



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS**

**COMPOSIÇÃO E PROCESSAMENTO DO  
LEITE DE VACAS F1 (HOLANDÊS/ZEBU)  
ALIMENTADAS COM DIFERENTES FONTES  
DE COMPOSTOS NITROGENADOS**

**ANA CÁSSIA RODRIGUES DE AGUIAR**

**2014**

**ANA CÁSSIA RODRIGUES DE AGUIAR**

**COMPOSIÇÃO E PROCESSAMENTO DO LEITE DE VACAS F1  
(HOLANDÊS/ZEBU) ALIMENTADAS COM DIFERENTES  
FONTES DE COMPOSTOS NITROGENADOS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Produção Animal, para obtenção do título de “Mestre”.

**Orientador:**

**Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior**

**UNIMONTES  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2014**

Aguiar, Ana Cássia Rodrigues de

A282c      Composição e processamento do leite de vacas F1 (Holandês/Zebu) alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados [manuscrito] / Ana Cássia Rodrigues de Aguiar. – 2014.  
111 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2014.

Orientador: Prof. D. Sc. Vicente Ribeiro Rocha Júnior.

1. Alimentação dos animais. 2. Leite Produção. .3. Ureia. I. Rocha Júnior, Vicente Ribeiro. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 636.2142

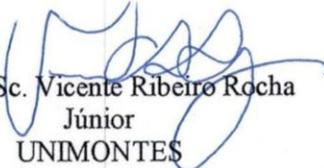
Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

**ANA CÁSSIA RODRIGUES DE AGUIAR**

**COMPOSIÇÃO E PROCESSAMENTO DO LEITE DE VACAS F1  
HOLANDÊS X ZEBU ALIMENTADAS COM DIETAS COM  
DIFERENTES FONTES DE COMPOSTOS NITROGENADOS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

**APROVADA em 07 de ABRIL de 2014.**

  
Prof. D.Sc. Vicente Ribeiro Rocha  
Júnior  
UNIMONTES  
(Orientador)

  
Prof. D.Sc. José Reinaldo Mendes  
Ruas  
UNIMONTES

  
Profª. D.Sc. Maria Dulcinéia da Costa  
UNIMONTES

  
D.Sc. Anna Christina de Almeida  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS

**JANAÚBA**  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2014

**DEDICO**

A Deus, aquele que me sustenta, me levanta...  
A minha família, fonte de amor e apoio incondicional  
A Renato, amor presente  
Aos verdadeiros amigos

## **Agradecimentos**

A Deus, por iluminar meu caminho e por estar comigo em cada instante da minha vida.

À família, pelos conselhos que me fizeram acreditar em meus passos, por estarem sempre comigo, pelo amor e imenso carinho.

A **Renato**, por me dedicar todo seu amor e compreensão nos momentos bons e nos momentos difíceis. Te levo em meu coração!

Ao **Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Jr.**, pela orientação e ensinamentos repassados, incentivo, confiança, paciência e compreensão durante o decorrer de todos esses anos de trabalho, pelas oportunidades a mim concedidas, sendo sempre um exemplo de pesquisador, educador. Serei eternamente grata.

Ao **Prof. Dr. José Reinaldo Mendes Ruas**, pela coorientação, incentivo, generosidade, pela disponibilidade de ajuda sempre que necessária e dos conhecimentos repassados e pelo apoio durante realização do experimento. A **prof<sup>a</sup> Luciana Albuquerque Caldeira Rocha** que foi imprescindível para realização do experimento, agradeço pela disponibilidade em todos os momentos e pelos conhecimentos transmitidos.

Ao meu parceiro **Sílvio Humberto “baiano”**, pelas horas dedicadas a tantos trabalhos, pelos momentos bacanas que passamos juntos, por me tolerar naqueles dias mais estressantes, e você como sempre com sua paciência de baiano.

À **Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Maria Dulcineia da Costa** e à **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Anna Christina de Almeida**, por participarem da banca de defesa e pelas correções e sugestões neste trabalho.

Aos **outros professores** da UNIMONTES, que me ensinaram.

A professora **Érika Endo**, pelo auxílio na análise estatística.

Ao amigo **Flávio Pinto Monção**, pela sincera amizade e pela colaboração na análise estatística.

À amiga, **Vanice**, minha sincera gratidão pela responsabilidade de cuidar de minhas amostras e organizar a equipe para realização das análises.

Aos **alunos bolsistas da FAPEMIG** (Deiyse, Jordana, Camila, Natanael, Lohanne, Mariele, Laydiane) que contribuíram muito neste trabalho. Que mesmo em situações estressantes do dia a dia, conseguiram dispor de momentos agradáveis e de descontração.

Aos **amigos e colegas do PPGZ**, pelos momentos de alegria, pela amizade, pelo apoio e consideração.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade concedida.

Ao **Laboratório de Nutrição e Crescimento** (ESALQ/USP), agradeço a **Maria Antônia** e **Daniel**, pela disponibilidade nas análises de cromatografia.

Aos **provadores** que, gentilmente, se dispuseram a realizar as análises sensoriais.

À **Universidade Estadual de Montes Claros**, pela oportunidade de estudo.

Ao **BNB/Fundec**, pelo auxílio financeiro ao projeto.

Ao **CNPQ**, à **CAPES** e à **FAPEMIG**, pelo auxílio com bolsas de estudo.

Aos **funcionários da fazenda experimental de Felixlândia/EPAMIG**, agradeço a todos pela receptividade, carinho, disposição e apoio na realização do projeto. Graças ao bom ambiente de trabalho, tornou-se prazerosa cada atividade executada, mesmo que demandasse muito esforço, vocês foram responsáveis para a realização deste sonho. Serão sempre lembrados!

As “**minhas meninas**” (Jarda, Padece, Granfina, Gamorra, Hamérica, Refolhuda, Miasma e Recanto), pela existência do experimento.

A todos que contribuíram de alguma forma para realização deste trabalho.

*“Escolhe um trabalho de que gostes, e não terás  
que trabalhar nem um dia na tua vida.”*

*Confúcio*

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>i</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMO GERAL.....</b>	<b>v</b>
<b>GENERAL ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
2.1 Panorama da produção de leite no Brasil e no mundo.....	3
2.2 Instrução Normativa 62 .....	4
2.3 Composição e característica do leite.....	6
2.4 Perfil de ácidos graxos .....	9
2.5 Queijo Minas Frescal .....	11
2.6 Utilização da ureia em dietas para vacas em lactação .....	14
2.7 Cultura da mamona.....	16
2.7.1 Princípios Tóxicos da mamona.....	17
2.7.2 Avaliação bromatológica da torta de mamona.....	21
2.7.3 Utilização do farelo de mamona na alimentação animal .....	22
2.8 Alguns aspectos da cultura do girassol .....	23
2.8.1 Subprodutos do Girassol.....	25
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>28</b>
<b>CAPÍTULO I - COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE DE VACAS F1 HOLANDÊS X ZEBU ALIMENTADAS COM DIETAS COM DIFERENTES FONTES DE COMPOSTOS NITROGENADOS .....</b>	<b>39</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>40</b>

<b>ABSTRACT.....</b>	<b>42</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>44</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>46</b>
2.1 Local .....	46
2.2 Os animais, os tratamentos, o período experimental e o delineamento estatístico .....	46
2.3 Obtenção do leite .....	49
2.4 Análises físico-químicas do leite .....	49
2.4.1 Perfil de Ácidos Graxos do leite .....	50
2.4.2 Índices da qualidade nutricional do leite .....	51
2.5 Análises Estatísticas.....	52
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>53</b>
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>66</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>67</b>
<b>CAPÍTULO II - RENDIMENTO, PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS, CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAL DO QUEIJO MINAS FRESCAL OBTIDO DO LEITE DE VACAS F1 HOLANDÊS X ZEBU ALIMENTADAS COM DIETAS COM DIFERENTES FONTES DE COMPOSTOS NITROGENADOS .....</b>	<b>75</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>76</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>78</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>79</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>81</b>
2.1 Local .....	81
2.2 Os animais, os tratamentos, o período experimental e o delineamento estatístico .....	81

2.3 Obtenção do leite .....	84
2.4 Análises físico-químicas do leite .....	84
2.5 Processamento do queijo Minas frescal .....	86
2.6 Textura, Rendimento e Análises físico-químicas do queijo .....	86
2.7 Perfil de Ácidos Graxos do queijo .....	87
2.7.1 Índices da qualidade nutricional do queijo Minas frescal.....	88
2.8 Análises microbiológicas .....	88
2.9 Análise Sensorial .....	89
2.10 Análises Estatísticas.....	92
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>93</b>
<b>4. CONCLUSÃO .....</b>	<b>104</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>105</b>

## LISTA DE TABELAS

	Pág.
<b>TABELA 1.</b> Requisitos físicos e químicos do leite cru refrigerado de acordo com a IN 51 .....	<b>4</b>
<b>TABELA 2.</b> Prazos e limites para redução de CBT e CCS no leite de acordo com a IN 62 para as regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste (para as regiões Norte e Nordeste acrescentar um ano ao prazo estabelecido) .....	<b>5</b>
<b>TABELA 3.</b> Tratamentos físicos para remoção da ricina .....	<b>19</b>
<b>TABELA 4.</b> Tratamentos químicos para remoção da ricina .....	<b>19</b>
<b>TABELA 5.</b> Composição química da torta de mamona.....	<b>22</b>
<b>TABELA 6.</b> Composição bromatológica do farelo e da torta de girassol.....	<b>26</b>
<b>TABELA 7.</b> Proporção dos ingredientes das dietas experimentais (%) e composição química das dietas, na base da matéria seca (%) ....	<b>48</b>
<b>TABELA 8.</b> Composição química do volumoso e ingredientes da dieta, teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e extrato etéreo (EE).....	<b>49</b>
<b>TABELA 9.</b> Composição físico-química do leite de vacas F1 (Holandês x Zebu) e ureia plasmática de vacas alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados, com respectivos coeficientes de variação (CV).....	<b>54</b>
<b>TABELA 10.</b> Perfil de ácidos graxos da gordura do leite de vacas F1 (Holandês/Zebu) alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados.....	<b>59</b>
<b>TABELA 11.</b> Índice de Aterogenicidade, Índice de Trombogenicidade, Relação Hiper/Hipocolesterolêmicos, Ácidos Graxos	

Desejáveis e Relação de Ácidos Graxos Poli-insaturados/Ácidos Graxos Saturados do leite de vacas F1 (Holandês x Zebu) alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados.....	64
<b>TABELA 12.</b> Proporção dos ingredientes das dietas experimentais (%) e composição química das dietas, na base da matéria seca (%) ....	83
<b>TABELA 13.</b> Composição química do volumoso e ingredientes da dieta, teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e extrato etéreo (EE).....	84
<b>TABELA 14.</b> Composição físico-química e produção do leite utilizado para o processamento do queijo Minas Frescal .....	85
<b>TABELA 15.</b> Composição físico-química, rendimento bruto e rendimento ajustado para o teor de umidade do queijo Minas frescal produzido com leite de vacas F1 (Holandês x Zebu) alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados, com respectivas médias e coeficientes de variação (CV) .....	93
<b>TABELA 16.</b> Perfil de ácidos graxos da gordura do queijo Minas frescal produzido com leite de vacas F1 (Holandês/Zebu) alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados .....	96
<b>TABELA 17.</b> Índice de aterogenicidade (IA), Índice de trombogenicidade (IT), relação hiper/hipocolesterolêmicos, ácidos graxos desejáveis e relação de ácidos graxos poli-insaturados/ácidos graxos saturados no queijo Minas frescal produzido do leite de vacas F1 (Holandês x Zebu) alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados, com respectivos coeficientes de variação (CV).....	100
<b>TABELA 18.</b> Média de população de coliformes a 35 °C e coliformes a 45 °C do queijo Minas frescal produzido com o leite de vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados.....	102

**TABELA 19.** Resultado da análise sensorial do queijo Minas frescal produzido do leite de vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados ..... **103**

## **LISTA DE FIGURAS**

	<b>Pág.</b>
<b>FIGURA 1</b> - Ficha da análise sensorial apresentada aos provadores.....	<b>91</b>

## RESUMO GERAL

AGUIAR, Ana Rodrigues de Aguiar. **Composição e processamento do leite de vacas F1 (Holandês/Zebu) alimentadas com dietas diferentes fontes de compostos nitrogenados**. 2014. 111 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG<sup>1</sup>.

