3.7 | <i>Análise estatística</i> .....  | 24 |
| 4   | <b>RESULTADOS</b> .....   | 24 |
| 4.1 | <i>Consumo e digestibilidade de nutrientes</i> .....  | 24 |
| 4.2 | <i>Produção, composição, características do leite e balanço de compostos nitrogenados</i> ..... | 26 |
| 4.3 | <i>Excreção de creatinina, derivados de purinas e eficiência microbiana</i> .....               | 28 |
| 5   | <b>DISCUSSÃO</b> .....  | 30 |
| 6   | <b>CONCLUSÃO</b> .....  | 32 |
|     | <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | 33 |

## 1 INTRODUÇÃO

A caprinocultura leiteira tornou-se importante no cenário da pecuária de produção brasileira. Sua exploração é crescente por motivos do leite caprino ser considerado um produto de alto valor nutritivo, além de que a espécie possui maior capacidade de se adaptar a condições adversas de criação, tornando-se viável e econômica, proporcionando melhorias no nível nutricional de famílias de baixa renda, assim como para a população em geral (RIBEIRO; RIBEIRO, 2001).

Os mecanismos fisiológicos para a produção de leite requerem maiores adaptações no que se refere ao metabolismo basal (PARK; JACOBSON, 1994), visto a importância do controle alimentar para o atendimento individual das exigências nutricionais (FORBES, 2007), contribuindo para um maior desempenho produtivo (FONTES et al., 2008; MONTOYA et al., 2017).

Fatores genéticos, fisiológicos (BOWDEN, 1981) e nutricionais (RODRIGUES et al., 2018) influenciam na composição do leite caprino (BERNARD et al., 2005), tais como a inclusão de fontes lipídicas nas dietas (SANTOS et al., 2017a). Lipídios dietéticos têm sido utilizados na alimentação de ruminantes como potenciais modificadores da fermentação ruminal, aumentando a utilização do nitrogênio pelas bactérias ruminais (PEREIRA et al., 2016), além de promover aumento energético da dieta e reduzir a metanogênese (BRASK et al., 2013).

A maioria dos alimentos fornecidos aos ruminantes contém baixas proporções de lipídios, com valores que variam de 1 a 4% da matéria seca total (VAN SOEST, 1994) sendo estes principalmente representados por galactolipídeos. Por interferir negativamente na digestão da fibra (IKWUEGBU; SUTTON, 1982; WETTSTEIN et al., 2000), a adição de lipídeos é limitada a aproximadamente 5% ou menos da matéria seca total da dieta, considerando que os microrganismos ruminais não possuem mecanismos fisiológicos para degradá-los de forma eficiente, como fazem para carboidratos e proteínas (PALMQUIST; JENKINS, 1980). Contudo, Kozloski (2011) e Martínez Marín et al. (2016) afirmam que para não ocorrer inibição da fermentação ruminal, os níveis de inclusão de lipídeos não podem ultrapassar de 7% na matéria seca total da dieta.

Sob determinados planos alimentares, a suplementação com lipídeos pode ser uma alternativa ao incremento do consumo de energia (RODRIGUES et al., 2018). Entretanto, inclusões ótimas de lipídeos em dietas com cabras necessitam ser definidas. Estudos com vacas (PALMQUIST et al., 1994) indicaram que níveis elevados de lipídeos afetam principalmente a

digestão da fração fibrosa (UEDA et al., 2003).

Os efeitos da suplementação lipídica no metabolismo em cabras leiteiras têm sido recentemente estudados (SANTOS-SILVA et al., 2016; PARENTE et al., 2018), sem impactos na digestão dos nutrientes contidos na matéria seca. Poucos estudos têm avaliado o efeito de fontes de lipídeos em dietas de cabras localmente adaptadas.

No Brasil, diversos coprodutos da agroindústria são fontes ricas de lipídeos os quais são disponíveis incluindo farelo de castanha de caju (PEREIRA et al., 2016), farelo de coco (BRAGA et al., 2009), sementes de girassol e mamona (MAIA et al., 2006), sendo excelentes opções para inclusões em dietas, devido suas combinações elevadas de proteína e conteúdos energéticos. Entretanto, pouco são os estudos avaliando a combinação ou o uso individual dessas fontes lipídicas sobre as variáveis produtivas de caprinos leiteiros. Nós hipotetizamos que o uso de óleo de mamona e girassol, farelo de castanha de caju e farelo de coco podem maximizar as características produtivas de caprinos leiteiros.

Diante disso, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito das inclusões de diferentes fontes lipídicas sobre o consumo e a digestibilidade de nutrientes, balanço dos compostos nitrogenados, excreção de derivados de purinas e a produção e composição do leite de cabras localmente adaptadas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A utilização de lipídios na nutrição de ruminantes tem como finalidades incrementar a densidade energética da dieta, promover maior absorção de nutrientes lipossolúveis, redução da utilização de concentrados (NRC, 2001), melhorando a eficiência produtiva dos animais que depositam grandes teores de gordura em seus produtos, como vacas em lactação (PALMQUIST; MATTOS, 2011). No entanto pode ocasionar respostas indesejáveis, como redução na digestibilidade de MO, MS e celulose (LANA et al., 2005). Altos níveis de lipídeos nas dietas de ruminantes podem causar efeitos deletérios, como a redução do consumo de matéria seca, diminuição da motilidade ruminal, redução na degradação da fração fibrosa e queda na produção de proteína microbiana (Van Soest, 1994).

Os principais lipídeos presentes na dieta dos ruminantes são provenientes de plantas forrageiras (ricas em ácidos linolênicos, n=3), principalmente representados por galactolipídeos, sulfolipídeos e fosfolipídeos (HARFOOT, 1981), enquanto que a gordura animal e aquela presente em grãos de cereais ou oleaginosas são basicamente triglicerídeos (KOZLOSKI, 2011). No rúmen, os lipídeos sofrem três importantes transformações microbianas: lipólise, isomerização e biohidrogenação (JENKINS, 1993).

A lipólise ruminal da digesta é um procedimento rápido (GARTON et al., 1958; DAWSON et al., 1977). No rúmen, os lipídeos são submetidos a ação enzimática dos microrganismos, onde a lipase hidrolisa as ligações ésteres das cadeias lipídicas complexas, liberando AG poli-insaturados (AGPI) e monoinsaturados (AGMI) (JENKINS et al., 2008). A natureza do lipídeo dietético influencia diretamente na extensão de ação da lipólise, tendo em consideração que óleos vegetais são hidrolisados em quase sua totalidade (90%) ao passo que óleos de origem animal possuem menor ação lipolítica (50%) (CHURCH, 1993).

Existe um alto grau de desperdício de resíduos por parte da indústria de processamentos de alimentos, originando grandes quantidades de subprodutos que, na maioria das vezes, podem ser aproveitados na alimentação animal (DUTRA et al., 1997), além disso, reduz a contaminação ambiental e os custos de produção animal, tendo em vista que a alimentação corresponde de 60 a 70% desses custos (ZAMBOM et al., 2001).

Segundo Silva et al. (2013), uma das principais razões que interferem na disponibilidade de alimentos para os rebanhos nordestinos é a escassez de água ocasionada pela estacionalidade das chuvas na região, podendo causar limitações sobre a expressão do potencial genético de pequenos ruminantes. A inclusão de fontes alimentares alterlocalmente adaptadas vai depender da sua disponibilidade na região (BOSSA et al., 2012), tornando-se mais acessível,

reduzindo os custos sem alterar quantidade e qualidade produtiva (ROMERO-HUELVA et al., 2017).

Os óleos vegetais podem ser utilizados na dieta de ruminantes visando atender as exigências nutricionais, uma vez que possuem maior valor energético em comparação a qualquer outro nutriente, além de representarem uma fonte de reserva energética mais importante para os animais (NRC, 2007).

A Mamona (*Ricinus communis L.*) foi implantada no Brasil pelos portugueses durante o período colonial, e se trata de uma planta oleaginosa de considerável potencial econômico, sendo o óleo e a torta seus principais produto e subproduto de relevância na agricultura (SILVA et al., 2010) e pecuária. Sua cultura tem se mostrado altamente promissora no nordeste brasileiro, pela fácil adaptação. O teor de óleo das sementes de Mamona varia entre 35 e 55% (VIEIRA et al., 1998). A torta, resíduo originado após o procedimento de prensagem para a extração do óleo, possui um alto teor protéico (42%), o que a torna uma alternativa atraente para a alimentação animal. Contudo, o uso da torta de Mamona torna-se inviável pela presença de princípios tóxicos e alergênicos. As características antinutricionais se devem à presença da proteína ricina, a ricinina e o complexo alergênico CB-1A (SEVERINO, 2005). No entanto, o óleo de Mamona não possui ricina, pois, por esta não ser uma proteína lipossolúvel (GANDRA et al., 2014), após a extração do óleo, toda a proteína da semente permanece na torta (MAIA et al., 2010). O óleo de Mamona possui características únicas, incluindo uma alta estabilidade oxidativa, proporcionando maior vida útil quando comparado a outros óleos vegetais (ALVES et al., 2017).

O óleo de Mamona contém cerca de 80 a 94% de ácido ricinoleico (AR) (BINDER et al., 1962), denominado como um ácido hidróxi-insaturado (12-OH, C<sub>18:1</sub> *cis*-9), que confere ao óleo suas características distintas (ALVES et al., 2017). O AR possui semelhança com o ácido oleico (C<sub>18:1</sub> *cis*-9), onde se diferenciam pela presença de um grupamento hidroxila no carbono 12, presente na cadeia do AR e ausente na cadeia do ácido oleico. A inclusão do óleo de Mamona não influenciou no consumo de nutrientes ou na digestibilidade destes, quando incluso na dieta de touros (CRUZ et al., 2014), ovelhas (MAIA et al., 2012a) e vacas leiteiras (GANDRA et al., 2014; DE JESUS et al., 2016) ou no desempenho do crescimento de cabritos (MAIA et al., 2012b).