Objetivou-se avaliar a composição e processamento do leite de vacas F1 (Holandês x Zebu) alimentadas com dietas com diferentes fontes de compostos nitrogenados. Foram utilizadas oito vacas com aproximadamente 80 dias de lactação ao início do experimento e com produção média de 20 Kg de leite corrigido para 3,5% de gordura /dia, em dois quadrados latinos 4 x 4 (4 animais, 4 dietas, 4 períodos). O experimento teve duração de 72 dias, divididos em quatro períodos de 18 dias, sendo quatorze dias de adaptação e quatro dias de coletas por período experimental. A ração completa foi fornecida duas vezes ao dia, às 8 e às 16 h, e ajustadas diariamente, de modo que as sobras representassem 10% do total ofertado. Amostras de leite foram coletadas de cada animal de manhã e à tarde, misturadas e analisadas quanto aos teores de gordura, proteína, lactose, crioscopia, densidade, pH, acidez, extrato seco total e desengordurado, sólidos totais e perfil de ácidos graxos. No primeiro dia de coleta, o leite produzido de cada tratamento foi resfriado para produção de queijos Minas Frescal que após o seu processamento foram pesados para determinar o rendimento, as características físico-químicas (gordura, proteína, acidez, pH, textura e Aw), perfil de ácidos graxos e submetidos a análises microbiológicas e ao teste de análise sensorial. Os teores de gordura, proteína, lactose, crioscopia, densidade, pH, acidez, extrato seco total e desengordurado e sólidos totais do leite não diferiram entre as fontes de compostos nitrogenados ( $P>0,05$ ). A produção diária de proteína do leite (g/dia) foi influenciada pelas fontes nitrogenadas com valores superiores para as dietas com farelo de soja e girassol. O nitrogênio ureico no leite foi maior na dieta com ureia. O perfil de ácido graxo do leite indicou efeito significativo para os ácidos C4:0 com valores superiores para as dietas com ureia, farelo de soja e farelo de mamona; C18:0 no leite dos animais que receberam as dietas com farelo de soja, ureia e farelo de girassol; C10:1 e C12:1 apresentaram concentrações superiores para as dietas com farelo de soja e girassol e o C18:1 T10 T11 T12 com valores superiores

---

<sup>1</sup> **Comitê de Orientação:** Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior– Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador); Prof. Dr. José Reinaldo Mendes Ruas – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Coorientador)

para as dietas com farelo de soja e farelo de mamona destoxificado. Quanto aos índices de qualidade nutricional da fração lipídica do leite, somente para a relação  $\omega 6/\omega 3$  houve valores superiores para a dieta com farelo de mamona destoxificado. Os teores de gordura, proteína, resíduo mineral fixo, sólidos totais, umidade, ácido láctico, pH, textura e  $A_w$  não diferiram no queijo Minas frescal entre as diferentes fontes de compostos nitrogenados das dietas experimentais ( $P>0,05$ ). Quanto ao perfil de ácidos graxos do queijo Minas Frescal, o ácido undecanoico (C11:0) foi mais alto nas dietas com farelo de soja e farelo de girassol; o C18:2-C9-T11 (CLA) mostrou-se superior para dietas com ureia, farelo de soja e farelo de girassol e o ecosatrienoico (C20:3) foi superior para as dietas com farelo de soja e ureia. As diferentes fontes de compostos nitrogenados na dieta de vacas F1 Holandês x Zebu com produção média de 20 kg de leite corrigido para 3,5% de gordura não afetam a composição físico-química do leite e do queijo, assim como o rendimento e aceitação do queijo Minas Frescal. Entretanto, as dietas com diferentes fontes de compostos nitrogenados utilizadas, influenciam na concentração de alguns ácidos graxos das gorduras do leite e do queijo Minas Frescal, além do maior teor de nitrogênio ureico no leite das vacas alimentadas com ureia.

**Palavras-chave:** farelo de mamona, farelo de girassol, ureia, farelo de soja

## GENERAL ABSTRACT

AGUIAR, Ana Cássia Rodrigues. **Composition and processing of milk from F1 (Holstein / Zebu) cows fed different sources of nitrogen compounds.** 2014. Dissertation (Master's degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG<sup>2</sup>.

This study aimed to evaluate the composition and processing of milk from F1 (Holstein x Zebu) cows fed diets with different sources of nitrogen compounds. We used eight cows with approximately 80 days of lactation in the beginning of the experiment with an average production of 20 kg of milk adjusted to 3.5% fat / day, in two 4 x 4 Latin square (4 animals, 4 diets, 4 periods). The experiment lasted 72 days, divided into four periods of 18 days, being fourteen days for adaptation and four days for collections per experimental period. A complete ration was supplied twice a day, at 8 h and 16 and adjusted every day, so that the remains represent 10% of the total supplied. Milk samples were collected from every animal in the morning and in the afternoon, mixed and analyzed as for fat, protein, lactose, freezing point, density, pH, acidity, total and defatted dry extract, total solids and fatty acid profile. On the first day of collection, the milk produced from every treatment was cooled to produce “Minas Frescal” cheese that after processing, they were weighed to determine the yield, the physical-chemical characteristics (fat, protein, acidity, pH, texture and Aw) fatty acids profile, and subjected to microbiological analysis and sensory analysis test. Contents of fat, protein, lactose, freezing point, density, pH, acidity, total and defatted dry extract and total solids did not differ between sources of nitrogen compounds ( $P > 0.05$ ). The daily production of milk protein (g / day) was influenced by nitrogen sources with higher values for diets with soybean and sunflower. The milk urea nitrogen was higher in the diet with urea. The fatty acid profile of milk indicated a significant effect for C4: 0 acid with higher values for diets containing urea, soybean and castor bean meal; C18: 0 acid in the milk of animals fed diets with soybean meal, urea and sunflower meal; C10: 1 and C12: 1 ones showed higher concentrations for diets with soybean meal and sunflower, and the C18: 1 T10 T11 T12 with higher values for diets with soybean and detoxified castor bean meal. As for nutritional quality index of the lipid fraction of milk, only for the  $\omega 6 / \omega 3$  relationship the values were

---

<sup>2</sup> **Comitê de Orientação:** Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior– Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador); Prof. Dr. José Reinaldo Mendes Ruas – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Coorientador)

higher for the diet with detoxified castor bean meal. Contents of fat, protein, fixed mineral residue, total solids, moisture, lactic acid, pH, texture and Aw did not differ in Minas Frescal cheese between the different sources of nitrogen compounds of the experimental diets ( $P > 0.05$ ). As for fatty acid profile of Minas Frescal cheese, the undecanoic acid (C11: 0) was higher in diets with soybean meal and sunflower meal; the C18: 2-C9-T11 (CLA) was superior to diets with urea, soybean meal and sunflower meal; and ecosatrienoic acid (C20: 3) was higher for diets with soybean meal and urea. The different sources of nitrogen compounds in the diet of F1 Holstein x Zebu cows with production of 20 kg of milk corrected to 3.5% fat does not affect the physical-chemical composition of milk and cheese, as well as the yield and acceptance of Minas Frescal cheese. However, the diets with different sources of nitrogen compounds influence the concentration of some fatty acids of milk fats and of the Minas Frescal cheese, besides the highest level of urea nitrogen in the milk of cows fed urea.

**Keywords:** castor bean meal, sunflower meal, urea, soybean meal

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O uso de fontes alternativas de proteínas que não interfiram desempenho animal é uma opção viável para reduzir os custos com a suplementação, o que possibilita a otimização da produção animal (BARROS *et al.*, 2011).

Com a busca crescente por alimentos ricos em proteína não concorrentes com a alimentação humana, os coprodutos agroindustriais do biodiesel vêm sendo uma alternativa à alimentação de animais ruminantes em função do potencial valor nutritivo e o custo de aquisição (FORTALEZA *et al.*, 2009).

Dessa forma, o conteúdo proteico da dieta ganha maior destaque, devido a sua grande exigência e ao elevado custo quando se trata de fontes tradicionais como o farelo de soja (PINA, *et al.* 2006). Além disso, sua limitação ou excesso pode afetar seriamente a produção e/ou a saúde do rebanho. A produção de leite, no que se refere às exigências proteicas, é atendida pela proteína microbiana e proteína não degradável no rúmen (PNDR) que chegam ao intestino delgado. A proporção que cada fração proteica representa no intestino delgado é dependente de vários fatores, dentre eles a ingestão de matéria seca (MS), o sincronismo entre fontes de carboidrato e de proteína e o teor de PNDR da dieta (GUIDI *et al.*, 2007).

O uso de nitrogênio não proteico (NNP) como fonte de nitrogênio degradável no rúmen é uma estratégia nutricional bastante comum no Brasil e objetiva a redução dos custos da proteína da dieta, sem alterar a produção de leite. Contudo, a utilização de NNP na dieta pode alterar a composição da proteína do leite, influenciando o processamento industrial da matéria-prima, já que os teores de proteína verdadeira e da caseína têm influência direta sobre a fabricação do queijo (AQUINO *et al.*, 2009).

Dentre as muitas opções de oleaginosas disponíveis, a cultura da mamona (*Ricinus communis* L.) destaca-se pelo alto potencial de exploração

em regiões marginalizadas do processo de desenvolvimento e pela alta produtividade potencial do óleo. A presença de compostos tóxicos (ricino e ricinina), bem como a escassez tecnológica que proporciona a obtenção de um alimento seguro e com preços competitivos são comumente apontados como os principais fatores que restringem sua adoção na alimentação de animais (SEVERINO, 2005). Em estudos recentes, Oliveira *et al.* (2010) mostraram que é possível fazer detoxificação eficiente do farelo de mamona com óxido de cálcio, para obtenção de um produto seguro para a alimentação de animais.

O farelo de girassol é outro coproduto da agroindústria que possui concentração elevada de proteína bruta e pode ser um potencial substituto do farelo de soja (VAN CLEEF *et al.*, 2012). É obtido após a extração do óleo dos grãos de girassol através do uso de solvente (hexano). Desse processo obtém-se, em média, 45% de óleo, 25% de casca e 30% de farelo. Trata-se de uma fonte proteica de boa qualidade e pode estar disponível no mercado a preços mais baratos quando confrontados com outras fontes de proteínas vegetais (AHMAD *et al.*, 2004). Nesse sentido, Pereira *et al.* (2011), avaliando quatro níveis de inclusão de torta de girassol (0,0, 7, 14 e 21% ) na dieta de vacas em lactação da raça Girolanda, concluíram que este coproduto é uma alternativa na alimentação de vacas leiteiras, visto que não altera a eficiência de síntese de proteína microbiana, a produção e o perfil de ácidos graxos do leite.

Portanto, objetivou-se avaliar a qualidade do leite, rendimento e qualidade do queijo Minas frescal produzido do leite de vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com dietas com diferentes fontes de compostos nitrogenados.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Panorama da produção de leite no Brasil e no mundo

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população brasileira em 2013 foi estimada em 197 milhões. Considerando o volume de leite produzido, a disponibilidade per capita é de 178 litros/habitante/ano. Esse volume ainda é baixo, quando comparado com países como: Argentina com 207 litros/ano e Uruguai com mais de 300 litros por ano. A produção brasileira deveria ser de pelo menos 40 bilhões de litros para que o brasileiro tivesse pelo menos uma disponibilidade de 200 litros/percapita/ano.

O Brasil ocupa o quinto lugar no ranking de produção de leite com mais de 31 bilhões de litros produzidos, os Estados Unidos lideram o ranking de maior produtor mundial, com mais de 87 bilhões de litros/produção/ano, conforme dados da Food and Agriculture Organization (FAO, 2012). Minas Gerais é responsável por mais de 27% da produção nacional, com o volume de leite produzido de 8.388.039 mil litros em 2010. A região Norte de Minas está em 9º lugar, com 334 milhões de litros (EMBRAPA, 2008).

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011), o Brasil vem apresentando crescimento contínuo na produção de leite desde 1990. Entretanto, embora seja significativo o aumento da produção de leite no país, o Brasil ainda apresenta índices de produtividade bastante desfavoráveis, com uma média de quatro litros/vaca/dia (ALVES *et al.*, 2010).

Essa baixa produtividade pode estar ligada a fatores como manejo inadequado, alimentação deficiente e ao baixo potencial genético dos animais. Embora se verifique uma grande necessidade em se elevar a produção do leite brasileira e inclusive no norte de Minas Gerais, percebe-se que muito ainda há que ser melhorado para que o setor consiga atender às demandas do mercado nacional e internacional. Diante disso, o Ministério da Agricultura, Pecuária e

Abastecimento (MAPA), por meio do Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite (PNMQL) publicou em 18 de setembro de 2002 a IN51 a qual foi derogada e complementada em 30 de dezembro de 2011 pela IN62 que vigora até o momento.

## 2.2 Instrução Normativa 62

Na tentativa de preparar o setor produtivo de leite, com maior cautela, em 29 de dezembro de 2011, o MAPA publicou a Instrução Normativa nº 62 (IN 62), na qual aprova o novo Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel.

De acordo com essa Instrução Normativa, o leite cru resfriado deve apresentar os mesmos requisitos físico-químicos da IN51 conforme verificado na Tabela 1 (BRASIL, 2011).

**TABELA 1.** Requisitos físicos e químicos do leite cru refrigerado de acordo com a IN 51

<b>Requisitos</b>	<b>Limites</b>
Acidez titulável, g ac. Láctico/100 mL	0,14 a 0,18
Densidade relativa a 15 °C g/mL	1,028 a 1,034
Índice Crioscópico	0,530° a 0,550° H
Matéria gorda, g/100g	teor original com o mínimo 3,0
Extrato Seco Desengordurado, g/100 mL	Mínimo de 8,4
Proteína	Mínimo de 2,9

**Fonte:** Brasil (2011)

Entretanto, prevê a partir de 1º janeiro de 2012, para as regiões sul, sudeste e centro-oeste, e, a partir de janeiro de 2013, para as regiões norte e nordeste, novos parâmetros para Contagem Bacteriana Total (CBT) e Contagem de Células Somáticas (CCS), na qual o limite passa de 750 mil/ml para o limite máximo 600 mil/ml, e até o ano de 2016 esses valores serão reduzidos para 100 mil/ml e 400 mil/ml, respectivamente (BRASIL, 2011) (Tabela 2).

**TABELA 2.** Prazos e limites para redução de CBT e CCS no leite de acordo com a IN 62 para as regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste (para as regiões Norte e Nordeste acrescentar um ano ao prazo estabelecido)

	Contagem Bacteriana Total (CBT)	Contagem de Células Somáticas (CSS)
01.01.2012	600.000 UFC/ml	600.000 células somáticas/ml
30.06.2014 (Em vigência)	300.000 UFC/ml	500.000 células somáticas/ml
01.07.2016	100.000 UFC/ml	400.000 células somáticas/ml

UFC = Unidade Formadora de Colônia

**Fonte:** [www.itambe.com.br/download/2209/cadernoAgropecuario.aspx](http://www.itambe.com.br/download/2209/cadernoAgropecuario.aspx)

Além disso, a Instrução Normativa 62 suprime os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos leites tipos “B” e “C” e complementa o controle sanitário de brucelose e tuberculose, além de normatizar a obrigatoriedade da realização de análise para pesquisa de resíduos de inibidores e antibióticos no leite (BRASIL, 2011).

### **2.3 Composição e característica do leite**

Consoante o artigo 475 do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal (RIISPOA), do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), denomina-se leite, o produto normal, fresco, integral, oriundo da ordenha completa e ininterrupta de vacas saudáveis, bem alimentadas e descansadas (BRASIL, 2008).

O leite possui uma rica fonte de nutrientes essenciais ao bom desenvolvimento do corpo humano e de animais. Em condições normais, ele é constituído, na sua maior parte, por água (87,5%), depois o extrato seco total (12,5%) constituído dos seguintes elementos: gordura (3,8%), proteínas (3,5%), lactose (4,8%) e sais minerais (0,65%) (ZEFERINO, 2013).

Os teores de gordura e a proteína no leite são utilizados como critérios de pagamento por qualidade do leite em muitos laticínios. A gordura do leite compõe cerca de 99,5% da matéria gorda do leite e é constituída por aproximadamente 95% de triglicéridos juntamente com pequenas quantidades de mono, diacilgliceróis e ácidos graxos livres; fosfolípidos, colesterol, ésteres de colesterol também estão presentes, bem como de vitaminas lipossolúveis (VARNAM & SUTHERLAND,1994). Dentre outras funções, a gordura possui vasto poder energético, e para os laticínios elas contribuem para o desenvolvimento do sabor, aroma e no rendimento de queijos e derivados lácteos.

As proteínas do leite possuem alto valor biológico e podem ser classificadas em: caseína, proteínas do soro, proteínas das membranas dos glóbulos de gordura, enzimas e fatores de crescimento (SGARBIERI, 1996).

Os minerais e as vitaminas constituem em torno de 0,9% dos sólidos do leite (HARDING, 1995). Apesar de os minerais representarem pequeno percentual na composição total do leite, eles exercem papel fundamental, principalmente com relação ao tamponamento e à estabilidade térmica do leite e

seus derivados (SWAISGOOD, 1996). O cálcio é um dos minerais considerados de maior importância. Dentre outras funções, a lactose também contribui aumentando a absorção e retenção do cálcio (ROSENTHAL, 1991). O conhecimento da composição do leite é essencial para a determinação de sua qualidade, pois define diversas propriedades organolépticas e industriais (NORO *et al.*, 2006; GLANTZ *et al.*, 2009).

O manejo nutricional pode exercer uma influência muito importante na composição do leite. A gordura é o componente de maior variabilidade no leite. De modo geral, a gordura pode variar de 2,2 a 4%. Esta porcentagem é fortemente influenciada pela genética e fatores ambientais (CORASSIN, 2004).

Segundo o NRC (2001), sob condições extremas de temperatura e de deficiência nutricional, a concentração de gordura no leite pode ser reduzida em até 50-60%.

Vários fatores da dieta influenciam na variação do teor de gordura do leite, dentre eles pode-se citar a relação volumoso:concentrado; e concentração e perfil dos ácidos graxos da dieta (SUTTON, 1989). Outros fatores também são mencionados em trabalhos de diversos autores, como: tipo de processamento da ração (FONTANELI, 2001), utilização de tamponantes ou alcalinizantes em dietas com alto teor de concentrado (HARRIS & BACHMAN, 1988), tamanho de partícula e efetividade da fibra (NÖRNBERG, 2002).

Os teores de proteína do leite e de lactose também sofrem variação em função da manipulação da dieta das vacas, porém em amplitude bem inferior às alterações que a dieta causa no teor de gordura (SUTTON, 1989).

As proteínas do leite possuem alto valor biológico e podem ser classificadas em dois grandes grupos: as caseínas e as proteínas do soro. As caseínas são as de maior interesse para os laticínios, é uma proteína termorresistente, o que permite a esterilização do leite sem que ela se gelifique, e também atua no rendimento dos derivados lácteos (PEREDA *et al.*, 2005).

A caseína pode ser definida como a fração da proteína do leite que sofre precipitação em pH=4,6; enquanto que o restante das proteínas que não sofreram esta precipitação é chamado coletivamente de proteínas do soro (FARRELL *et al.*, 2004). A caseína é sintetizada nas células epiteliais da glândula mamária, consistindo de 4 principais classes:  $\alpha$ 1-,  $\alpha$ 2-,  $\beta$ - e  $\kappa$ -caseína. Este grupo de proteínas compõe aproximadamente 80% do total de proteínas do leite, o que resulta em concentração média de 24-28 mg/mL (FARRELL *et al.*, 2004). As concentrações das diversas frações da caseína do leite,  $\alpha$ 1-,  $\alpha$ 2-,  $\beta$ - e  $\kappa$ -caseína, são de, aproximadamente, 12-15, 3-4, 9-11, e 3-4 mg/mL, respectivamente (FARRELL *et al.*, 2004). As caseínas são particularmente importantes na fabricação de derivados lácteos, sendo fator determinante no rendimento de fabricação de queijos (EMMONS; DUBÉ; MODLER, 2003).

Dentre as quatro principais proteínas do soro, duas são sintetizadas na glândula mamária ( $\beta$ -lactoglobulina e a  $\alpha$ -lactalbumina), enquanto as outras duas têm origem sanguínea (albumina sérica e imunoglobulinas). Outras proteínas do soro incluem a lactoferrina, transferrina e enzimas (plasmina, LLP, fosfatase alcalina). No leite, a  $\beta$ -lactoglobulina é a proteína do soro de maior concentração (2-4 mg/mL), seguida pela  $\alpha$ -lactalbumina (1-1,5 mg/mL), enquanto que a albumina sérica e as imunoglobulinas apresentam, respectivamente, as seguintes concentrações: 0,1-0,4 e 0,6-1,0 mg/mL (FARRELL *et al.*, 2004).

O leite apresenta, além das proteínas e peptídeos, uma fração de compostos nitrogenados não proteicos (NNP), que pode perfazer aproximadamente 5% do total de nitrogênio do leite, de acordo com Walstra e Jenness (1984). Esses compostos são principalmente de origem do sangue, incluindo, principalmente, substâncias como a ureia, a creatina e a creatinina. De acordo com Depeters e Cant (1992), a maior porção do NNP é nitrogênio na

forma de ureia (48%), o qual entra livremente na glândula mamária por difusão para equilibrar sua concentração com a do plasma sanguíneo.

Sob o ponto de vista nutricional, é importante destacar que fontes de nitrogênio da dieta podem alterar a composição da proteína do leite e tem sido prática comum o uso de fontes de proteína de baixa degradabilidade ruminal com o objetivo de elevar as concentrações de proteína láctea. Essa elevação poderia ser fisiologicamente explicada pelo fato de que o escape da fermentação ruminal (pela composição de aminoácidos da fonte de proteína) levaria ao aumento da concentração de proteína para ser absorvida no duodeno (SANTOS e HUBER, 1996).

#### **2.4 Perfil de ácidos graxos**

Na indústria, a gordura possui uma grande importância, pois é a matéria-prima para a elaboração da manteiga, além de entrar como um dos principais componentes de certos produtos como o queijo, requeijão, sorvete, doce de leite, iogurte, etc. Ela também é importante sob o aspecto nutricional, pois é fonte de energia e de ácidos graxos essenciais principalmente o linoleico (ABREU, 2005).

De acordo com esse mesmo autor, os principais ácidos graxos do leite são: C14:0-mirístico (11%), C16:0-palmítico (26%), C18:0-esteárico (10%), C18:1-oleico (20%), ácidos graxos de cadeia média e longa. Apenas 11% dos ácidos graxos são de cadeia curta, são eles: C4:0-butírico, C6:0-caproico, C8:0-caprílico e C10:0-cáprico. Assim, pode-se observar que dois terços dos ácidos graxos do leite são saturados, sendo o ácido oleico (C18:1) o mais abundante ácido graxo insaturado do leite.

Uma das características do leite bovino é a grande proporção de ácidos graxos (AG) saturados, com cadeias de 4 a 16 carbonos, resultantes da síntese *de*

*novo*. Alguns destes AG são apontados como precursores do colesterol sanguíneo de baixa densidade (LDL), responsável por doenças cardiovasculares (PARODI, 1999). Entretanto, é interessante aumentar a participação de ácidos graxos de cadeia longa, mono e poli-insaturados, na composição da gordura do leite, visto que esses AG possibilitam redução da incidência de doenças coronarianas, com o aumento do colesterol de alta densidade, o HDL (DEMEYER & DOREAU, 1999).

A gordura do leite é originada a partir dos lipídios sintetizados na glândula mamária (40 a 50%) e dos ácidos graxos pré-formados absorvidos da corrente sanguínea. Aproximadamente 10% dos AG circulantes têm origem na mobilização dos lipídios corpóreos, visto que o restante é de origem dietética.

Dietas ricas em lipídeos com ácidos graxos insaturados têm efeito ruminal, que acarreta diminuição dos teores de gordura do leite, que geralmente está associado a efeito tóxico sobre a população bacteriana, resultando em diminuição da produção de acetato e butirato no rúmen, substratos fundamentais para a síntese de gordura na glândula mamária (BANKS *et al.*, 1983).

Os ácidos graxos insaturados, especialmente os poli-insaturados, são tóxicos aos microrganismos ruminais principalmente aqueles solúveis tanto em solventes orgânicos como em água. Os microrganismos ruminais desenvolveram um mecanismo de autodefesa chamado de bio-hidrogenação que converte ácidos graxos insaturados em ácidos saturados, que são conseqüentemente menos tóxicos porque reagem com íons de cálcio no conteúdo ruminal, formando sabões de cálcio insolúveis que são atóxicos.

Para que ocorra a bio-hidrogenação, os ácidos graxos devem estar na forma não esterificada (“livre”). Como exemplo da bio-hidrogenação do ácido linoleico pela bactéria *Butyrivibrio fibrisolvens*, uma isomerase converte o ácido graxo linoleico (*cis*-9, *cis*-12 dieno metileno interrompido) em ácido *cis*-9, *trans*-11 dieno conjugado ou CLA. Esse metabólito intermediário é transitório,

sendo rapidamente hidrogenado a *trans*-11 C18:1 (ácido vaccênico), que é liberado no ambiente ruminal. Os microrganismos secundários posteriormente hidrogenam a ligação *trans*-11 com a formação do produto final primário da bio-hidrogenação, o C18:0 (ácido esteárico) (PALMQUIST & MATTOS, 2006).

Existe alta correlação entre os AG do leite e os da digesta duodenal; entretanto, a correlação entre os AG dietéticos e os do leite é baixa. São três os fatores que mais modificam os AG da dieta em relação aos absorvidos no duodeno (CHILLIARD *et al.*, 2000): primeiro, a população microbiana age sobre os AG insaturados, promovendo a saturação, em uma rota denominada bio-hidrogenação ruminal; segundo, a microbiota ruminal sintetiza ácidos graxos de forma similar à síntese *de novo*; finalmente, a D9-desaturase age nos enterócitos e na glândula mamária, que inclui uma ligação dupla *cis*-9 nos AG, por exemplo, transformando o ácido esteárico (C18:0) em oleico (*cis*-9 C18:1) e o vaccênico (*trans*-11 C18:1) em CLA *cis*-9 *trans*-11 C18:2.

## 2.5 Queijo Minas Frescal

A fabricação de queijos é uma forma conveniente de conservar o leite, transformando-o em um produto mais estável, palatável, cujas qualidades são mantidas, podendo ser padronizados ou adaptados às necessidades do mercado (MAGALHÃES, 2002). Ao passo que é um produto que tem ampla aceitação comercial e que faz parte do hábito alimentar da população, na maioria das regiões do país (PEREIRA *et al.*, 1991).