O farelo de castanha de caju (*Anacardium occidentale*) é um subproduto derivado da indústria de amêndoas para consumo humano, resultante do processamento da castanha de caju (RODRIGUES et al., 2003). Este subproduto é destinado para descarte pela maioria das indústrias, pois cerca de 2 a 5% desse material é considerado impróprio para o consumo

humano, no entanto, pode ser direcionado, após ser processado em farinha, para a nutrição animal (CRUZ et al., 2015).

O farelo da castanha de caju apresenta, em sua composição química, uma média de 93,27% de matéria seca (MS), 22,15% de proteína bruta (PB), 35,97% de extrato etéreo (EE), 6,24% de fibra bruta (FB) e 3,09% de matéria mineral, além de ser rico em AGI, havendo predominância de mirístico (0,03%), palmitoleico (0,54%), palmítico (10,70%), linolênico (0,32%), linoleico (16,88%), ácido oleico (61,15%), ácido margarico (0,12%) e ácido esteárico (9,33%) (FARIAS et al., 2017). O uso desse subproduto, como fonte lipídica oferece maior conteúdo energético nas dietas promove melhoras na produtividade, bom desempenho reprodutivo dos animais, além de prevenir distúrbios como acidose ruminal (PIMENTEL et al., 2011).

Estudos com vacas leiteiras apontaram que a inclusão de níveis crescente do farelo de castanha de caju promoveu redução no consumo de matéria seca, porém não influenciou na produção de leite (PIMENTEL et al., 2007), todavia, a inclusão a nível de 24% dessa fonte promove depressão da gordura do leite bovino, além da redução de AG de cadeia curta e aumento de AG de cadeia longa, promovendo maior qualidade do leite, oferecendo benefícios à saúde humana (PIMENTEL et al., 2017).

Outra fonte possível de ser incluída em planos alimentares é o farelo de coco (*Cocos nucifera*) o qual é derivado da extração do óleo de cocos secos e representa de 34 a 42% do peso total do fruto (HUTAGALUNG, 1981). Apresenta características de moderado teor de proteína (15-25%), podendo ser considerado um alimento adequado como fonte de energética e proteica para ruminantes (AYAŞAN, 2016).



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 *Declaração de ética*

Os cuidados com os animais seguiram de acordo com as diretrizes do Comitê de Ética em Pesquisa Animal da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil (UFC), número de protocolo 71/2017.

#### 3.2 *Localização, animais e alocação*

O experimento foi conduzido no setor de digestibilidade do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará (UFC) em Fortaleza, CE, Brasil (30°43'02" S, 33°32'35" W). Quatro cabras localmente adaptadas aos 109 dias de lactação ( $47,10 \pm 5,86$  kg de peso corporal e  $0,878 \pm 0,1788$  kg/dia de produção diária de leite), foram distribuídas aleatoriamente em baias individuais, providas de comedouro e bebedouro.

#### 3.3 *Delineamento experimental e dietas*

O experimento foi realizado utilizando delineamento experimental quadrado latino 4x4, em um arranjo fatorial de 4 planos alimentares e 4 períodos experimentais. O experimento teve duração de 60 dias e foi dividido em quatro períodos de 15 dias cada, sendo 10 dias de adaptação às dietas experimentais e cinco dias de coletas de dados e amostras (fezes, urina, sobras, alimentos e leite). As dietas experimentais consistiram em uma dieta controle (CON) isenta de suplementação lipídica e outras três dietas contendo diferentes fontes lipídicas: ração controle com suplementação adicional de óleo (OI), composto por 60% de óleo de mamona e 40% de óleo de girassol; ração controle com suplementação adicional de farelo de castanha de caju (FCA); e ração controle com suplementação adicional de farelo de coco (FCO). As dietas foram formuladas para conterem 16% de proteína bruta (PB) e atenderem às exigências nutricionais de cabras em lactação com produção de 1,0 kg de leite/dia e 40g de gordura, conforme NRC (2007). A relação volumoso:concentrado foi 60:40, utilizando o feno de capim Tifton-85 como volumoso exclusivo, moído em máquina forrageira com peneira de crivo de quatro mm. As dietas concentradas consistiram de milho grão moído, farelo de soja, calcário calcítico e fosfato bicálcico, assim como as inclusões de fontes lipídicas. As proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais encontram-se na Tabela 2.

Após o período de adaptação de 10 dias, os animais receberam as dietas experimentais, sendo fornecida duas vezes ao dia (8:00 h e 16:00 h) *ad libitum*, permitindo entre 17% e 20% de sobras. Diariamente, antes do fornecimento dos alimentos pela manhã, as sobras foram coletadas e pesadas. O ajuste diário do consumo de matéria seca (CMS) foi feito pela diferença do peso da dieta fornecida pelas devidas sobras. Amostras de ingredientes, dietas experimentais e sobras foram coletadas durante os últimos cinco dias de cada período experimental. Destas foram formadas amostras compostas por dieta/animal e armazenadas a -20° C para análises futuras.

### **3.4 Amostragem de leite, urina e ensaio de digestibilidade**

As cabras foram ordenhadas manualmente duas vezes ao dia (6:30 h e 15:30h). Antes da ordenha, cada animal passou por processo de higienização dos tetos com o uso de solução pré-dipping e teste da caneca de fundo preto para detecção de mastite. Após os animais serem ordenhados procedeu-se o pós-dipping. A produção de leite foi mensurada e amostras foram coletadas do 11° ao 15° dia de cada período experimental. Uma amostra composta foi feita para cada animal/tratamento/período. As amostras foram em duplicatas, sendo armazenadas a -20°C para análises laboratoriais. Nenhuma droga foi administrada para indução da ordenha. Uma alíquota de 10 mL de cada amostra de leite foi separada, adicionada em 5 mL de ácido tricloracético a 25% (VALADARES et al., 1999) e filtrados em papel filtro para análises de nitrogênio ureico e alantoína. O restante das amostras foi direcionado para as demais análises laboratoriais de produção e composição físico-química do leite de cabras.

Para a estimativa da síntese de proteína microbiana, amostras de urina foram coletadas no 11° dia de cada período experimental, aproximadamente quatro horas após o fornecimento das rações (12:00 h). Para este procedimento, foi utilizado bolsa de colostomia preso à vulva de cada animal, sendo a coleta feita por micção espontânea. Em seguida, uma alíquota de 5,0 ml de urina foi diluída em 45,0 ml de solução de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$  - 0,036 N), mantendo o pH abaixo de três, com o objetivo de impedir a degradação bacteriana dos derivados de purinas (DP) e precipitação de ácido úrico (CHEN; GOMES, 1992). As amostras foram congeladas para posteriores análises de nitrogênio total, alantoína, ácido úrico, ureia e creatinina.

Para a estimativa da digestibilidade dos nutrientes, amostras fecais de cada animal foram coletadas, diretamente da ampola retal, durante três dias consecutivos, a cada 15 dias, nos seguintes horários: às 8:00 h no primeiro dia, às 12:00 h no segundo dia, e às 16:00 h no

terceiro dia. Após esta etapa, foram feitas amostras compostas por animal/tratamento/período. A fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foi usada como marcador para estimar a excreção da matéria seca fecal, pelo procedimento *in situ*, descrito por Casali et al. (2008). Para a incubação, foram utilizados sacos de nylon com porosidade de 50 µm de acordo com a metodologia descrita por Ørskov e McDonald (1979). A incubação ocorreu por um período de 240 h (CLIPES et al., 2006) no rúmen de uma vaca fistulada, recebendo dieta à base de feno de capim Tifton 85 (60%) e concentrado (40%) (milho grão moído, farelo de soja, fosfato bicálcico e premix). Após incubação, os sacos com os resíduos foram lavados em água limpa até total eliminação das sujidades. Posteriormente, os sacos foram mantidos em fervura branda e constante durante 1 hora em solução de detergente neutro (VAN SOEST; ROBERTSON, 1985), posteriormente secos em estufas e pesados. Os resíduos foram considerados como FDNi.

Tabela 1 – Proporção de ingredientes e composição química (g/kg MS) das dietas experimentais

|   | Dietas experimentais |        |        |        |
|---|----------------------|--------|--------|--------|
|   | CON                  | OL     | FCA    | FCO    |
| <i>Ingredientes (g/ kg MS)</i>            |                      |        |        |        |
| Feno de Tifton 85                         | 600                  | 600    | 600    | 600    |
| Concentrado                               | 400                  | 400    | 400    | 400    |
| <i>Proporção do concentrado (g/kg MS)</i> |                      |        |        |        |
| Milho grão moído                          | 209,30               | 162,32 | 168,60 | 114,88 |
| Farelo de Soja                            | 176,20               | 202,16 | 160,20 | 160,00 |
| Óleo                                      | -                    | 20,00  | -      | -      |
| Farelo de Castanha de Caju                | -                    | -      | 56,60  | -      |
| Farelo de coco                            | -                    | -      | -      | 108,70 |
| Fosfato bicálcico                         | 12,00                | 12,88  | 12,10  | 13,52  |
| Calcário calcítico                        | 2,50                 | 2,64   | 2,50   | 2,90   |
| <i>Composição química (g/kg MS)</i>       |                      |        |        |        |
| Matéria Seca (MS)                         | 898,15               | 905,79 | 906,07 | 911,15 |
| Cinzas (MM)                               | 77,70                | 76,24  | 74,41  | 79,16  |
| Proteína bruta (PB)                       | 165,60               | 164,70 | 155,00 | 156,40 |
| Extrato etéreo (EE)                       | 32,84                | 61,98  | 53,06  | 58,13  |
| Fibra em detergente neutro (FDN)          | 378,37               | 361,45 | 374,00 | 430,17 |
| Fibra em detergente ácido (FDA)           | 203,80               | 193,84 | 202,48 | 233,25 |
| FDN <sub>cp</sub> <sup>1</sup>            | 301,08               | 288,25 | 293,44 | 335,75 |
| Carboidrato total (CT)                    | 723,90               | 697,11 | 717,54 | 706,30 |
| Carboidrato não fibroso (CNF)             | 422,82               | 408,90 | 424,11 | 370,55 |
| Nutrientes digestíveis totais (NDT)       | 664,17               | 707,66 | 706,15 | 690,19 |

CON, controle; OL, óleo; FCA, farelo de castanha de caju; FCO, farelo de coco.

<sup>1</sup>FDN corrigido para cinzas e proteína.

Fonte: dados da pesquisa.

### 3.5 Análises químicas

Amostras compostas do feno de capim Tifton 85, ingredientes, dietas experimentais, sobras e fezes foram previamente secas a 55°C durante 72 h em estufa com circulação forçada de ar. Posteriormente, estas foram moídas em tamanho de 1 mm em moinho Wiley (Arthur H Thomas, Philadelphia, PA). Em seguida, estas foram analisadas para os teores de matéria seca (MS) (AOAC, 1990; método número 967,03), teor de cinzas (AOAC, 1990; método número 924,05), proteína bruta (PB) (AOAC, 1990; método número 981,10), extrato etéreo (EE) (AOAC, 1990; método número 920,29) e fibra em detergente ácido (FDA) (AOAC, 1990; método número 913,18). A fibra em detergente neutro (FDN) foi determinada como descrito por Van Soest (1991). Para a análise da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN<sub>cp</sub>) as amostras foram tratadas com alfa-amilase termoestável, sem o uso de sulfito de sódio, corrigida para a cinza residual (MERTENS et al., 2002) e nitrogênio (N) (LICITRA et al., 1996).

O teor de CT foi calculado conforme Sniffen et al. (1992):

$$CT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas) \quad (1)$$

Os CNF foram determinados a partir da equação adaptada de Weiss (1999):

$$CNF (\%) = 100 - (\%FDN_{cp} + \%PB + \%EE + \%cinzas) \quad (2)$$

Para quantificação do valor de energia das dietas fornecidas no experimento, utilizou-se valores de digestibilidade aparente das amostras, aplicando-se a equação para nutrientes digestíveis totais (NDT) de acordo com Sniffen et al. (1992):

$$NDT (\%) = dCT + dPB + (dEE \times 2,25) \quad (3)$$

em que “d” representa a digestibilidade aparente dos respectivos componentes.

Os valores de NDT foram convertidos em energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) utilizando as equações descrita pelo NRC (2001):

$$ED (\text{Mcal/kg}) = 0,04409 \times NDT (\%) \quad (4)$$

$$EM \text{ (Mcal/kg)} = 1,01 \times ED \text{ (Mcal/kg)} - 0,45 \quad (5)$$

Para a conversão do valor de NDT em energia líquida (EL) utilizou-se a equação descrita por Moe et al. (1971), que corresponde à EL no nível de manutenção:

$$ELm \text{ (Mcal/kg)} = 0,0266 \times NDT \text{ (\%)} - 0,12 \quad (6)$$

A excreção urinária de creatinina foi determinada com a utilização de *kits* comerciais (Bioclin®), pelo método do ponto final, com uso de picrato e acidificante. Para determinar a concentração de ácido úrico na urina, foram utilizados *kits* comerciais (Bioclin®), pelo método do ponto final, com uso de uricase e peróxido de hidrogênio. As respostas destas análises foram obtidas por colorimetria.

Para as análises de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina das amostras de urina, assim como para as alantoína do leite, utilizou-se o método colorimétrico, de acordo com as técnicas de Fujihara et al. (1987) descrita por Chen e Gomes (1992).

A excreção total de derivados de purinas foi estimada pelo somatório das quantidades obtidas de xantina e hipoxantina, ácido úrico e alantoína excretadas na urina e no leite.

Os valores médios de purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia) foram estimados a partir da excreção de derivados de purinas (Y, mmol/dia), conforme Chen e Gomes (1992) para ovinos:

$$Y = 0,84X + (0,150 PC^{0,75} e^{-0,25X}) \quad (7)$$

onde Y refere-se à excreção de derivados de purinas (mmol/dia) e X corresponde às purinas microbianas absorvidas (mmol/dia).

O fluxo intestinal de nitrogênio microbiano (g de N/dia) foi estabelecido por meio do total de purinas absorvidas (X mmol/dia), seguindo a equação proposta por Chen e Gomes (1992):

$$N \text{ microbiano (g de N/dia)} = (X \text{ (mmol/dia)} \times 70) / (0,116 \times 0,83 \times 1000) = 0,727X \quad (8)$$

em que digestibilidade das purinas microbianas é assumida como sendo 0,83, o teor de N das purinas é de 70 mg de N/mmol e a razão purina - N : N total microbiano é de 11,6 : 100.

Também foram empregadas as equações sugeridas por Belenguer et al. (2002) para caprinos, objetivando estimar a quantidade de derivados de purinas absorvidas ( $X$  mmol/dia):

$$X = Y / 0,76 \quad (9)$$

onde  $Y$  equivale a excreção de derivados de purinas (mmol/dia) e 0,76 equivale a taxa de recuperação de purinas.

Os valores de produção de nitrogênio microbiano também foram obtidos pelo cálculo estabelecido por Belenguer et al. (2002):

$$N \text{ microbiano (g de N/dia)} = X / (0,92 \times 1,97) \quad (10)$$

onde 0,92 equivale a digestibilidade verdadeira das bases purinas duodenais e 1,97 (mmol de bases purinas/g de N) a razão entre as bases purinas (164 mmol/g MS) e o conteúdo de N (83,8 mg/g de MS) na população microbiana extraída do rúmen de cabras.

A eficiência de síntese de proteína microbiana (PBM) foi estimada com base em PBM/kg de NDT e PBM/kg de CT degradados no rúmen.

O volume urinário (VU) foi estimado por meio da concentração de creatinina avaliada nas amostras de urina spot, conforme a equação:

$$\text{Volume urinário (L)} = 26,05 \times \text{PC (kg)} / \text{Concentração de creatinina da amostra spot (mg/L)} \quad (11)$$

O valor 26,05 refere-se à quantidade diária de excreção de creatinina (mg/kg), determinada para cabras por Fonseca et al. (2006).

Para o cálculo do balanço de nitrogênio (BN), consideraram-se as quantidades de nitrogênio (g/dia) consumidas e excretadas nas fezes, urina e leite, conforme a seguir:

$$\text{BN (g/dia)} = N_{\text{consumido}} - N_{\text{fezes}} - N_{\text{urina}} - N_{\text{leite}} \quad (12)$$

O valor de nitrogênio retido foi calculado subtraindo-se do BN o valor estimado das exigências para nitrogênio endógeno basal (NEB) de acordo com o AFRC (1993) que considera o nitrogênio endógeno tecidual e as perdas dérmicas de N como 0,35 e 0,018 do peso

metabólico, respectivamente.

$$\text{NEB (g/dia)} = (0,35+0,018) \times \text{PC}^{0,75} \quad (13)$$

Assim, o valor de  $N_{\text{retido}}$  foi expresso como:

$$N_{\text{retido}} \text{ (g/dia)} = (N_{\text{consumido}} - N_{\text{fezes}} - N_{\text{urina}} - N_{\text{leite}}) - \text{NEB} \quad (14)$$

### 3.6 Análise do leite

Foram realizadas análises para determinação de proteína bruta do leite (AOAC, 1998; Métodos número 991,20 e 991,23) em que a percentagem de nitrogênio foi multiplicada por 6,38; teor de gordura do leite (Método de Gerber, protocolo 433/IV) de acordo com o IAL (2005); teor de lactose do leite pelo método de Lane-Eynon (MET POA/19/01/01, MAPA); índice crioscópico (IC) (Método POA/10/01/01, MAPA; BRASIL, 2000, 2002, 2006); acidez por titulação (AC) (Método de determinação de acidez em graus Dornic; IAL, 2005) e densidade do leite (DEN) (Método de determinação da Densidade a 15 °C). O extrato seco total (EST) foi determinado pela fórmula de Fleischmann para valores de gordura, obtidos pelo método de Gerber, dada em gramas por 100 gramas de leite (PAOLONE,1957; IAL, 2005):

$$\text{ES} = 1,2 \times \text{G} + 2,665 \times (100 \times (\text{D}-1) / \text{D}) \quad (15)$$

em que ES = Extrato Seco por 100 g de leite; G = peso da gordura por 100 g de leite e D = densidade do leite a 15 °C. O extrato seco desengordurado (ESD) foi determinado pela diferença entre o extrato seco total e o teor de gordura:

$$\text{ESD} = \text{EST} - \text{G} \quad (16)$$

Para determinação do nitrogênio ureico do leite (NUL) foram utilizados kits comerciais (Labtest®). O método utilizado foi colorimetria.