Entende-se por queijo o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou

sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes. A denominação “queijo” está reservada aos produtos em que a base láctea não contenha gordura e/ou proteínas de origem não láctea (BRASIL, 1987).

O queijo Minas frescal ou queijo branco é um produto de muito alta umidade, semigordo e feito através da coagulação enzimática do leite (BRASIL, 2004). Como não se emprega processo de maturação em sua fabricação, este tipo de queijo apresenta um curto prazo de validade e, devido a sua alta umidade, aliada quase sempre a deficientes condições higiênicas de processamento, manipulação, transporte e estocagem, o torna susceptível a micro-organismos patogênicos e deteriorantes (LOGUERCIO; ALEIXO, 2001).

O processamento artesanal do queijo Minas frescal é uma alternativa dos agricultores familiares para agregar valor a sua produção, sendo que na maioria das vezes é elaborado a partir de leite sem qualquer tratamento térmico (SILVA *et al.*, 2000). Esses produtos são vendidos diretamente ao consumidor final, e o caráter informal de fabricação e comercialização dificulta a aplicação dos parâmetros legais vigentes.

O queijo Minas Frescal produzido artesanalmente é uma variedade de origem brasileira, cuja fabricação iniciou-se no século XIX em Minas Gerais. Trata-se de um queijo que não possui padrões legais de identidade e qualidade, produzido de forma bastante variada (REZENDE *et al.*, 2010).

Apesar da proibição imposta à comercialização de queijos elaborados a partir de leite cru no Brasil, quando seu período de maturação é menor que 60 dias em temperaturas acima de 5 °C (BRASIL, 1997), a venda desses é uma atividade tradicional em vários municípios de Minas Gerais. A exigência da pasteurização do leite para a fabricação do produto se confronta com a tradição

secular do queijo produzido a partir de leite cru, já que os produtores argumentam que há alteração no sabor.

O consumo de queijo fresco fabricado com leite cru é reconhecido como um risco à saúde, principalmente para a população de alto risco, por causar doenças infecciosas graves, como listeriose, salmonelose, brucelose e tuberculose (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 2005).

Os produtos lácteos são contemplados pelo Ministério da Saúde e incluem queijos de coalho, frescal e ricota, queijo curado e queijo ralado, e queijo fundido e/ou pasteurizado. Para eles, são determinados índices máximos permitidos de contaminação por coliformes termotolerantes ( $5 \times 10^3$  NMP em queijo minas frescal e ricota) e ausência de *Salmonella spp.* em 25g da amostra (BRASIL, 1987; BRASIL, 2001).

Existem diversas etapas, ao longo do processamento de queijos, em que os microrganismos podem ser introduzidos no produto. Dessa forma, a qualidade do produto final é influenciada pelas condições higiênico-sanitárias em que o leite foi obtido, pelo processamento na indústria, pelas condições de sanitização do ambiente, qualidade da água e pelo armazenamento e transporte da matéria-prima e do produto (ICMSF, 1997).

O Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, em atendimento ao Mercosul, estabeleceu o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos, no qual se define como queijo frescal aquele que está pronto para o consumo, logo após sua fabricação, e por queijo maturado aquele que sofreu trocas bioquímicas e físicas necessárias e características da variedade considerada.

## 2.6 Utilização da ureia em dietas para vacas em lactação

A produção de leite é largamente dependente dos consumos de energia e de proteína metabolizável, os quais são altamente influenciados, tanto pela qualidade da forragem e interação da forragem com a população microbiana do rúmen, quanto pelos fatores relacionados aos animais e a outros componentes da dieta (ALLEN, 1996).

De acordo com Carmo *et al.* (2005), vacas leiteiras alimentadas com dietas com adequada concentração energética podem ser alimentadas com fontes de nitrogênio não-proteico, como a ureia, para suprir suas necessidades de PDR. O uso de dietas contendo até 2% de ureia na MS parece não alterar a produção de vacas em final de lactação. Quando há, simultaneamente, energia disponível proveniente da fermentação dos carboidratos, a amônia é utilizada para produção de proteína microbiana que, posteriormente, sofre digestão no abomaso e no intestino delgado, liberando aminoácidos para absorção.

Aguiar *et al.* (2013), trabalhando com níveis crescentes de ureia (0,00; 0,58; 1,17; 1,75% da MS) em substituição ao farelo de soja para vacas 7/8 Holandês/Zebu, utilizando a relação volumoso: concentrado (45:55) e silagem de cana, verificaram que a inclusão da ureia em até 1,75% da MS não interferiu no consumo de matéria seca, produção e composição do leite.

Imaizumi (2000), avaliando o efeito do uso de ureia na dieta de vacas em lactação sobre as características de produção e composição do leite, constatou que a ureia (1,3% da MS), associada ao farelo de soja, foi tão eficiente quanto o farelo de soja em suprir aminoácidos à glândula mamária de vacas em final de lactação, produzindo entre 12 e 13 kg de leite/dia.

Na maioria dos trabalhos revisados por Santos *et al.* (1998), a inclusão da ureia na alimentação de vacas leiteiras não alterou o consumo de matéria seca e a produção e composição do leite, indicando que esta pode ser utilizada para

reduzir os custos de produção, desde que seja combinada com fontes de proteína verdadeira.

A questão de viabilidade se aplica pois, se por um lado há uma redução de gastos com suplementação proteica, por outro há a possibilidade de redução na produção de leite. Diversos trabalhos associam a diminuição do consumo ao uso da ureia, devido à redução na palatabilidade da dieta, especialmente quando ministrado com soja, leguminosa que apresenta alta atividade de urease (SILVA *et al.*, 2001; ANDRIGUETTO, 1999). A relação entre os custos de suplementação proteica, ureia e preço do leite deve ser considerada (OLIVEIRA *et al.*, 2001).

Segundo Pina *et al.* (2006), a utilização de 40% de concentrado com 5% de ureia/sulfato de amônia na MS na dieta de vacas produzindo 25 kg de leite por dia não influenciou os parâmetros digestivos nem a produção e composição do leite.

Pereira *et al.* (2009), em revisão de literatura sobre os efeitos da proteína não degradável no rúmen no desempenho de vacas leiteiras, agruparam os dados de trabalhos científicos em que a ureia representava de 0,4 a 1,8% da dieta, substituindo diferentes concentrados proteicos. A inclusão de ureia não afetou a ingestão de matéria seca em 17 trabalhos, aumentou em 2 e reduziu em 5 de um total de 24 observações. A produção de leite não foi afetada na maior parte dos artigos revisados (20 observações), enquanto ocorreu redução em apenas 3 das observações.

Melo *et al.* (2003), utilizando diferentes níveis de ureia no concentrado para vacas em lactação (0,0; 1,2; 2,0 e 2,5%), não observaram diferença significativa quanto ao consumo de MS e produção de leite, com e sem correção para 4% de gordura, em que a ureia representava 0,0; 17,86; 30,87 e 37,93% da PB da dieta, correspondendo aos valores de 0,0; 0,46; 0,78 e 0,99% de ureia na MS total consumida, ou seja, consumo de ureia variando de 88 a 199 g/dia.

Também constataram redução nos consumos dos nutrientes e nas produções de leite com a substituição do farelo de soja (0; 18; 36 e 54% com base na MS) pela mistura palma forrageira e ureia em dietas para vacas holandesas lactantes com produção média diária de 20 kg de leite e 600 kg de PV.

## **2.7 Cultura da mamona**

A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma planta oleaginosa, da família das euforbiáceas, cultivada na maioria dos países tropicais e temperados mais quentes. Tem como origem o nordeste da África, possivelmente da Etiópia (GONÇALVES *et al.*, 1981), e no Brasil adaptou-se muito bem, sendo encontrada em grandes áreas do território nacional.

A cultura da mamona sempre foi considerada uma importante atividade para a economia do semiárido nordestino por ser resistente à seca, empregando muita mão de obra e produzindo matéria-prima para a indústria (MACÊDO, 2004).

A cultura da mamona no Brasil experimentou um período de plena decadência na década de 90. Houve paralisação das pesquisas com o uso da torta ou farelo de mamona na alimentação animal. Provavelmente, a diminuição das pesquisas deve-se ao fato de a torta de mamona destoxificada ter se tornado pouco competitiva frente ao farelo de algodão, que estava disponível em maior quantidade, com menor custo relativo, devido à ausência de necessidade de destoxificação (SEVERINO, 2005).

Entre os coprodutos, a torta e a casca de mamona precisam de maior atenção, visto que têm potencial para se tornarem alimentos alternativos para ruminantes, mas ainda não há tecnologia suficiente para seu aproveitamento com esta finalidade. A casca de mamona representa, em média, 25% do peso do fruto, sendo os 75% restantes correspondentes ao peso total das sementes (baga).

Considerando atualmente o grande interesse do Brasil na produção de biodiesel a partir do óleo extraído de culturas oleaginosas, como a mamona, é notório o potencial de produção dessas no país, e conseqüentemente geração de seus coprodutos (PEREZ *et al.*, 2009).

### **2.7.1 Princípios Tóxicos da mamona**

Conforme Anandan *et al.* (2005), a toxidez da mamona é devido à presença de ricina (uma toxoalbumina), ricinina (um alcaloide) e o "Castor Bean Allergen" (um complexo alergênico). A ricina, uma proteína de reserva, tóxica por inativar ribossomos, encontrada exclusivamente no endosperma das sementes de mamona, representa de 1,5 a 2% do peso total da semente. A ricina pode desencadear um quadro clínico gastrointestinal com vômitos, diarreia e entorpecimentos. Doses elevadas podem provocar aglutinação das hemácias e, em seguida, a hemólise. É uma proteína inativadora de ribossomo do tipo II (RIP II) por depurinação de uma invariante adenina do 28s Rrna, ou seja, há quebra da ligação glicosídica entre a adenina e a ribose, levando à perda dessa base e, conseqüentemente, impossibilitando a síntese proteica, o que implica na morte celular (KNIGHT; DORMAN, 1997; OLSNES, 1975).

A ricinina é encontrada em todas as partes da planta e é um alcaloide medianamente tóxico, podendo causar vários distúrbios neuromusculares nos pequenos ruminantes, sendo os ovinos mais sensíveis que os caprinos (BEZERRA e BRITO, 1995). De acordo com Moshkin (1986), o teor de ricinina varia entre as partes da planta: 1,3% nas folhas (matéria seca), 2,5% em plântulas estioladas, 0,035% no endosperma da semente e 0,15% na casca da semente. O complexo alergênico (CBA) é encontrado na semente, pólen e partes vegetativas da planta, tendo efeito sensibilizante acentuado por repetidos contatos com o animal, podendo ser fatal em doses maiores. Normalmente,

determinam-se quadros clínicos variados, com sintomas de asma brônquica e nefrite alérgica.

A torta de mamona passou a ser utilizada como fonte proteica para animais depois que a Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro (SAMBRA), no final da década de 50, desenvolveu um processo de destoxificação (BENESI, 1979). O processo consiste em aquecer o resíduo da extração de óleo em autoclave de aço, de forma cilíndrica, horizontal, com 3,5 rotações por minuto. O material recebe vapor indireto até que a temperatura atinja 60 - 70 °C. Atingida essa temperatura, o material passa a ser submetido a vapor direto, até que a pressão interna da autoclave chegue a 1kg/cm<sup>2</sup>. A autoclave é, então, fechada e submetida a vapor indireto, quando a pressão chega a 2kg/cm<sup>2</sup>. Deve-se, em seguida elevar a temperatura a 120-125 °C e manter durante 30 minutos. A autoclave é esfriada, e a torta retirada.

Apesar de os processos de destoxificação já terem sido avaliados em diversos trabalhos, os maiores entraves para agregação de valor da torta de mamona na alimentação animal são: a inexistência de processos industriais de custo aceitável, a viabilidade operacional e a comprovação de eficácia na destoxificação e desalergenização, além de tecnologia para acompanhamento da segurança do produto (SEVERINO, 2005). Os principais métodos físicos e químicos de remoção da ricina estão apresentados nas Tabelas 3 e 4.

**TABELA 3.** Tratamentos físicos para remoção da ricina

Agente	Concentração	Tempo	Remoção %
Encharcamento	10 L de água	3 horas	65
		6 horas	86
		12 horas	84
Extração com vapor	150 g de água (passagem de vapor)	30 min.	73
		60 min.	85
Fervura	10 L de água (fervura a 100 °C)	30 min.	90
		60 min.	91
Autoclave	15 psi	30 min.	85
		60 min.	100
Forno de ar quente	100 °C	30 min.	52
	120 °C	25 min.	50

**Fonte:** Adaptado de Anandan *et al.* (2005)

**TABELA 4.** Tratamentos químicos para remoção da ricina

Agente	Concentração	Tempo	Remoção %
NaOH	0,18 M	8 horas	82
	0,38 M		86
	0,75 M		91
Na Cl	0,25 M	8 horas	82
	0,5 M		86
	1,0 M		91
Ca(OH) <sub>2</sub>	10 g/kg	8 horas	67
	20 g/kg		68
	40 g/kg		100
Formaldeído	5 g/kg	7 dias	39
	10 g/kg		81
Amônia	7,5 g/kg	7 dias	51
	12,5 g/kg		59

**Fonte:** Adaptado de Anandan *et al.* (2005)

O farelo de mamona diferencia-se da torta pelo método de extração, através de solventes, o que permite a obtenção de produto com menor teor de óleo (abaixo de 1,5%) e maior teor de proteína bruta (PB) (EVANGELISTA *et al.*, 2004); essa maior eficiência industrial do processo de extração de óleo com solventes resulta em maior oferta de farelo (BALIZA *et al.*, 2004). O farelo de

mamona apresenta-se como alimento concentrado proteico, com teor médio de PB de 40,7%, base da MS (MATOS, 1976), correspondendo a 80% do teor de PB do farelo de soja, com degradação ruminal efetiva intermediária entre o farelo de soja e o farelo de algodão (MOREIRA *et al.*, 2003).