### **3.7 Análise estatística**

A análise estatística foi realizada utilizando o procedimento MIXED do programa SAS (SAS<sup>®</sup> Inst. Inc., Cary, NC, USA ) de acordo com o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + S_j + P(S)_k + C(S)_l + \varepsilon_{ijkl} \quad (17)$$

onde  $Y_{ijk}$  é a variável dependente,  $\mu$  é a média geral,  $D_i$  é o efeito fixo do dieta,  $S_j$  é o efeito fixo do quadrado latino,  $P(S)_k$  é o efeito fixo do período dentro do quadrado,  $C(S)_l$  é o efeito fixo da cabra dentro do quadrado e  $\varepsilon_{ijkl}$  é o erro do modelo. Os resultados foram expressos como média de mínimos quadrados. Após análise de variância, as dietas com efeito significativo ( $P < 0,05$ ) foram analisadas pelo teste de Tukey ( $P = 0,05$ ) e calculados os erros - padrão da média para cada variável.

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 Consumo e digestibilidade de nutrientes**

A suplementação lipídica não influenciou ( $P > 0,05$ ) o consumo de MO, PB, FDN, CT e NDT. As fontes de lipídeos dietéticas influenciaram o CMS ( $P < 0,05$ ) expresso em (kg/dia), registrando menor consumo para cabras alimentadas com FCO. O consumo de EE foi maior para as dietas com inclusão de fontes lipídicas ( $P = 0,0035$ ). O CCNF foi menor para as cabras alimentadas com FCO ( $P = 0,0185$ ). As dietas experimentais influenciaram a digestibilidade do EE, sendo menor para as cabras alimentadas com a dieta CON ( $P = 0,0037$ ).

Tabela 2 – Efeito da suplementação lipídica no consumo de matéria seca e nutrientes por cabras localmente adaptadas

| Item                        | Dietas experimentais |                    |                    |                    | SEM   | P valor* |
|-----------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|----------|
|                             | CON                  | OL                 | FCA                | FCO                |       |          |
| CMS (kg/dia)                | 1,36 <sup>a</sup>    | 1,31 <sup>b</sup>  | 1,24 <sup>c</sup>  | 1,21 <sup>d</sup>  | 0,01  | 0,0001   |
| CMS (%PC)                   | 2,92                 | 2,88               | 2,68               | 2,54               | 0,10  | 0,1384   |
| CMS (g/PC <sup>0,75</sup> ) | 76,24                | 74,75              | 69,85              | 66,62              | 2,43  | 0,1624   |
| CMO (kg/dia)                | 1,12                 | 1,10               | 1,03               | 1,00               | 0,03  | 0,3280   |
| CPB (kg/dia)                | 0,22                 | 0,21               | 0,19               | 0,18               | 0,008 | 0,1195   |
| CEE (kg/dia)                | 0,045 <sup>b</sup>   | 0,081 <sup>a</sup> | 0,066 <sup>a</sup> | 0,070 <sup>a</sup> | 0,004 | 0,0035   |
| CFDN (kg/dia)               | 0,51                 | 0,47               | 0,46               | 0,52               | 0,02  | 0,2920   |
| CCT (kg/dia)                | 0,99                 | 0,91               | 0,89               | 0,86               | 0,03  | 0,1729   |
| CCNF (kg/dia)               | 0,58 <sup>a</sup>    | 0,54 <sup>a</sup>  | 0,53 <sup>a</sup>  | 0,45 <sup>b</sup>  | 0,02  | 0,0185   |
| Consumo de energia          |                      |                    |                    |                    |       |          |
| CNDT (kg/dia)               | 0,90                 | 0,93               | 0,88               | 0,83               | 0,03  | 0,5619   |
| EL (Mcal/kg MS)             | 1,65                 | 1,76               | 1,75               | 1,72               | 0,02  | 0,2677   |

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma linha indicam diferenças significativas baseadas no teste de Tukey em nível de significância de 5%.

\*O valor de P indica as diferenças entre dietas experimentais.

CMS, consumo de matéria seca; CFDN, consumo de fibra em detergente neutro; CPB, consumo de proteína bruta; CEE, consumo de extrato etéreo; CCT, consumo de carboidratos totais; CCNF, consumo de carboidratos não fibrosos; CNDT, consumo de nutrientes digestíveis totais; PC, peso vivo; PC<sup>0,75</sup>, peso vivo metabólico; SEM, erro padrão da média.

Fonte: dados da pesquisa.

Tabela 3 – Efeito da suplementação lipídica no coeficiente de digestibilidade aparente de nutrientes (%) por cabras localmente adaptadas

| Digestibilidade | Dietas experimentais |                    |                    |                    | SEM  | P valor* |
|-----------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|----------|
|                 | CON                  | OL                 | FCA                | FCO                |      |          |
| MS              | 64,21                | 65,17              | 66,04              | 64,80              | 1.00 | 0.9240   |
| MO              | 65,54                | 66,81              | 67,63              | 66,33              | 0.94 | 0.8874   |
| PB              | 73,44                | 73,86              | 72,83              | 72,95              | 0.96 | 0.9647   |
| EE              | 65.33 <sup>b</sup>   | 79.91 <sup>a</sup> | 76.04 <sup>a</sup> | 82,36 <sup>a</sup> | 2.02 | 0.0037   |
| FDN             | 59,25                | 54,03              | 57,90              | 59,80              | 1.56 | 0.6285   |
| CT              | 68,30                | 68,07              | 70,03              | 66,35              | 0.86 | 0.5426   |
| CNF             | 82,21                | 86,13              | 86,20              | 82,30              | 1.04 | 0.2010   |

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma linha indicam diferenças significativas baseadas no teste de Tukey em nível de significância de 5%.

\*O valor de P indica as diferenças entre dietas experimentais.

MS, matéria seca; FDN, fibra em detergente neutro; PB, proteína bruta; EE, extrato etéreo; CT, carboidratos totais; CNF, carboidratos não fibrosos; SEM, erro padrão da média.

Fonte: dados da pesquisa.

#### ***4.2 Produção, composição, características do leite e balanço de compostos nitrogenados***

A produção de leite, bem como produção corrigida para 4% de gordura e síntese de lactose foram menores ( $P < 0,05$ ) para FCO em relação à dieta CON, porém a dieta FCO não apresentou diferenças em relação as demais. CA e EA não foram influenciadas pelas dietas experimentais. A composição, características físico-químicas do leite (Tabela 5) e balanço de compostos nitrogenados (Tabela 6) não foram influenciadas pelas dietas experimentais ( $P > 0,05$ ).

Tabela 4 - Valores médios de produção de leite corrigida (PLC) ou não (PL) para 4% de gordura e composição físico-química do leite de cabras localmente adaptadas em função da suplementação lipídica nas dietas e dos períodos experimentais

| Item   | Dietas experimentais |                     |                     |                    | SEM    | P valor* |
|--|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------|----------|
|  | CON                  | OL                  | FCA                 | FCO                |        |          |
| PL (kg/dia)  | 0,95 <sup>a</sup>    | 0,86 <sup>ab</sup>  | 0,90 <sup>ab</sup>  | 0,79 <sup>b</sup>  | 0,06   | 0,0312   |
| PLC (kg/dia)   | 0,39 <sup>a</sup>    | 0,35 <sup>ab</sup>  | 0,37 <sup>ab</sup>  | 0,32 <sup>b</sup>  | 0,02   | 0,0339   |
| Gordura (g/dia)  | 42,54                | 42,50               | 41,58               | 39,44              | 1,72   | 0,8562   |
| Proteína (g/dia)   | 43,69                | 38,74               | 42,33               | 34,55              | 2,46   | 0,0585   |
| Lactose (g/dia)  | 54,95 <sup>a</sup>   | 47,24 <sup>ab</sup> | 50,08 <sup>ab</sup> | 40,97 <sup>b</sup> | 4,14   | 0,0352   |
| <i>Composição e características físico-químicas do leite</i> |                      |                     |                     |                    |        |          |
| Gordura (%)  | 4,62                 | 5,06                | 4,82                | 5,17               | 0,24   | 0,4479   |
| Proteína (%)   | 4,65                 | 4,58                | 4,68                | 4,41               | 0,12   | 0,1590   |
| Lactose (%)  | 5,60                 | 5,44                | 5,45                | 5,21               | 0,17   | 0,5692   |
| DEN (g/cm <sup>3</sup> )                                     | 1,0322               | 1,0304              | 1,0325              | 1,03122            | 0,0006 | 0,1078   |
| pH   | 6,47                 | 6,59                | 6,52                | 6,51               | 0,04   | 0,1375   |
| AC (°Dornic)   | 22,67                | 19,75               | 21,58               | 21,75              | 1,07   | 0,1822   |
| IC (°Hortvet)  | -0,5695              | -0,5720             | -0,5685             | -0,5704            | 0,001  | 0,9509   |
| ES (%)   | 13,87                | 13,95               | 14,18               | 14,28              | 0,35   | 0,7301   |
| ESD (%)  | 9,25                 | 8,89                | 9,36                | 9,10               | 0,17   | 0,1591   |
| NUL (mg/dL)  | 10,85                | 13,85               | 12,83               | 12,58              | 0,97   | 0,2736   |

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma linha indicam diferenças significativas baseadas no teste de Tukey em nível de significância de 5%.

\*O valor de P indica as diferenças entre dietas experimentais.

DEN, densidade; AC, acidez; IC, índice crioscópico; ES, extrato seco; ESD, Extrato seco desengordurado; NUL, nitrogênio ureico do leite; SEM, erro padrão da média.

Fonte: dados da pesquisa.