Apesar do potencial de utilização do farelo de mamona na alimentação de ruminantes como substituto de fontes tradicionais de proteína (farelo de soja e farelo de algodão), o principal uso deste produto ainda tem sido como adubo orgânico e controlador de nematoides, que é um produto com baixo valor agregado se comparado com a sua aplicação como alimento animal (SEVERINO, 2005).

Crespo Neto *et al.* (2008) verificaram a destoxificação da torta de mamona só no armazenamento da mesma sob condições ambientais (sol) e controlada (estufa), com o aumento da atividade de enzimas proteolíticas e concomitante degradação da ricina. No tratamento com hidróxido de cálcio houve redução na reatividade dos epítomos alergênicos, presentes na albumina 2S purificada ou, presentes na torta de mamona, como evidenciado pelos ensaios de atividade biológica de desgranulação de mastócitos.

A ricinina é pouco afetada pelos tratamentos térmicos com vapor, passando, assim, para as tortas residuais. Encontra-se nas bagas, em quantidades relativamente pequenas, cerca de 0,3%. O tratamento da torta com calor a vapor não é eficiente na eliminação da ricinina, enquanto no tratamento com a amônia pode-se eliminar, aproximadamente 25% da ricinina, porém há desvantagem, como a formação de produtos de degradação, cuja toxidez não foi ainda avaliada (LEITE *et al.*, 2005). Gardner *et al.* (1960) conseguiram eliminar a ricina e a fração alergênica, aquecendo a seco, à temperatura de 205 °C, cozendo a torta em flocos, na presença de 2% de hidróxido de sódio (NaOH) à pressão de 20 psi, como também adicionando-se 0,9% de ácido clorídrico (HCl) e 3% de metanol (CH<sub>2</sub>O).

A destoxificação da torta de mamona também pode ser feita pelo processo de secagem, aproximadamente a 60 °C. Ao atingir essa temperatura, o processo tende a eliminar a ricina com auxílio de uma solução de cloreto de sódio (NaCl) ou, ainda, atingir temperaturas maiores para realizar a destoxificação sem tratamento químico (MENDES, 2007). Ainda segundo o mesmo autor, as tortas tratada e não tratada em autoclave apresentaram valores mais elevados de ricina, quando comparados com as amostras do secador solar de exposição direta que chegaram a eliminar cerca de 47% e 36% respectivamente, por um período de secagem de 7 horas. Do ponto de vista econômico, destacou-se o tratamento físico, quando comparado ao processo tratamento químico e físico, simultaneamente.

### **2.7.2 Avaliação bromatológica da torta de mamona**

A composição química dos alimentos está relacionada a vários fatores como: clima, fertilidade do solo, variedade e condições de processamento. Na Tabela 5 pode ser observada a variação na composição química da torta de mamona possível de ser encontrada devido a esses fatores. Evangelista *et al.* (2004) avaliaram a composição química de tortas de mamona submetidas a três processos de extração de óleo (etanol, hexano, prensagem).

Para o cultivar Guarany, a porcentagem de proteína bruta (PB) foi menor no processo de prensagem (37,46%) e maior no processo com etanol (42,94); o mínimo de PB para comercialização da torta de mamona é de 37% (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE RAÇÃO - ANFAR, 1985, citado por EVANGELISTA *et al.*, 2004). O teor de extrato etéreo (EE) foi menor nos métodos de extração com etanol (5,62%) e hexano (4,66%), sendo mais eficientes na redução do EE do que a extração por prensagem (11,05%). O fornecimento de óleo na dieta para ruminantes em níveis superiores a 7%

geralmente causa um decréscimo no consumo voluntário do alimento e na digestibilidade de alguns nutrientes (SILVA e LEÃO, 1979).

Devido à grande variação observada na composição química deste subproduto, torna-se vital a avaliação bromatológica deste alimento antes de ele ser utilizado para a alimentação animal. Somente de posse da composição química, será possível realizar o correto balanceamento da dieta objetivando-se um melhor desempenho dos animais.

**TABELA 5.** Composição química da torta de mamona

	<b>MS</b>	<b>PB</b>	<b>NNP</b>	<b>EE</b>	<b>Cinzas</b>	<b>FDN</b>	<b>FDA</b>
	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>
Oliveira <i>et al.</i> 2006	86,20	34,00	30,20	5,50	10,30	56,40	43,30
Costa <i>et al.</i> 2004	91,69	28,74	-	13,10	12,11	-	-
Valadares Filho <i>et al.</i> 2002	90,17	40,64	-	1,31	7,30	48,00	-
Moreira <i>et al.</i> 2003	91,00	34,50	-	14,40	6,60	77,00	38,70
Evangelista <i>et al.</i> 2004	-	39,72	-	6,49	6,93	52,07	37,32

\*A Matéria Seca está em porcentagem da matéria natural. Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Nitrogênio não proteico (NNP), Extrato etéreo (EE), Fibra em detergente Neutro (FDN), Fibra em detergente ácido (FDA)

### **2.7.3 Utilização do farelo de mamona na alimentação animal**

Assis *et al.* (1962a) avaliaram a substituição parcial da torta de algodão por torta de mamona na alimentação de vacas Jersey e Holandesas em lactação. Em ambos os tratamentos, os animais foram mantidos em regime de duas ordenhas, em pasto com ração suplementar, em quantidade ajustada semanalmente de acordo com a produção, na base de 1 kg de ração por 2 kg de leite produzido. O tratamento A tinha a torta de algodão como única fonte proteica, e o tratamento B 80% de torta de algodão + 20% de torta de mamona atoxicada. As produções diárias de leite corrigidas a 4% de gordura variaram de

7,36 a 7,39 kg. Os resultados mostraram que a substituição parcial da torta de algodão por torta de mamona não alterou a produção de leite e o consumo do concentrado pelos animais.

Em outro trabalho, Assis *et al.* (1962b) compararam o valor da torta de mamona destoxicada, torta de algodão e torta de amendoim na alimentação de vacas Guzerá em lactação. A alimentação foi constituída de duas partes: volumoso e concentrados. Como volumoso, foi utilizada, além do pasto, uma mistura de mandioca (raiz e rama) e cana picada, fornecida à vontade. As três fontes proteicas foram administradas na base de 50 g de proteína digestível por litro de leite produzido. Os resultados revelaram não ter havido diferenças significantes entre as três tortas estudadas, no que diz respeito à produção de leite, ao consumo e ao ganho de peso, fato que indica que as tortas foram igualmente eficientes quando administradas como base proteica. Não foram observados sinais de intoxicação nas vacas em nenhum dos dois trabalhos, mesmo com o alto consumo da torta de mamona.

Naufel *et al.* (1962) compararam a administração de tortas de mamona atoxicada, de soja e de algodão como fontes de proteína na dieta de vacas em lactação. Os animais, de vários graus de sangue, foram mantidos estabulados, recebendo feno de capim-jaraguá como alimento volumoso e concentrados equilibrados na base de proteína. Verificaram que não houve diferença significativa para produção de leite, mostrando que as três fontes de proteína foram de igual eficiência.

## **2.8 Alguns aspectos da cultura do girassol**

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma espécie dicotiledônea anual da família Compositae (ou Asteraceae), sendo originária do continente norte-americano. Apresenta caule ereto, geralmente não ramificado, com altura

variando entre 1,0 e 2,5 m e com cerca de 20 a 40 folhas por planta. Sua flor é chamada de capítulo, onde se desenvolvem os grãos, denominados de aquênios, constituídos pelo pericarpo (casca) e pela semente propriamente dita (amêndoa). Varia conforme o tamanho, cor e teor de óleo (35-45%) dependendo do cultivar (McGUFFEY e SCHINGOETHE,1982).

O girassol é uma cultura que apresenta características desejáveis sob o ponto de vista agrônômico, tais como: ciclo curto, elevada qualidade e bom rendimento em óleo, o que o qualifica como uma boa opção aos produtores brasileiros. Essa possibilidade deverá ser aumentada com a recente decisão do governo federal em se utilizar o biodiesel na matriz energética, por meio de sua adição ao óleo diesel comercializado (SILVA *et al.*, 2007).

O cultivo concentra-se basicamente na região Centro-Oeste, a qual responde simultaneamente por 82,3% da área plantada e 83,7% da produção do país. O estado de Goiás aparece com a maior área e produção regional, com 23,1 mil hectares e 38,1 mil toneladas (CONAB, 2004).

Comparativamente à cultura do milho, o girassol apresenta maturação mais rápida, maior tolerância ao frio, às geadas e às deficiências hídricas (PELEGRINI, 1985), grande produção por área (cerca de 70 toneladas/ha de massa verde) além de ser adaptável a diversas regiões brasileiras (CASTRO *et al.*, 1997).

Tais características tornam a cultura do girassol uma alternativa ao milho no período da safrinha (PINTO e FONTANA, 2001), uma opção de rotação e sucessão de culturas nas regiões produtoras de grãos. Posto que a colheita inicia-se em fevereiro e termina em agosto, compreende precisamente a entressafra do milho e sorgo, inclusive ajustá-la com a estação de escassez de forragem. Assim, o girassol é uma boa opção para melhorar a dieta do rebanho nessa estação na qual a terra normalmente está desocupada.

### 2.8.1 Subprodutos do Girassol

A alimentação animal com subprodutos tipicamente na forma de resíduos de colheitas tem sido praticada há muitos anos. Atualmente, a maioria dos subprodutos utilizados na alimentação de ruminantes é resultante do processamento da indústria alimentícia e têxtil, sendo a sua importância em regiões próximas a essas indústrias e quando o suprimento de grãos está baixo ou seus preços elevados (GRASSER *et al.*, 1995).

O farelo de girassol é um importante subproduto obtido após a extração do óleo dos grãos de girassol através do uso de solvente (hexano). Desse processo obtém-se, em média, 45% de óleo, 25% de casca e 30% de farelo. Trata-se de uma fonte proteica de boa qualidade e pode estar disponível no mercado a preços mais baratos quando confrontada com outras fontes de proteínas vegetais. Mas, devido à falta de um processo eficaz de retirada das cascas, o conteúdo de fibra ainda é grande (15–24%) e pode restringir sua mistura em rações (AHMAD *et al.*, 2004).

O farelo de girassol tem sido utilizado na alimentação animal e, de acordo com alguns estudos com ruminantes, o seu valor nutricional é equivalente ao farelo de soja e ao farelo de algodão (Vincent *et al.*, 1990). Em trabalho de Garcia *et al.* (2006), avaliando os efeitos da inclusão de níveis crescentes de farelo de girassol (0, 15, 30 e 45%) em substituição ao farelo de soja no concentrado utilizado para bovinos da raça Holandesa em fase de crescimento, concluíram que a sua inclusão na dieta não influenciou o consumo e o ganho de peso; sendo o nível máximo de substituição do farelo de soja pelo de girassol de 45%.

Segundo Ensminger *et al.* (1990), o conteúdo dos nutrientes dos subprodutos do girassol é variado e depende do processo de extração do óleo e da quantidade de casca. Todavia, apresenta palatabilidade adequada. No caso do

farelo de girassol em substituição ao farelo de soja, Garcia (2001) verificou uma economia no custo da dieta de 13,64%, 28,20% e 47,10%, quando foram utilizados níveis de 15%, 30% e 45% de substituição.

A torta de girassol é resultado da extração de óleo pela prensagem do grão de girassol. A torta apresenta altos teores de proteína, extrato etéreo e fibra. Por esse motivo é usada principalmente na alimentação de ruminantes. Os grãos de girassol são esmagados inteiros, com ou sem cascas e à temperatura ambiente, não passam por nenhum cozimento prévio, ou outro processo para obtenção da torta. Após o processo de esmagamento e extração de óleo, obtém-se rendimento médio de 400 kg de óleo, 250 kg de casca e 350 kg de torta (OLIVEIRA e CÁCERES, 2005).

O processo mecânico é menos eficiente que a extração com solventes, razão pela qual contém, comparativamente ao farelo, maior teor de óleo, menor de proteína bruta e menor de FDN (Tabela 6).