Tabela 5 – Efeitos da suplementação com diferentes fontes lipídicas sobre o balanço de compostos nitrogenados em cabras localmente adaptadas

| Item         | Dietas experimentais |       |       |       | SEM  | P valor |
|--------------|----------------------|-------|-------|-------|------|---------|
|              | CON                  | OL    | FCA   | FCO   |      |         |
| NC (g/dia)   | 36,07                | 34,58 | 30,85 | 30,31 | 1,63 | 0,1195  |
| NFE (g/dia)  | 13,60                | 13,76 | 12,77 | 12,54 | 1,09 | 0,8206  |
| NU (g/dia)   | 6,67                 | 8,01  | 6,55  | 6,83  | 1,10 | 0,7732  |
| NL (g/dia)   | 6,71                 | 5,95  | 6,50  | 5,31  | 0,30 | 0,0585  |
| BN (g/dia)   | 9,10                 | 6,85  | 5,02  | 5,64  | 1,99 | 0,5308  |
| NEB (g/dia)  | 6,65                 | 6,50  | 6,62  | 6,64  | 0,07 | 0,4679  |
| NRET (g/dia) | 2,44                 | 0,36  | -1,01 | -1,59 | 1,99 | 0,5334  |

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma linha indicam diferenças significativas baseadas no teste de Tukey em nível de significância de 5%.

\*O valor de P indica as diferenças entre dietas experimentais.

NC, nitrogênio consumido; NFE, nitrogênio fecal; NU, nitrogênio urinário; NL, nitrogênio do leite; BN, balanço de nitrogênio; NRET, nitrogênio retido; NEB, nitrogênio endógeno basal; SEM, erro padrão da média. Fonte: dados da pesquisa.

### 4.3 Excreção de creatinina, derivados de purinas e eficiência microbiana

As cabras alimentadas com FCA apresentaram VU inferior as cabras alimentadas com dietas a base de óleo, porém o VU não diferiu nas demais. A excreção de creatinina expressa em mmol/dia, mmol/kg PC ou em mmol/kg PC<sup>0,75</sup> não apresentou efeito significativo com a inclusão das fontes lipídicas. (Tabela 7). Maiores valores de AL foram observados na dieta com OL comparados a CON e FCO, sem diferença significativa para FCA. Com relação a AL<sub>leite</sub>, as cabras alimentadas com dieta CON e FCA apresentaram maiores valores de excreção, sem diferir da dieta OL. Maiores valores de DP, absorção de derivados de purinas, PBM (g/dia) (P<0,05) foram observados para a dieta OL. Xantina e hipoxantina foram maiores para a dieta OL, sem diferir da CON e FCO.

Tabela 6 – Efeitos da suplementação com diferentes fontes lipídicas sobre volume urinário, excreção diária de derivados de purinas e a eficiência da síntese proteica microbiana em cabras localmente adaptadas

| Item                                      | Dietas experimentais |                    |                    |                    | SEM    | P valor |
|---|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|---------|
|   | CON                  | OL                 | FCA                | FCO                |        |         |
| VU (L/dia)                                | 1,51 <sup>ab</sup>   | 2,17 <sup>a</sup>  | 1,15 <sup>b</sup>  | 1,58 <sup>ab</sup> | 0,18   | 0,0363  |
| <i>Excreção de creatinina:</i>            |                      |                    |                    |                    |        |         |
| (mmol/dia)                                | 0,007                | 0,005              | 0,008              | 0,006              | 0,0007 | 0,0786  |
| (mmol/kg PC)                              | 0,19                 | 0,12               | 0,21               | 0,16               | 0,02   | 0,0786  |
| (mmol/kg PC <sup>0,75</sup> )             | 0,49                 | 0,32               | 0,56               | 0,43               | 0,005  | 0,0780  |
| <i>Excreção urinária de DP</i>            |                      |                    |                    |                    |        |         |
| AL (mmol/dia)                             | 7,20 <sup>b</sup>    | 9,61 <sup>a</sup>  | 8,11 <sup>ab</sup> | 6,98 <sup>b</sup>  | 0,49   | 0,0310  |
| AL <sub>leite</sub> (mmol/dia)            | 0,89 <sup>a</sup>    | 0,73 <sup>ab</sup> | 0,77 <sup>a</sup>  | 0,63 <sup>b</sup>  | 0,02   | 0,0082  |
| AU (mmol/dia)                             | 1,03                 | 1,10               | 1,00               | 1,01               | 0,18   | 0,9819  |
| Xantina e hipoxantina<br>(mmol/dia)       | 1,62 <sup>ab</sup>   | 2,32 <sup>a</sup>  | 1,22 <sup>b</sup>  | 1,68 <sup>ab</sup> | 0,18   | 0,0265  |
| DP (mmol/dia)                             | 10,66 <sup>b</sup>   | 13,75 <sup>a</sup> | 11,11 <sup>b</sup> | 10,30 <sup>b</sup> | 0,53   | 0,0111  |
| DP (mmol/kg PC <sup>0,75</sup> )          | 0,59 <sup>b</sup>    | 0,78 <sup>a</sup>  | 0,62 <sup>b</sup>  | 0,57 <sup>b</sup>  | 0,03   | 0,0132  |
| Absorção de DP<br>(mmol/dia) <sup>1</sup> | 12,50 <sup>b</sup>   | 16,32 <sup>a</sup> | 13,10 <sup>b</sup> | 12,08 <sup>b</sup> | 0,64   | 0,0127  |
| Absorção de DP<br>(mmol/dia) <sup>2</sup> | 14,03 <sup>b</sup>   | 18,09 <sup>a</sup> | 14,61 <sup>b</sup> | 13,56 <sup>b</sup> | 0,67   | 0,0111  |
| PBM (g/dia) <sup>1</sup>                  | 56,84 <sup>b</sup>   | 74,15 <sup>a</sup> | 59,55 <sup>b</sup> | 54,91 <sup>b</sup> | 2,93   | 0,0126  |
| PBM (g/dia) <sup>2</sup>                  | 48,39 <sup>b</sup>   | 62,41 <sup>a</sup> | 50,42 <sup>b</sup> | 46,77 <sup>b</sup> | 2,32   | 0,0111  |
| SPM (g/kg de NDT) <sup>1</sup>            | 62,88                | 81,19              | 68,70              | 66,07              | 6,01   | 0,2518  |
| SPM (g/kg de CT) <sup>1</sup>             | 57,47                | 82,56              | 67,23              | 64,42              | 5,18   | 0,0647  |
| SPM (g/kg de NDT) <sup>2</sup>            | 53,56                | 68,34              | 58,16              | 56,36              | 4,91   | 0,2620  |
| SPM (g/kg de CT) <sup>2</sup>             | 48,96                | 69,47              | 56,91              | 54,95              | 4,22   | 0,0644  |

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma linha indicam diferenças significativas baseadas no teste de Tukey a um nível de significância de 5%.

\*O valor de P indica as diferenças entre dietas experimentais.

VU, volume urinário; AL, alantoína; AL<sub>leite</sub>, alantoína do leite; AU, ácido úrico; DP, excreção total de derivados de purinas; PBM, proteína bruta microbiana; SPM, síntese de proteína microbiana; NDT, nutrientes digestíveis totais; CT, carboidratos totais; SEM, erro padrão da média.

<sup>1</sup>Metodologia de Chen e Gomes (1992).

<sup>2</sup>Metodologia de Belenguer et al (2002).

Fonte: dados da pesquisa.

## 5 DISCUSSÃO

Os mecanismos que resultam na redução do consumo de matéria seca por influência da suplementação lipídica envolvem efeitos referentes à palatabilidade das dietas, fermentação ruminal, motilidade intestinal, à liberação de hormônios intestinais e à oxidação da gordura no fígado (ALLEN, 2000). Nicholson; Omer (1983) propuseram que a presença de AG insaturados na dieta pode causar uma maior secreção de colecistoquinina, que por sua vez, inibe a motilidade do rúmen e retículo, resultando na diminuição do consumo de MS pelo animal. Em nosso estudo a palatabilidade pode ter influenciado diretamente no consumo voluntário em kg/dia das cabras, pois durante o experimento observou-se que as dietas suplementadas com lipídeos tiveram menor aceitação pelos animais comparadas à dieta isenta de suplementação, sendo que a dieta com inclusão de FCO foi a menos consumida pelas cabras.

Os níveis de inclusão de EE nas dietas experimentais variaram de 3,12 a 6,19%, não excedendo 8% (valor máximo preconizado pelo NRC (2001)). Contudo, os efeitos do EE na ingestão voluntária dependem não só do nível de inclusão lipídica na dieta, tal como de sua forma física, da saturação dos AG, da quantidade de minerais na dieta e da proporção relativa de fibra dietética (PEREIRA et al., 2016).

A diminuição do consumo de carboidratos não fibrosos, observada neste trabalho para dieta com FCO provavelmente ocorreu devido a substituição parcial do milho grão moído, fato não observado para as cabras alimentadas com FCA.

De acordo com o NRC (2001), uma elevação nos níveis de AG na dieta pode aumentar a digestibilidade do EE, porém reduções no consumo de matéria seca e digestibilidade da fração fibrosa indicam alteração na fermentação ruminal por meio da suplementação lipídica. No entanto, os dados obtidos no presente estudo demonstraram que não houveram alterações na digestibilidade da MS ou dos nutrientes. O efeito dos AG na digestibilidade dos nutrientes pode ser minimizado caso haja maior proporção de volumoso nas dietas, devido, principalmente, à sua alta capacidade de manter o funcionamento normal do rúmen (UEDA et al., 2003), o que pode justificar os efeitos observados no presente estudo, tendo em vista a utilização de 60% de volumoso na dieta total.