**TABELA 6.** Composição bromatológica do farelo e da torta de girassol

<b>Parâmetros</b>	<b>Torta<sup>1</sup> (%)</b>	<b>Torta<sup>2</sup> (%)</b>	<b>Farelo<sup>3</sup> (%)</b>
Matéria seca (MS)	91,8	92,43	-
Proteína bruta (PB)*	22,9	24,01	31,37
Extrato etéreo (EE)*	15,5	23,96	1,08
Fibra bruta (FB)*	-	25,19	-
Fibra em detergente neutro (FDN)*	38,03	-	46,54
Fibra em detergente ácido (FDA)*	29,3	-	37,29
Cinzas*	3,9	5,06	4,67
Cálcio*	-	0,38	-
Fósforo*	-	0,76	-

\* Valores expressos com base em 100% da matéria seca

**Fontes:** (<sup>1</sup>Oliveira 2003; <sup>2</sup>Silva *et al.* 2004; <sup>3</sup>Garcia *et al.* 2004)

A torta de girassol tem características nutricionais intermediárias entre o grão e o farelo. O rendimento da torta varia com o cultivar e, normalmente, no processo da prensagem a frio, consegue-se extrair em torno de 1/3 de óleo e 2/3

de torta (Oliveira, 2003; Silva e Pinheiro, 2005). Segundo Silva *et al.* (2002), os valores da composição da torta gorda de girassol, expressos na Tabela 6, a qualificam como um alimento com potencial na nutrição animal.

A torta de girassol mostra-se ser um ingrediente de caráter proteico passível de ser incorporado às rações. De acordo com Pereira *et al.* (2011), a utilização de torta de girassol é uma alternativa na alimentação de vacas em lactação, contudo não altera a eficiência de síntese de proteína microbiana, a produção e o perfil de ácidos graxos do leite.

Santos *et al.* (2009) afirmam que a inclusão de torta de girassol na dieta de vacas leiteiras manteve o mesmo consumo de matéria seca e a produção e composição do leite, mostrando ser uma fonte potencial da dieta de vacas leiteiras.

Por fim, a escolha da torta mais adequada está relacionada com as características socioeconômicas da região, à presença de uma indústria de biodiesel próxima as áreas produtoras de girassol, às oportunidades de mercado (CHUNG *et al.*, 2009).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. R. Leite e derivados: caracterização físico química, qualidade e legislação. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 151 p.

AGUIAR, A. C. R. et al. Consumo, produção e composição do leite e do queijo de vacas alimentadas com níveis crescentes de uréia. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, Niterói, v. 20, n. 1, p. 37-42, jan./mar. 2013.

AHMAD, T.; ASLAM, Z.; RASOOL, S. Reducing fiber content of sunflower oil meal through treatment of enzymes produced from *Arachnoitus* sp. *Animal Science Journal*, São Paulo, 75, p. 231–235. 2004.

ALLEN, M. S. Relationship between forage quality and dairy cattle production. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 59, p. 51-60, 1996.

ALVES, A. et al. Bovinocultura leiteira. *Boletim Setorial do Agronegócio*. Recife: SEBRAE, 2010, 28p.

ANANDAN, S. et al. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 120, p. 159-168, 2005.

ANDRIGUETTO, J. M. *Nutrição Animal*. 6ª ed. São Paulo: Nobel, 1999. 395p.

AQUINO A. A. et al. Efeito de níveis crescentes de uréia na dieta de vacas leiteiras sobre a composição e rendimento de fabricação de queijos minas frescal. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. São Paulo, v. 46, n. 4, p. 273-279, 2009.

ASSIS, F. P. et al. Emprego do farelo de torta de mamona atoxicada em rações para vacas leiteiras. *Boletim da Indústria Animal*, Nova Odessa, v. 20, p. 39-45, 1962a.

ASSIS, F. P. et al. Valor do farelo de torta de mamona atoxicada na alimentação de vacas leiteiras em comparação com os farelos de torta de algodão e de amendoim. Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, v. 20, p. 35-38, 1962b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO. ABIQ. Consumo de queijos em diversos países. Disponível em: <<http://www.abiq.com.br>>. Acesso em: 06 nov. 2012.

BANKS, W.; CLAPPERTON, J. L.; STEELE, W. Dietary manipulation of the content and fatty acid composition of milk fat. Proceedings of the Nutrition Society, Cambridge, v. 42, p. 399-406, 1983.

BARROS, L. V. et al. . A substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona tratado em suplementos para pastoreio novilha durante o período de estiagem, chuvas. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 40, n.4, 2011.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos. Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC\\_12\\_2001.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES)> Acesso em: 06 nov. 2012.

BRASIL. Instrução Normativa nº 62 de 29 de dezembro de 2011. Regulamentos técnicos de produção, identidade, qualidade do leite tipos A, o Regulamento técnico de identidade e qualidade de leite cru refrigerado, o regulamento técnico de identidade e qualidade de leite pasteurizado e o regulamento técnico da coleta de leite cru refrigerado e seu transporte a granel. Diário Oficial da União, Brasília, 30 dez. 2011. Seção 1, n. 251, p. 06.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de queijos. Instrução Normativa nº 4, de 01 de março de 2004. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 01 mar. 2004. Seção 1. p. 12

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 01, de 28 de janeiro de 1987. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 jan. 1987. Seção 1. p. 2197-2200.

BRASIL. Portaria nº 352, de 4 de setembro de 1997. Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de queijo Minas Frescal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 4 set. 1997.

CARMO, C. A. et al. Substituição do farelo de soja por ureia ou amiréia para vacas em final de lactação. *Acta Scientiarum*, Maringa, v. 27, n. 2, p. 277-286, 2005.

CASTRO, C. et al. A cultura do girassol. Londrina: EMBRAPA – CNPSo, 1997. 36 p.

CHILLIARD, Y. et al. Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. *Annales de Zootechnie*, Versailles, v. 49, p. 181-205, 2000.

CHUNG, S. et al. Avaliação físico-química da torta de girassol (*Helianthus annuus* L.) para a utilização na alimentação animal. In: ZOOTEC, 11, 2009, Águas de Lindóia. Anais... Águas de Lindóia.:SBZ, 2009. CD-ROM

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em : 26 set. 2013.

CORASSIN, C. H. Determinação e avaliação de fatores que afetam a produtividade de vacas leiteiras: Aspectos sanitários e reprodutivos. 2004. 101 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz– Piracicaba: SP, 2004.

CRESPO NETO, H. A.; OLIVEIRA, N. D.; MACHADO, O. L. T. Avaliação dos teores de ricina e de proteases envolvidas no processamento desta toxina e a desativação de epitopos alergênicos presentes em torta de mamona (*Ricinus communis* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008,

Salvador. Anais... Salvador: SEAGRI; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 1 CD-ROM.

DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. Proceedings of the Nutrition Society, Cambridge, v.58, p. 593-607, 1999.

DEPETERS, E. J.; CANT, J. P. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: A review. Journal of Dairy Science, Champaign, v. 75, p. 2043-2070, 1992.

EMBRAPA. Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola do Brasil. 2008. Disponível em: <[www.embrapa.br/publicacoes/tecnico/aquecimentoglobal.pdf](http://www.embrapa.br/publicacoes/tecnico/aquecimentoglobal.pdf)> Acesso em: 29 jan. 2014.

EMMONS, D. B; DUBÉ, C; MODLER, H. W. Transfer of protein from milk to cheese. Journal of Dairy Science. Champaign, v. 86, p. 469-485, 2003.

ENSMINGER, M. E.; OLDFIELD, J. E.; HEINEMANN. Feeds and nutrition. 2. ed. Clovis, California: Ensminger Publishing Company, 1990. 1544 p.

EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; PERON, A. J. Avaliação da composição química das tortas de mamona e amendoim obtidas por diferentes métodos de extração de óleo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1. 2004, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. CD-ROM

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Disponível em: [www.cnpa.embrapa.br](http://www.cnpa.embrapa.br). Acesso em: 23 de jan. 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. FAO. Homepage da FAO, 2012. Disponível em: <[www.fao.org](http://www.fao.org)>. Acesso em: 23 jan. 2012.

FAO STATISTICS. Production and trade – Castor beans. Disponível em:  
<<http://faostat.fao.org/>> Acesso em: 27 set. 2012.

FARRELL, H. M. et al . Nomenclature of the proteins of cows' milk- sixth revision. Journal of Dairy Science, Champaign , v. 87, p. 1641-1674, 2004.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION – FDA. Issues health advisory about certain soft cheese made from raw milk. 2005. Disponível em:  
<<http://www.fda.gov/bbs/topics/news/2005/NEW01165.html>> Acesso em: 10 out. 2012.

FORTALEZA, A. P. S. et al. Degradabilidade ruminal in situ dos componentes nutritivos de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 30, n. 2, p. 481-496, 2009.

GARCIA, J. A. S. et al. Desempenho de bovinos leiteiros em fase de crescimento alimentados com farelo de girassol. Ciência Animal Brasileira, Jataí, v. 7, n. 3, p. 223-233, 2006.

GARCIA, J. A. S. Farelo de girassol na alimentação de bovinos leiteiros em fase de crescimento. 2001. 71 p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal. 2001.

GARDNER JUNIOR, H. K. et al. Detoxification and deallergenization of castor beans. The Journal of the American Oil Chemists Society. Champaign, v. 37, p. 142-148, 1960.

GLANTZ, M. et al. Effects of animal selection on Milk composition and processability. Journal of Dairy Science, Champaign, v. 92, n. 9, p. 4589- 4603, 2009.

GRASSER, L. A. et al. Quantity and economic importance of nine selected by-products used in California dairy rations. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 78, n. 5, p. 962-971, 1995.

GUIDIL, M. T. et al. Efeito de fontes e teores de proteína sobre digestibilidade de nutrientes e desempenho de vacas em lactação. *Acta Scientiarum Animal Science*, Maringá, v. 29, n. 3, p. 325-331, 2007.

HARDING, F. *Milk quality*. London: Chapman e Hall, 1995. 166p.

HARRIS Jr. B.; BACHAMAN, K. C. Nutritional and management factors affecting solid-non-fat, acidity and freezing point of milk. Gainesville, Institute of Food and Agricultural Sciences, 1988. (Florida Cooperative Extension Service, DS25).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Banco de dados. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br> >. Acesso em: 16 nov. 2013.

IMAIZUMI, H. Avaliação de diferentes fontes e teores de proteína degradável no rúmen sobre o desempenho e parâmetros ruminais e sanguíneos de vacas Holandesas em final de lactação. 2000, 69 p. Dissertação (Mestrado na área da Agricultura) Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produção de leite. Minas Gerais, 2011, Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>.> Acesso em: set. de 2013.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS- ICMSF. APPCC na Qualidade e Segurança Microbiológica de Alimentos. São Paulo: Varela, 1997.

KNIGHT, M. C.; DORMAN, D. C. Selected poisonous plant concerns in small animals. *Veterinary Medicine*. [s.l.], p. 60-272, 1997.

KOURI, J.; SANTOS, R. F.; SANTOS, J. W. Evolução da cultura da mamona no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. Energia e sustentabilidade -Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004.

LEITE, A. C. et al. Isolamento do alcalóide ricinina das folhas de *Ricinus communis* através de cromatografias em contracorrente. *Química Nova*, São Paulo, v. 28, n. 6, nov./dec. 2005.

LOGUERCIO, A. P.; ALEIXO, J. A. G. Microbiologia de queijo Minas Frescal produzido artesanalmente. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1063-1067, 2001.

MAGALHÃES, F. A. R. Evolução de características físico-químicas e sensoriais durante a maturação do queijo tipo gorgonzola. 2002. 85 p. Tese (Doutorado em Ciência dos alimentos). Universidade Federal de Lavras, 2002.

McGUFFEY, R. K.; SCHINGOETHE, D. J. Feeding value of high oil variety of sunflower as silage to lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. Champaign, v. 63, n. 7. p. 1109-1113. 1980.

MELO, A. A. S. et al. Substituição parcial do farelo de soja por ureia e palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em dietas para vacas em lactação. I Desempenho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 727-736, 2003.

SILVA, J. A. da. Simulação de um aquecedor solar de água como etapa do processo de detoxicação da torta de mamona. 2007. 58 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais) - Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2007.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa N° 51 de 18 de setembro de 2002. Disponível em<<http://www.extranet.agricultura.gov.br/sislegiconsulta/consultarLegislacao.do>>. Acesso em 10 out. 2013.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO.  
Prorrogada mudança na qualidade do leite. Disponível em:  
<<http://www.agricultura.gov.br/animal/noticias/2011/06/prorrogada-mudancana-norma-de-qualidade-do-leite>. Acesso em: 15 out. 2013.

MOREIRA, J. F. C. et al. Concentrados protéicos para bovinos. 1.  
Digestibilidade in situ da matéria seca e da proteína bruta. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v. 55, n. 3, 2003.

MOSHKIN, V. A. Castor. New Delhi: Amerind, 1986. 315 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 7. ed. Washington: National Academy, 2001, 381 p.

NAUFEL, F. et al. Efeitos comparativos da administração de farelos de torta de mamona atoxicada, de soja e de algodão na dieta de vacas em lactação. Boletim da indústria Animal, Nova Odessa, v. 20, p. 47-53, 1962.

NÖRNBERG, J. L. Efeito de diferentes fontes de gordura na dieta de vacas Jersey na fase inicial de lactação. 2002. 201 f. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

NORO, G. et al. Fatores ambientais que afetam a produção e a composição do leite em rebanhos assistidos por 78 cooperativas no Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 35, n. 3, p.1129-1135, 2006.

OLIVEIRA, A. S. et al. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite em vacas alimentadas com quatro níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1358-1366, 2001.

OLIVEIRA, M. D. S.; CACERES, D. R. Girassol na alimentação de bovinos. 1 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2005. 20 p.

OLSNES, S. Closing in on ricin action. Nature, New York, v. 328, p. 474- 475, 1975.

PALMQUIST, L. D.; MATTOS, S. R. W. Metabolismo de lipídeos. In: Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 287-309.

PARODI, P. W. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. Journal of Dairy Science, Champaign, v. 82, p. 1339-1349, 1999

PEREDA, J. A. O. et al. Tecnologia de alimentos.– Alimentos de Origem Animal. Porto Alegre: Artmed, 2005. v. 2. 279 p.

PEREIRA, E. S. et al. Torta de girassol em rações de vacas em lactação: produção microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. Acta Scientiarum. Animal Sciences, Maringá, v. 33, n. 4, p. 387-394, 2011.

PEREIRA, M. L. *et al.* Intoxicação por *Staphylococcus aureus* provocada por queijo “tipo Minas”. Revista de Microbiologia, São Paulo, v. 22, p. 349-350, 1991.

PEREZ, R. et al. Aproveitamento ótimo da torta de mamona. Viçosa: UFV, 2009.129 p.  
<[http://www.bioenergiaufv.com.br/imagens/uploads/files/proj.\\_conclu%C3%AAdos/aproveitamento\\_%C3%93timo\\_da\\_torta\\_de\\_mamona.pdf](http://www.bioenergiaufv.com.br/imagens/uploads/files/proj._conclu%C3%AAdos/aproveitamento_%C3%93timo_da_torta_de_mamona.pdf).> Acesso em: 06 nov. 2012.

PINA, D. S. et al. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de proteína. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1543-1551, 2006.

PINTO, J. H. E.; FONTANA, A. Canola e Girassol na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. 2001. Campinas. Anais... Campinas: [s.n.], 2001.p.109-134.

REZENDE, P. H. L. et al. Aspectos sanitários do queijo Minas Artesanal comercializado em feiras livres. Revista Instituto. Laticínio “Cândido Tostes”. Juíz de fora, nov/dez, v. 65, n. 377, p. 36-42, 2010.

ROSENTHAL, I. Milk and dairy products: properties and processing. New York: VHC Publishers, INC, 1991. 637p.

SANTOS, A. X. et al. Torta de girassol na dieta de vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá. Anais... Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. p. 3.

SANTOS, F. A. P. et al. Effects of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: a 12-year literature review. Journal of Dairy Science, Champaign, v. 81, p. 3182-3213, 1998.

SANTOS, F. P.; HUBER, J. T. Quality of bypass protein fed to high-producing cow is important. Feedstuffs. p. 12-15, 1996.

SEVERINO, I. S. O que sabemos sobre a torta de mamona. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 31 p. (Documentos, 134)

SGARBIERI, V. C. Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações. São Paulo: Livraria Varela, 1996. 517 p.

SILVA, C. A.; PINHEIRO, J. W. Girassol na alimentação de suínos e aves. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, M. A.; CASTRO, C. (Eds.). Girassol no Brasil. Londrina-PR: Embrapa Soja, 2005. Cap. 6. p. 93.

SILVA, C. A.; PINHEIRO, J. W.; FONSECA, N. A. F. Digestibilidade da torta de girassol para suínos na fase de crescimento. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 1., 2002, Foz do Iguaçu. Anais... Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, p. 219-220. 1 CD-ROM, 2002.

SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. Fundamentos de nutrição de ruminantes. Piracicaba: Livro Ceres, 1979. 380 p.

SUTTON, J. D. Altering milk composition by feeding. Journal of Dairy Science, Champaign, v. 72, n. 563, p. 2801-2814, 1989.

SWAISGOOD, H. E. Characteristics of milk. In: FOOD CHEMISTRY. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 841-878.

VAN CLEEF, E. H. C. B. et al. Fontes energéticas associadas ao farelo de girassol ou à ureia em dietas para novilhos. Archivos de Zootecnia, Belo Horizonte, v. 61, n. 235, p. 416.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. Milk and milk products: technology, chemistry and microbiology. London: 451 p. Chapman e Hall, 1994. 451p.

VINCENT, I. C.; HILL, R.; CAMPLING, R. C. A note on the use of rapeseed, sunflower and soybean meals as protein sources in compound foods for milking cattle. Animal Production, Edinburg, v. 50, n. 3, p. 541-543, 1990.

WALSTRA, P.; JENNESS, R. Proteins. In: DAIRY CHEMISTRY AND PHYSICS. p. 8-122. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY. 1984.

ZEFERINO, E. S. Qualidade do leite produzido em municípios localizados na Região da Serra Geral (MG): adequação as instruções normativas 51 e 62. 2013. 52 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros-Janaúba. 2013.

## **CAPÍTULO I**

### **COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE DE VACAS F1 HOLANDÊS X ZEBU ALIMENTADAS COM DIETAS COM DIFERENTES FONTES DE COMPOSTOS NITROGENADOS**

## RESUMO

AGUIAR, Ana Cássia Rodrigues de Aguiar. **Composição físico-química e perfil de ácidos graxos do leite de vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com dietas com diferentes fontes de compostos nitrogenados**. 2014. Cap. I, p. 42-74. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG<sup>3</sup>.

Objetivou-se avaliar a composição físico-química e perfil de ácidos graxos do leite de vacas F1 (Holandês x Zebu) alimentadas com dietas com diferentes fontes de compostos nitrogenados. Foram utilizadas quatro dietas experimentais formuladas para serem isoproteicas e isoenergéticas e para produção média de 20 kg de leite corrigido para 3,5% de gordura/dia. O delineamento experimental foram dois quadrados latinos 4 x 4, compostos de quatro animais, quatro tratamentos e quatro períodos experimentais cada. O experimento teve duração de 72 dias, sendo divididos em quatro períodos de 18 dias. Foram utilizadas oito vacas F1 (Holandês/Zebu), com período de lactação, ao início do experimento, de aproximadamente 80 dias. A ração completa foi fornecida duas vezes ao dia, às 8 e às 16 h, e ajustadas diariamente, de modo que as sobras representassem 10% do total ofertado. As amostras de leite foram coletadas de cada animal de manhã e à tarde, misturadas e analisadas quanto aos teores de gordura, proteína, lactose, crioscopia, densidade, pH, acidez, extrato seco total e desengordurado, sólidos totais e perfil de ácidos graxos. Os teores de gordura, proteína, lactose, crioscopia, densidade, pH, acidez, extrato seco total e desengordurado e sólidos totais não diferiram entre as fontes de compostos nitrogenados utilizadas ( $P>0,05$ ). A produção diária de proteína do leite (g/dia) foi mais alta para as dietas com farelo de soja e farelo de girassol. O nitrogênio ureico no leite foi maior na dieta com ureia. O perfil de ácido graxo do leite indicou efeito significativo para o ácido C4:0, com valores superiores para as dietas com ureia, farelo de soja e farelo de mamona; o C18:0 foi mais alto no leite dos animais que receberam as dietas com farelo de soja, ureia e farelo de girassol; os C10:1 e C12:1 apresentaram concentrações superiores para as dietas com farelo de soja e farelo de girassol e o C18:1 T10 T11 T12 teve valores superiores para as dietas com farelo de soja e farelo de mamona destoxificado. No entanto, para os totais de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados, estes não diferiram entre as fontes de compostos nitrogenados. Quanto aos índices de

---

<sup>3</sup> **Comitê de Orientação:** Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior– Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador); Prof. Dr. José Reinaldo Mendes Ruas – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Coorientador)

qualidade nutricional da fração lipídica do leite, somente para a relação  $\omega 6/\omega 3$  apresentou valores superiores para a dieta com farelo de mamona destoxificado. O uso de diferentes fontes de compostos nitrogenados na dieta de vacas F1 Holandês x Zebu, com produção média de 20 kg de leite corrigido para 3,5% de gordura, não afeta a composição físico-química do leite, com exceção do nitrogênio ureico no leite que aumenta na dieta com ureia. Entretanto, o uso de dietas com diferentes fontes de compostos nitrogenados pode modificar o perfil de ácidos graxos da gordura do leite.

**Palavras-chaves:** leite, nitrogênio não proteico, nutrição

## ABSTRACT

AGUIAR, Ana Cássia Rodrigues de Aguiar. **Physical-chemical composition and fatty acid profile of milk of F1 Holstein x Zebu cows fed diets with different sources of nitrogen compounds**. 2014. Chapter I. p. 42-74. 2014. Dissertation (Master's degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, MG<sup>4</sup>.

This study aimed to evaluate the physical-chemical composition and fatty acid profile of milk of F1 (Holstein x Zebu) cows fed diets with different sources of nitrogen compounds. We used four experimental diets formulated to be isonitrogenous and isocaloric and production of 20 kg corrected to milk 3.5% fat / day. The experimental design was two 4 x 4 Latin square composed of 4 animals, 4 diets, 4 periods every one. The experiment lasted 72 days, divided into four periods of 18 days. We used eight cows with approximately 80 days of lactation in the beginning of the experiment. A complete ration was supplied twice a day, at 8 h and 16 and adjusted every day, so that the remains represent 10% of the total supplied. Milk samples were collected from every animal in the morning and in the afternoon, mixed and analyzed as for content of fat, protein, lactose, freezing point, density, pH, acidity, total and defatted dry extract, total solids and fatty acid profile. Contents of fat, protein, lactose, freezing point, density, pH, acidity, total and defatted dry extract and total solids did not differ between sources of nitrogen compounds ( $P > 0.05$ ). The daily production of milk protein (g / day) was higher for diets with soybean and sunflower. The milk urea nitrogen was higher in the diet with urea. The fatty acid profile of milk indicated a significant effect for C4: 0 acid, with higher values for diets containing urea, soybean and castor bean meal; C18: 0 acid was higher in the milk of animals fed diets with soybean meal, urea and sunflower meal; C10: 1 and C12: 1 showed higher concentrations for diets with soybean meal and sunflower, and the C18: 1 T10 T11 T12 with higher values for diets with soybean and detoxified castor bean meal. However, for total saturated fatty acids, monounsaturated and polyunsaturated, there was no difference between the sources of nitrogen compounds. As for nutritional quality index of the lipid fraction of milk, only the  $\omega 6 / \omega 3$  relationship showed superior values for the diet with detoxified castor bean meal. The different sources of nitrogen compounds in the diet of F1

---

<sup>4</sup> **Guidance committee:** Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – Department of Agrarian Sciences /UNIMONTES (Adviser); Prof. Dr. José Reinaldo Mendes Ruas – Department of Agrarian Sciences/UNIMONTES (Co-adviser).

Holstein x Zebu cows with production of 20 kg of milk corrected to 3.5% fat does not affect the physical-chemical composition of milk, that increases with urea. However, the diets with different sources of nitrogen compounds can change fatty acids profile of the milk fat.

**Keywords:** milk, non-protein nitrogen, nutrition

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o farelo de soja é a principal fonte proteica em dietas para vacas leiteiras suplementadas com concentrado, sendo considerada uma proteína de excelente qualidade, que apresenta alta degradabilidade ruminal, porém sua inclusão pode resultar em maior custo dietético. O custo de fontes tradicionais de alimentos tem se tornado limitante para sistemas de produção animal, e a inclusão de fontes proteicas alternativas na alimentação de vacas em lactação tem como principal objetivo baixar os custos com a alimentação, mantendo-se os níveis de produção e a qualidade do leite (KROLOW *et al.*, 2012).

Assim, surge o interesse por parte dos pesquisadores quanto à utilização da ureia (NNP) e dos coprodutos da indústria do biodiesel (farelo de girassol e de mamona) como fonte proteica em dietas para vacas em lactação. Todavia, o potencial de incorporação desses ingredientes em dietas para animais ruminantes requer cuidado, planejamento, avaliação e estudo, uma vez que rações formuladas com ingredientes alternativos devem ser eficientes, seguras e econômicas para permitir o mesmo desempenho produtivo de animais alimentados com dietas tradicionais (PINA *et al.*, 2006)

A qualidade do leite pode ser afetada por vários fatores associados ao manejo, à sanidade, à alimentação e ao potencial genético dos animais (ANDRADE *et al.*, 2007). A alimentação da vaca pode influenciar no valor nutritivo do leite e dos derivados lácteos, uma vez que alimentos saudáveis são cada vez mais procurados pelos consumidores (FERNANDES *et al.*, 2008).

O manejo da nutrição constitui, então, a principal estratégia para alterar a composição do leite (MATTOS e PEDROSO, 2005) a fim de atender distintas demandas de mercado. Nesse aspecto, a manipulação da dieta, com o intuito de alterar a produção e a composição do leite, vem se tornando muito comum dentro da atividade leiteira (OLIVEIRA *et al.*, 2007). Uma das características do leite bovino é a grande proporção de ácidos graxos saturados (AG), com cadeias

de 4 a 16 carbonos, resultantes da síntese *de novo*. Alguns destes AG são apontados como precursores do colesterol presente nas lipoproteínas de baixa densidade (LDL), responsável por doenças cardiovasculares (PARODI, 1999). Entretanto, é interessante aumentar a participação de ácidos graxos de cadeia longa, mono e poliinsaturados, na composição da gordura do leite, pois estes AG possibilitam redução da incidência de doenças coronarianas, com o aumento do colesterol presente nas lipoproteínas de alta densidade (HDL) (DEMEYER E DOREAU, 1999).