O principal fator para determinação do volume de leite é o propionato, considerado o regulador osmótico da produção de leite (KRONFELD et al., 1980). Em nosso estudo a inclusão de farelo de coco influenciou negativamente o volume de leite produzido, provavelmente alterações na relação acetato : propionato ocorreram no ecossistema ruminal, disponibilizando menor quantidade líquida de glicose na glândula mamária. Além disso com a

redução da quantidade de AG de cadeia curta, a glicose torna-se menos disponível na glândula mamária, reduzindo, também, a produção de lactose no leite (FERNANDES et al., 2008), o que refletiu nos resultados obtidos no nosso estudo. Mir et al. (1999) não notaram redução na produção leiteira pela inclusão gradativa de óleo na dieta de cabras lactantes. Contudo, trabalhos com a inclusão de níveis de óleo e suplementação com diferentes fontes lipídicas registraram efeitos semelhantes aos observados no presente estudo (SILVA et al., 2007; SILVA et al., 2010; QUEIROGA et al., 2010).

De acordo com os limites referidos pela legislação vigente para o leite de cabra (BRASIL, 2000), os valores obtidos referentes a acidez em graus Dornic foram mais altos que o intervalo médio de 13 a 18 °D estabelecido. Silva et al. (2011), em seu trabalho com cabras SDR, observou média de acidez de 22,1°D (valor acima do obtido na atual pesquisa: 21,44°D), partindo do pressuposto de que a acidez do leite de cabras SRD difere de acordo com as ordens de parto, tendo em vista que as fêmeas utilizadas neste experimento estavam entre a 3ª e 4ª ordem de parto, porém, mais estudos devem ser realizados para avaliar os verdadeiros motivos deste fenômeno. Os valores referentes aos teores de gordura (%), lactose (%) e proteína total (N x 6,38) (%) encontram-se dentro dos limites estabelecidos (4,92; 5,42 e 4,58%, respectivamente), assim como para densidade, índice crioscópico e sólidos totais desengordurados (1,0316 g/cm<sup>3</sup>; -0,570 °H e 9,15%, respectivamente).

Os valores de NUL estão dentro do intervalo descrito por Jonker et al. (1999) de 10 a 16 mg/dl, o que indica uma sincronização dos compostos nitrogenados e das fontes energéticas (SNIFFEN et al., 1992).

A creatinina é o produto derivado do metabolismo da creatina (SCHUTTE et al., 1981), uma substância produzida no tecido muscular, sendo que sua produção e excreção urinária média desse metabólito está relativamente em função constante com o peso corporal, raça e estágio de lactação dos animais (VALADARES et al., 1997; LEAL et al., 2007). Neste trabalho a média de excreção de creatinina esteve dentro dos parâmetros observados em ovinos (PEREIRA et al., 2016) e em caprinos (DOS SANTOS et al., 2018).

A produção leiteira é, em geral, o principal fator que determina a concentração e quantidade de alantoína secretada no leite (SANTOS et al., 2014). No nosso estudo, a alantoína do leite representou 6% da excreção total de DP, estando próximo ao valor estimado por Chen e Gomes (1992), os quais afirmam que o uso dos dados de excreção de alantoína no leite não são suficientes para estimar a proteína microbiana disponível, no entanto, os valores observados neste trabalho acompanharam a tendência observada na excreção urinária de alantoína e de derivados de purinas, demonstrando que a secreção de alantoína no leite representa uma fração



significativa, devendo ser considerada na estimativa da absorção de purinas, caso contrário ocorreria subestimação de dados para cabras leiteiras.

Segundo o NRC (2001), a síntese de proteína microbiana depende, em grande parte, da disponibilidade de carboidratos e nitrogênio no ambiente ruminal. As dietas devem ser formuladas visando maximizar o crescimento microbiano, oferecendo, de forma sincronizada, níveis adequados de proteína degradada no rúmen e energia fermentável (PEREIRA et al., 2016). A suplementação lipídica pode apresentar um efeito importante sobre a síntese de proteína microbiana ruminal, seja diretamente por não fornecer energia fermentável aos microrganismos do rúmen ou indiretamente por meio dos efeitos sobre a composição da microbiota ruminal. A inclusão de altos níveis de lipídios dietéticos geralmente resulta na defaunação da microbiota ruminal e em um aumento acentuado da síntese de proteína microbiana (DEWHURST et al., 2000). Variações nos valores da eficiência desta síntese estão relacionadas ao tipo de microrganismo e sua fase de crescimento, disponibilidade de nutrientes, mudanças na dieta e as variações nas frequências de alimentação utilizadas em cada experimento (PEREIRA et al., 2016). As médias observadas para a eficiência de síntese de proteína microbiana pela metodologia de Chen e Gomes (1992) e Belenguer et al. (2002) expressa em PBM/kg de NDT foram inferiores ao citado para bovinos pelo NRC (2001), de 130 g de PBM/kg de NDT, porém estiveram entre as médias obtidas para ovinos e caprinos (FONSECA et al. et al., 2006; ARGÔLO et al., 2010; PEREIRA et al., 2016). Os valores médios obtidos para g de PBM/kg de CT foram menores em comparação à média de degradação ruminal preconizada pelo CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System), de 400 g PBM/kg de CT, no entanto, foram superiores às obtidas por Pereira et al. (2016).

## **6 CONCLUSÃO**

A utilização de óleo e farelo de castanha de caju podem ser estratégias a serem adotadas em planos alimentares de sistemas de produção de leite caprino.

## REFERÊNCIAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – **AFRC**. The nutrition of goats. An Technical committee on response to nutrients. CAB International, Wallingford, p. 118, 1993
- ALLEN, M. S. Effects of Diet on Short-Term Regulation of Feed Intake by Lactating Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83(7) p. 1598-1624, 2000.
- ALVES, S. P.; ARAUJO, C. M.; QUEIROGA, R. C.; MADRUGA, R. C.; PARENTE, M.O.M.; MEDEIROS, A.N.; BESSA, R.J.B. New insights on the metabolism of ricinoleic acid in ruminants. **Journal of Dairy Science**. Champaign, 100:8018-8032, 2017.
- ARGÔLO, L. S.; PEREIRA, M. L. A.; DIAS, J. C. T.; CRUZ J. F.; DEL REI, A. J.; OLIVEIRA, C. A. S. Farelo da vagem de algaroba em dietas para cabras lactantes: parâmetros ruminais e síntese de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.39, n.3, p.541-548, 2010.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, **AOAC**. Official methods of analysis. 15. ed. Washington: AOAC, 1990.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, **AOAC**. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 16a 2nd ed. Maryland, 1998.
- AYAŞAN, T. Kanatlı ve Ruminant Hayvan Beslemede Hindistan Cevizi Küspesi. **Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology**, Sivas, 4(2): 61-65, 2016.
- BELENGUER, A. D.; YAÑEZ, J.; BALCELLS, N. H.; OZDEMIR BABER, N. H.; GONZALEZ RONQUILLO, M. Urinary excretion of purine derivatives and prediction of rumen microbial outflow in goats. **Livestock Production Science**, Heerenveen, v. 77(2), p. 127-135, 2002.
- BERNARD, L.; ROUEL, J.; LEROUX, C.; FERLAY, A.; FAUCONNIER, Y.; LEGRAND, P.; CHILLIARD, Y. Mammary lipid metabolism and milk fatty acid secretion in alpine goats fed vegetable lipids. **Journal of Dairy Science**, Champaign, Apr; 88(4): 1478-89, 2005.
- BINDER, R. G.; BOEZI, J. A. Chromatographic analysis of seed oils: Fatty acid composition of castor oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, 111, v.39, p.513-517, 1962.
- BOSSA, R.; FATURI, C.; VASCONCELOS, H. G. R.; CARDOSO, A. M.; RAMOS, A. F. O.; AZEVEDO, J. C. Consumo e digestibilidade aparente de dietas com diferentes níveis de inclusão de torta de coco para alimentação de ovinos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 34, n. 1, p. 57-62, 2012.
- BOWDEN, D. M. Feed utilization for calf production in the first lactation by 2-year- old F1 crossbred beef cows. **Journal of Animal Science**, Oxford, v.51, n.2, p.937-943, 1981.

BRAGA, Z. C. A. C.; BRAGA, A. P.; RANGEL, A. H. N.; AGUIAR, E. M.; LIMA JÚNIOR, D. M. Avaliação do consumo e digestibilidade aparente de rações com diferentes níveis de farelo de coco. **Caatinga**. Mossoró, RN-Brasil. V.22, n.1, p 249-256, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa n° 37 de 31 de outubro de 2000. Regulamento técnico de produção, identidade e qualidade de leite de cabra. **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 23, Seção 1. 8 nov, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite de Cabra**. Instrução Normativa 37, 31/10/00. Brasília: Ministério da Agricultura, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite**. Instrução Normativa 51, 18/09/02. Brasília: Ministério da Agricultura, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Métodos Analíticos Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos**. Instrução Normativa 68, 12/12/06. Brasília: Ministério da Agricultura, 2006.

BRASK, M.; LUND, P.; WEISBJERG, M. R.; HELLWING, A. L.; POULSEN, M.; LARSEN, M. K.; HVELPLUND, T. Methane production and digestion of different physical forms of rapeseed as fat supplements in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, n. 4, p. 2356-2365, 2013.

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 37(2), 335-342, 2008.

CHEN, X. B.; GOMES, M. J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of the technical details. **International Feed Research Unit**. Aberdeen, UK: Rowett Research Institute. 21p, 1992. CHURCH, D. C. **The ruminant animal: Digestive, physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Simone Schuster. p 543, 1993.

CLIPES, R. C.; DETMANN, E.; SILVA, J. F. C.; VIEIRA, R. A. M.; NUNES, L. B. M.; LISTA, F. N.; PONCIANO, N. J. Evaluation of acid detergent insoluble protein as an estimator of rumen non-degradable protein in tropical grass forages. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 4, p. 694-697, 2006.

CRUZ, C. E. B.; FREITAS, E. R.; XAVIER, R. P. S.; FERNANDES, D. R.; NASCIMENTO, G. A. G.; WATANABE, P. H. Cashew nut meal in the feeding of brown laying hens. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.39, n.1, p.68-74, 2015.

CRUZ, O. T. B.; VALERO, M. V.; ZAWADZKI, F.; RIVAROLI, D. C.; PRADO, R. M.; LIMA, B. S.; PRADO, I. N. Effect of glycerine and essential oils (*Anacardium occidentale* and *Ricinus communis*) on animal performance, feed efficiency and carcass characteristics of crossbred bulls finished in a feedlot system. **Italian Journal of Animal Science**, Oxford,

v.13, p. 790–797, 2014.

DAWSON, R. M. C.; HEMINGTON, N.; HAZLEWOOD, G. P. On the role of higher plant and microbial lipases in the ruminal digestion of grass lipids. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.38, p. 225-232, 1977.

DE JESUS, E. F.; DAL VALLE, T. A.; CALOMENI, G. D.; SILVA, T. H.; TAKIYA, C. S.; VENDRAMINI, T. H. A.; PAIVA, P. G.; SILVA, G. C.; NETTO, A. S.; RENNÓ, F. P. Influence of a blend of functional oils or monensin on nutrient intake and digestibility, ruminal fermentation and milk production of dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, Madrid, v.216. p. 59-67, 2016.

DEWHURST, R. J.; DAVIES, D. R.; MERRY, R. J. Microbial protein supply from the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, Madrid, v. 85, n. 1, p. 1-21, 2000.

DOS SANTOS, A. C. S.; SANTOS, S. A.; CARVALHO, G. G. P.; MARIZ, L. D. S.; TOSTO, M. S. L.; VALADARES FILHO, S. C.; AZEVEDO, J. A. G. A comparative study on the excretion of urinary metabolites in goats and sheep to evaluate spot sampling applied to protein trials. **Jornal of Animal Science**, Oxford, 96 (8): 3381-3397, 2018.

DUTRA, A. R.; QUEIROZ, A. C.; PEREIRA, J. C.; VALADARES FILHO, S. C.; THIEBAUT, J. T. L.; MATOS, F. N.; RIBEIRO, C. V. M. Efeitos dos níveis de fibra e das fontes de proteínas sobre a síntese de compostos nitrogenados microbianos em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, n.4, p.797-805, 1997.

FARIAS, N. N. P.; FREITAS, E. R.; XAVIER, R. P. S.; BRAZ, N. M.; SOUZA, D. H.; TAVARES, T. C. L. Cashew nut meal subjected to prolonged storage for quail feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 46 (7): 576-583, 2017.

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

FONSECA, C. E. M.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; LEÃO, M. I.; CECON, P. R.; RODRIGUES, M. T.; PINA, D. S.; MARCONDES, M. I.; PAIXÃO, M. L.; ARAÚJO, A. M. Estimativa da produção microbiana em cabras lactantes alimentadas com diferentes teores de proteína na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 1169-1177, 2006.

FONTES, C. A. A.; OLIVEIRA, V. C.; SIQUEIRA, J. G.; FERNANDES, A. M.; SANT'ANA, N. F.; MELO, T. V. Eficiência de utilização da energia alimentar para produção de bezerros em vacas Nelore e mestiças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.9, p.1650-1659, 2008.

FORBES, J. M. A personal view of how ruminant animals control their intake and choice of food: minimal total discomfort. **Nutrition Research Reviews**, Leeds, v. 20, p. 132–146, 2007.

- FUJIHARA, T.; ØRSKOV, E.R.; REEDS, P.J. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v.109, p. 7-12, 1987.
- GANDRA, J. R.; NUNES GIL, P. C.; GANDRA, E. R. S.; DEL VALE, T. A.; BARLETTA, R. V.; ZANFERARI, F.; FERREIRA DE JESUS, E.; TAKIYA, C. S.; MINGOTI, R. D.; ALMEIDA, G. F.; PAIVA, P. G.; GOBESSO, A. A. O. Productive performance of simmental dairy cows supplemented with ricinoleic acid from castor oil. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 63, p. 575-585, 2014.
- GARTON, G. A.; HOBSON, P. N.; LOUGH, A. K. Lipolysis in the rumen. **Nature**, London, v. 182, p. 1511-1512, 1958.
- HARFOOT, C. G. Lipid metabolism in the rumen. In: **Lipid Metabolism in Ruminant Animals**, p. 22-55 [W.w. Christie, editor]. Oxford: Pergamon Press, 1981.
- HUTAGALUNG, R. I. The use of tree crops and their by-products for intensive animal production. A.J. Smith, R.G. Gunn (Eds.), Intensive Animal Production in Developing Countries, Occasional Publ. No. 4, **British Society of Animal Production**, Penicuik, Midlothian, p. 151-185, 1981.
- IKWUEGBU, O. A.; SUTTON, J. D. The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. **British Journal of Nutrition**, Cambridge v. 48, n. 2, p. 365-375, 1982.
- JENKINS, T. C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.76, p. 3851-3863, 1993.
- JENKINS, T. C.; WALLACE, R. J.; MOATE, P. J.; MOSLEY, E. E. Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. **Journal of Animal Science**, Oxford, v.86, p.397- 412, 2008.
- JONKER, J. S.; KOHN, R. A.; ERDMAN, R. A. Milk urea nitrogen target concentrations for lactating dairy cows fed according to National Research Council recommendations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.82, p.1261-1273, 1999.
- KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3ª Ed. UFSM, Santa Maria, p. 212, 2011.
- KRONFELD, D. S.; DONOGHUE, S.; NAYLOR, J. M.; JOHNSON, K.; BRADLEY, C. A. Metabolic Effects of Feeding Protected Tallow to Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, n. 4, p. 545-552, 1980.
- LANA, R. P.; CAMARDELLI, M. M. L.; QUEIROZ, A. C.; RODRIGUES, M. T.; EIFERT, E. C.; MIRANDA, E. N.; ALMEIDA, I. C. C. Óleo de Soja e Própolis na Alimentação de Cabras Leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34 n.2, p.650-658, 2005.
- LEAL, T. L.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; CAMPOS, J. M. S.; DETMANN, E.; BARBOSA, A. M.; TEIXEIRA R. M. A.; MARCONDES M. I. Variações diárias nas excreções de creatinina e derivados de purinas em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.905-911, 2007.

LICITRA, G.; HERNANDEZ T. M.; VAN SOEST P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Madrid, v. 574, p. 347-358, 1996.

MAIA, F.J.; BRANCO A. F.; MOURO G. F.; CONEGLIAN S. M.; SANTOS G. T.; MINELLA T. F.; MACEDO F. A. F. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, p. 1496-1503, 2006.

MAIA, M. O.; SUSIN, I.; FERREIRA, E. M.; NOLLI, C. P.; GENTIL, R. S.; PIRES, A. V.; MOURÃO, G. B. Intake, nutrient apparent digestibility and ruminal constituents of sheep fed diets with canola, sunflower or castor oils. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.11, p.2350-2356, 2012a.

MAIA, M. O.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; GENTIL, R. S.; FERREIRA, E. M.; MENDES, C. Q.; ALENCAR, S. M. Growth, carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of the *longissimus dorsi* muscle in goats kids fed diets with castor oil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.11, p.2343-2349, 2012b.

MAIA, M. O.; QUEIROGA, R. C. R. E.; MEDEIROS, A. N.; COSTA, R. G.; BOMFIM, M. A. D.; FERNANDES, M. F. Consumo, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos de cabras mestiças moxotó suplementadas com óleos de licuri ou mamona. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n.1, p. 149-155, 2010.

MARTÍNEZ MARÍN, A. L.; NÚÑEZ SÁNCHEZ, N.; PAVÓN VIJANDE, R.; GÓMEZ DÍAZ R.; PEÑA BLANCO, F.; GARCÍA MARTÍNEZ, A. Relationship between unsaturated lipid intake and fatty acid contents in sheep milk fat. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v.65, n. 251, p. 297-301, 2016.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, Rockville, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.

MIR, Z.; GOONEWARDENE, L. A.; OKINE, E.; JAEGAR, S.; SCHEER, H.D. Effect of feeding canola oil on constituents, conjugated linoleic acid (CLA) and long chain fatty acids in goats milk. **Small Ruminant Research**, Little Rock, v. 33, n. 2, p. 137-143, 1999.

MOE, P.W.; TYRRELL, H. F.; FLATT, W. P. Energetics of Body Tissue Mobilization. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 54, n. 4, p. 548-553, 1971.

MONTOYA, E.; BARAHONA, R.; CHARÁ, J. The nutritional balance of early lactation dairy cows grazing in intensive silvopastoral systems. **Ciencia Animal Brasileira**. 18: 1-12, 2017.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient requirement of dairy cattle. 7. rev. ed. Washington: National Academies Press, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids. National Academy Press: Washington, p 384,

2007.

NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **IAL**. Page 205. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, v. 1: 3. ed. São Paulo: IMESP, 2005.

NICHOLSON, T.; OMER, S. A. The inhibitory effect of intestinal infusions of unsaturated long-chain fatty acids on forestomach motility of sheep. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 50, n.1, p. 141-149, 1983.

OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **AOAC**, Rockville, 16<sup>th</sup> ed., 4<sup>th</sup> rev, p. 3-120, 1998.

ØRSKOV, E. R.; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, Toronto, v. 92, n. 2, p. 499-503, 1979.

PALMIQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídios. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**, Jaboticabal, 2<sup>a</sup> ed. Funep. Cap. 10, p. 299-322, 2011.

PALMQUIST, D. L.; JENKINS, T. C. Fat in Lactation Rations<sup>1,2</sup>: Review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, n. 1, p. 1-14, 1980.

PALMQUIST, D. L. The role of dietary fats in efficiency of ruminants. **Journal of Nutrition**, Oxford, 124 (8 Suppl):1377S-1382S, 1994.

PAOLONE, L. Tabela para a determinação do resíduo seco (extrato seco) do leite. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.17, n.1/2, p. 59-70, 1957.

PARENTE, M. O. M.; SUSIN, I.; NOLLI, C. P.; FERREIRA, E. M.; GENTIL, R. S.; POLIZEL, D. M.; PIRES, A. V.; ALVES, S. P.; BESSA, R. J. B. Effects of supplementation with vegetable oils, including castor oil, on milk production of ewes and on growth of their lambs<sup>1</sup>. **Journal of Animal Science**, Oxford, v. 96, n. 1, p. 354-363, 2018.

PARK, S.C.; JACOBSON, N.I. The mammary gland and lactation. *In: Dukes: Physiology of Domestic Animals*. Ed 11. Cornell University Press. Ithaca, NY. P.711-727, 1994.

PEREIRA, E. S.; MIZUBUTI, I. Y.; OLIVEIRA, R. L.; PINTO, A. P.; RIBEIRO, E. L. A.; GADELHA, C. R. F.; CAMPOS, A. C. N.; PEREIRA, M. F.; CARNEIRO, M. S. S.; ARRUDA, P. C.; SILVA, L. P.. Supplementation with Cashew Nut and Cottonseed Meal to Modify Fatty Acid Content in Lamb Meat. **Journal of Food Science**, North Carolina, v. 81, n. 9, p. 2143-2148, 2016.

PEREIRA, E. S.; PEREIRA, M. W.; ARRUDA, P. C.; CABRAL, L. S.; OLIVEIRA, R. L.; MIZUBUTI, I. Y.; PINTO, A. P.; CAMPOS, A. C.; GADELHA, C. R.; CARNEIRO, M. S. Effects of different lipid sources on intake, digestibility and purine derivatives in hair lambs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Munique, v.100, n.4, p.723-30, 2016.

PIMENTEL, P. G.; MOURA, A. A. A. N.; NEIVA, J. N. M.; ARAÚJO, A. A.; TAIR, R. F. L. Consumo, produção de leite e estresse térmico em vacas da raça Pardo-Suiça alimentadas com

castanha de caju. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.6, p.1523-1530, 2007.

PIMENTEL, P. G.; PEREIRA, E. S.; QUEIROZ, A. C.; MIZUBUTI, I. Y.; REGADAS FILHO, J. G. L.; MAIA, I. S. G. Intake, apparent nutrient digestibility and ingestive behavior of sheep fed cashew nut meal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, V.40, n.5, p.1128-1133, 2011.

PIMENTEL, P. G.; REIS, R. B.; NEIVA, N. M.; COELHO, S. G.; PINTO, A. P. Yield and composition of milk from dairy cows fed diets containing cashew nuts. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.48, n.4, p.700-707, 2017.

QUEIROGA, R.C.R.E.; MAIA, M.O.; MEDEIROS, A.N.; COSTA, R.G.; PEREIRA, R.A.G.; BOMFIM, M.A.D. Produção e composição química do leite de cabras mestiças Moxotó sob suplementação com óleo de licuri ou de mamona. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.1, p.204-209, 2010.

RIBEIRO, E. L. A; RIBEIRO, H. J. S. S. Uso nutricional e terapêutico do leite de cabra. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.22, n.2, p.229-235, 2001.

RODRIGUES, J. P. P.; DE PAULA, R. M.; RENNÓ, L. N.; COSTA, G. P.; HAMADE, V. C. E.; VALADARES FILHO, S. C.; RENNÓ, F. P.; MARCONDES, M. I. Effects of soybean oil supplementation on performance, digestion and metabolism of early lactation dairy cows fed sugarcane-based diets. **Animal**, Theix, p. 1-10, 2018.

RODRIGUES, M. M.; NEIVA, J. N. M.; VASCONCELOS, V. R.; LOBO, R. N. B.; PIMENTEL, J. C. M.; MOURA, A. A. A. N. Utilização do Farelo de Castanha de Caju na Terminação de Ovinos em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n.1, p. 240-248, 2003.

ROMERO-HUELVA, M.; RAMÍREZ-FENOSA, M. A.; PLANELLES-GONZÁLEZ, R.; GARCIA-CASADO, P.; MOLINA-ALCAIDE, E. Can by-products replace conventional ingredients in concentrate of dairy goat diet? **Journal of Dairy Science**. Champaign, v.100, p.4500-4512, 2017.

SANTOS, A. B.; PEREIRA, M. L. A.; SILVA, H. G. O; PEDREIRA, M. S.; CARVALHO, G. G. P.; RIBEIRO, L. S. O.; ALMEIDA, P. J. P.; PEREIRA, T.C. J.; MOREIRA, J. V. Nitrogen metabolism in lactating goats fed with diets containing different protein sources. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 27, n. 5, p. 658-666, 2014.

SANTOS, F. S.; ZEOULA L. M.; SANTOS G. T.; LIMA L. S. ; DAYS A. L. G.; RUFINO M. O. A.; SCHOGOR A. L. B.; DE MARCHI F. E.; PETIT H. V. Intake, digestibility and milk production and composition of dairy cows fed different levels of Yerba Mate in the diet. **Animal Feed Science and Technology**, Madrid, v. 230, p. 70-76, 2017a.

SANTOS, S. A.; PRATES, L. L.; CARVALHO, G. G. P.; SANTOS, A. C. S.; VALADARES FILHO, S. C.; TOSTO, M. S. L.; MARIZ, L. D. S.; NERI, F. S.; SAMPAIO, M. Q. Creatinine as a metabolic marker to estimate urinary volume in growing goats. **Small Ruminant Research**, Little Rock, v. 154, p. 105-109, 2017b.



SANTOS-SILVA, J.; DENTINHO, M. T.; FRANCISCO, A.; PORTUGAL, A. P.; BELO, A. T. ; MARTINS, A. P. L.; ALVES, S. P.; BESSA, R. J. B. Replacing cereals with dehydrated citrus pulp in a soybean oil supplemented diet increases vaccenic and rumenic acids in ewe milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 99, n. 2, p. 1173-1182, 2016.

SCHUTTE, J. E.; LONGHURST, J. C.; GAFFNEY, F. A.; BASTIAN, B. C.; BLOMQUIST, C. G. Total plasma creatinine: an accurate measure of total striated muscle mass. **Journal of Applied Physiology**, Rockville, v. 51, n. 3, p. 762-766, 1981.

SEVERINO, L. S. O que sabemos sobre a Torta de mamona. **Embrapa Algodão**, Campina Grande, p 31. (Documento 134), 2005.

SILVA, E. C.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; BISPO, S. V.; CONCEIÇÃO, M. G.; SIQUEIRA, M. C. B.; SALLA, L. E.; SOUZA, A. R. D. L. Replacement of corn meal by corn germ meal in lamb diets. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v.48, p.442-449, 2013.

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

SILVA, J. N.; ARAÚJO, A. C.; SANTOS, E. P.; HOLANDA NETO, J. P.; ALVES, T. T. L. Parametros e determinantes da qualidade físico-química do leite caprino. **Revista Verde**, Mossoró, v.6, n.3, p.32-38, 2011.

SILVA, M. S.; MACEDO, L. C.; SANTOS, J. A. B.; MOREIRA, J. J. S.; NARAIN, N.; G.F. SILVA. Aproveitamento de coprodutos da cadeia produtiva do biodiesel de mamona. **Exacta**, São Paulo, v. 8, p. 279-288, 2010.

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

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Oxford, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

UEDA, K.; FERLAY, A.; CHABROT, J.; LOO, J. J. R.; CHILLIARD, Y.; DOREAU, M. Effect of linseed oil supplementation on ruminal digestion in dairy cows fed diets with different forage:concentrate ratios. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n. 12, p. 3999-4007, 2003.

VALADARES, R. F. D. ; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C.; CLAYTON, M. K. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentração de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.

VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C.; CLAYTON, M. K. Effect of replacing Alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis

estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, Champaign, p 82, 2686-2696, 1999.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University Press, p 476, 1994.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. *Analysis of forages and fibrous foods*. Ithaca: Cornell University, p 202, 1985.

VIEIRA, R. M.; AZEVEDO, D. M. P; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. Z.; SANTOS, J. W.; DOURADO, R. M. F. **Competição de cultivares e linhagens de mamoneira no Nordeste do Brasil- 1993/96**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA. p 4. (Comunicado técnico, 71), 1998.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: **Proceedings of the 61th Cornell Nutrition Conference Feed Manufactures**. Ithaca: Cornell University. p 176-185, 1999.

WETTSTEIN, H. R.; MACHMÜLLER, A.; KREUZER, M. Effects of raw and modified canola lecithins compared to canola oil, canola seed and soy lecithin on ruminal fermentation measured with rumen simulation technique. **Animal Feed Science and Technology**, Madrid, v. 85, n. 3, p. 153-169, 2000.

ZAMBOM M.A.; SANTOS, G. T.; MODESTO, E. C.; ALCALDE, C. R.; GONÇALVES, G. D.; SILVA, D. C.; SILVA, K. T.; FAUSTINO, J. O. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum**. Maringá, v.23, n.4, p.937-943, 2001.