Sob o ponto de vista nutricional, é importante destacar que fontes de nitrogênio da dieta podem alterar a composição da proteína do leite e tem sido prática comum o uso de fontes de proteína de baixa degradabilidade ruminal com o objetivo de elevar as concentrações de proteína láctea. Essa elevação poderia ser fisiologicamente explicada pelo fato de que o escape da fermentação ruminal (pela composição de aminoácidos da fonte de proteína) levaria ao aumento da concentração de proteína para ser absorvida no duodeno (SANTOS e HUBER, 1996).

Considerando-se, ainda, que a maior parte da produção de leite é feita tradicionalmente com vacas mestiças de holandês com produção que varia 1.339 a 5.470 kg (FACÓ *et al.*, 2002; GROSSI e FREITAS, 2002;), objetivou-se avaliar a composição físico-química e perfil de ácidos graxos do leite de vacas F1 (Holandês x Zebu) alimentadas com dietas com diferentes fontes de compostos nitrogenados.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local**

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, localizada no Município de Janaúba/MG. As análises foram realizadas nos Laboratórios de Análise de Alimentos e de Tecnologia de Produtos de Origem Animal da UNIMONTES – *Campus* Janaúba, no Laboratório de Nutrição Animal da ESALQ-USP – *Campus* Piracicaba e na Clínica do Leite - ESALQ-USP – *Campus* Piracicaba.

### **2.2 Os animais, os tratamentos, o período experimental e o delineamento estatístico**

Foram utilizadas oito vacas F1(Holandês/Zebu), com produção média de 20 kg de leite, corrigido para 3,5% de gordura, e com período médio de lactação, ao início do experimento, de aproximadamente 80 dias. O delineamento experimental adotado foram dois quadrados latinos 4 x 4, compostos de quatro animais, quatro tratamentos e quatro períodos experimentais cada. Foram utilizadas 4 dietas experimentais, uma para cada uma das fontes nitrogenadas (farelo de soja, ureia, farelo de girassol, farelo de mamona destoxificado). O experimento teve duração de 72 dias, sendo dividido em quatro períodos de 18 dias, sendo que os 14 primeiros dias de cada período foram reservados para adaptação dos animais às dietas e os quatro últimos para coleta de dados e amostras.

Os animais foram mantidos em galpão coberto com estrutura metálica onde continham as baias individuais de 20 m<sup>2</sup>, com piso de cimento, separadas por estruturas de ferro, dotadas de cochos e bebedouros.

As dietas foram formuladas conforme o NRC (2001) para vacas com média de 500 kg de peso vivo e potencial de produção de 20 kg de leite corrigido para 3,5% de gordura/dia. As dietas foram formuladas para serem isoproteicas e isoenergéticas e foram fornecidas às vacas duas vezes por dia, às 08 h e às 16 h. O volumoso utilizado foi silagem de sorgo que era pesado diariamente em balança digital, colocado nos respectivos cochos e misturado com os concentrados de cada tratamento. As sobras dos cochos eram pesadas e registradas diariamente.

As dietas foram ajustadas de acordo com as sobras, mantendo-se uma relação volumoso:concentrado com base na MS de 70:30, de forma que as sobras representassem 10 % da quantidade fornecida.

A destoxificação do farelo de mamona foi feita segundo Anandan *et al.* (2005) utilizando-se hidróxido de cálcio. O farelo de mamona foi misturado com solução de hidróxido de cálcio em uma proporção de 3 g / ml e a concentração de hidróxido de cálcio foi de 40 g / kg. O material tratado foi deixado durante a noite e exposto ao sol para secagem e posterior armazenamento em sacos.

A proporção dos ingredientes e a composição química das dietas encontram-se na Tabela 7.

**TABELA 7.** Proporção dos ingredientes das dietas experimentais (%) e composição química das dietas, na base da matéria seca (%)

Ingredientes	Dietas Experimentais (% MS)			
	<sup>1</sup> FS	Ureia	<sup>2</sup> FG	<sup>3</sup> FMD
Silagem de sorgo	70,00	70,00	70,00	70,00
Farelo de Soja	11,94	0,00	0,00	0,00
Farelo de Girassol	0,00	0,00	13,28	0,00
Farelo de Mamona Detoxificado	0,00	0,00	0,00	12,24
Milho moído	17,14	27,18	15,80	16,84
Ureia:sulfato de amônio (9:1)	0,00	1,90	0,00	0,00
Suplemento mineral	0,92	0,92	0,92	0,92
Composição Química				
Matéria Seca (%)	30,43	30,78	31,79	30,92
Matéria Orgânica (%)	93,18	93,06	93,01	93,27
Proteína Bruta (%)	12,05	13,06	13,29	12,30
<sup>4</sup> NIDN (%)	0,44	0,41	0,42	0,43
<sup>5</sup> NIDA (%)	0,02	0,02	0,02	0,02
Extrato Etéreo (%)	1,15	1,27	2,33	1,73
Carboidratos Totais (%)	75,04	76,45	72,61	76,34
Carboidratos não fibrosos (%)	30,50	32,81	27,26	31,78
Fibra em detergente neutro (%)	44,54	43,64	45,35	44,56
<sup>6</sup> FDNcp (%)	44,15	40,23	45,32	42,31
Fibra em detergente ácido (%)	20,60	23,06	21,45	26,43
Lignina	3,02	3,24	3,65	3,14
<sup>7</sup> Nutrientes Digestíveis Totais	65,28	65,16	65,43	65,02

<sup>1</sup>FS = Farelo de Soja; <sup>2</sup>FG = Farelo de Girassol; <sup>3</sup>FMD = Farelo de Mamona Detoxificado

<sup>4</sup>NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; <sup>5</sup>NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; <sup>6</sup>FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína

<sup>7</sup>Estimado pelas equações do NRC (2001)

A composição do volumoso e dos ingredientes dos concentrados estão na Tabela 8.

**TABELA 8.** Composição química do volumoso e ingredientes da dieta, teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e extrato etéreo (EE)

<b>Nutrientes</b>	<b>MS</b>	<b>PB</b>	<b>FDN</b>	<b>FDA</b>	<b>EE</b>	<b>LIG</b>
<b>Ingredientes</b>	<b>% Matéria Seca</b>					
Silagem de Sorgo	22,14	9,00	48,74	22,03	1,45	3,57
Milho	87,98	7,27	11,96	2,95	2,48	1,35
Farelo de Soja	92,41	44,00	27,20	11,90	2,17	2,45
Farelo de Girassol	91,90	37,71	38,60	27,91	1,97	3,65
Farelo de Mamona Detoxificado	90,42	39,08	42,90	18,58	1,87	3,24

### 2.3 Obtenção do leite

Os animais foram ordenhados por ordenha mecânica, com bezerro ao pé, duas vezes ao dia, às 06 horas e às 14 horas. As amostras de leite de cada animal foram coletadas duas vezes ao dia, nos últimos quatro dias de cada período, sendo feito um *pool* das amostras do leite da ordenha da manhã e da tarde, proporcionalmente à quantidade produzida de manhã e à tarde. Após a ordenha de cada vaca, o leite foi homogeneizado e coletada uma amostra de 500 mL. Posteriormente essas amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal da Unimontes - *Campus* de Janaúba e no mesmo dia foram realizadas as análises físico-químicas.

### 2.4 Análises físico-químicas do leite

Para determinação das características físico-químicas do leite, foram realizadas as seguintes análises, em triplicata: acidez titulável (°D) realizada com uso da solução indicadora de fenolftaleína (0,1%); pH, utilizando-se peagômetro digital Tecnopon, densidade a 15 °C, pelo termolactodensímetro de Quevenne;

teor percentual de gordura, pelo método de Gerber; proteína pelo método kjeldahl com multiplicação do percentual de nitrogênio pelo fator 6,38; cinzas pela incineração na mufla a 550°; e índice crioscópico (°H), por meio de crioscópio eletrônico LAKTRON 312-L. A porcentagem de lactose foi calculada pela diferença entre os constituintes sólidos (proteína, gordura e cinzas). O cálculo do extrato seco total (EST) foi obtido a partir do Disco de Ackermann, e o extrato seco desengordurado (ESD) pela subtração do teor de gordura (BRASIL, 2006).

Ao final de cada período experimental, ou seja, a cada 18 dias, foram coletadas amostras de leite para as análises de ureia, caseína e contagem de células somáticas (CCS). Essas amostras foram acondicionadas em frascos com conservante Bronopol e enviadas para a Clínica do Leite – ESALQ/USP – *Campus* Piracicaba, onde foram realizadas as análises mencionadas anteriormente. O teor de nitrogênio ureico e o percentual de caseína do leite foram determinados pelo método Infravermelho - PO ANA 009, e a Contagem de Células Somáticas (CCS) foi determinada pelo método Citometria de Fluxo - PO ANA 008.

#### **2.4.1 Perfil de Ácidos Graxos do leite**

A extração dos ácidos graxos foi feita conforme descrito por Hara (1978), e a metilação de acordo com a descrição de Christie (1982). As amostras transmetiladas foram analisadas em cromatógrafo a gás modelo *Focus CG-Finnigan*, com detector de ionização de chama, coluna capilar CP-Sil 88 (Varian), com 100 m de comprimento por 0,25 µm de diâmetro interno e 0,20 µm de espessura do filme. Foi utilizado o hidrogênio como gás de arraste, numa vazão de 1,8 ml/min. O programa de temperatura do forno inicial foi de 70 °C, tempo de espera 4 min, 175 °C (13 °C/min) tempo de espera 27 min, 215 °C (4

°C/min) tempo de espera 9 min e, em seguida aumentando 7 °C/min até 230 °C, permanecendo por 5 min, totalizando 65 min. A temperatura do vaporizador foi de 250 °C, e a do detector, de 300 °C.

Uma alíquota de 1 µL do extrato esterificado foi injetada no cromatógrafo, a identificação dos ácidos graxos foi feita pela comparação dos tempos de retenção, e as percentagens dos ácidos graxos foram obtidas por meio do *software* – *Chromquest 4.1* (Thermo Electron, Italy).

Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões de ácidos graxos de manteiga. Os ácidos graxos foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos. Os resultados dos ácidos graxos foram expressos em mg/g de gordura.

A determinação do perfil de ácidos graxos foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal da ESALQ-USP – *Campus Piracicaba*.

#### **2.4.2 Índices da qualidade nutricional do leite**

A qualidade nutricional da fração lipídica foi avaliada pelos dados de composição em ácidos graxos, empregando-se os seguintes cálculos: Índice de Aterogenicidade a) (IA) =  $\{(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)\} / (\sum AGMI + \sum \omega 6 + \sum \omega 3)$  e Índice de Trombogenicidade (IT) =  $(C14:0 + C16:0 + C18:0) / \{(0,5 \times \sum AGMI) + (0,5 \times \sum \omega 6 + (3 \times \sum \omega 3) + (\sum \omega 3 / \sum \omega 6))\}$ , segundo Ulbricht e Southage (1991); b) razão entre ácidos graxos hipercolesterolêmicos e hipocolesterolêmicos =  $(C14:0 + C16:0) / (\text{monoinsaturado} + \text{poli-insaturado})$  e Ácidos Graxos Desejáveis (AGD) = (insaturados + C18:0) conforme Costa *et al.* (2008); c) Razão entre ácidos graxos poli-insaturados e ácidos graxos saturados e razão entre  $\omega 6$  e  $\omega 3$  (COSTA *et al.*, 2008).

## 2.5 Análises Estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância do programa SISVAR (FERREIRA, 2011), segundo o modelo estatístico a seguir:

$$Y_{k(ij)} = \mu + P_i + A_j + T_{k(ij)} + e_{k(ij)}$$

Em que:

$Y_{k(ij)}$  = A observação referente ao tratamento “k”, dentro do período “i” e animal “j”;

$\mu$  = Uma constante associada a todas as observações;

$P_i$  = Efeito do período “i”, com  $i = 1, 2, 3$  e  $4$ ;

$A_j$  = Efeito do animal “j”, com  $j = 1, 2, 3$  e  $4$ ;

$T_{k(ij)}$  = Efeito do tratamento “k”, com  $k = 1, 2, 3$  e  $4$ ; e

$e_{k(ij)}$  = erro experimental associado a todas as observações ( $Y_{k(ij)}$ ), independente, que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância  $\sigma^2$ .

Quando significativas na análise de variância, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada diferença para a produção e teor de gordura no leite (Tabela 9) entre as diferentes fontes de compostos nitrogenados ( $P>0,05$ ), encontrando percentuais médios variando de 672,64 a 796,88 g/dia e 4,46 a 4,80%, respectivamente. É importante ressaltar que as vacas produziram leite com elevado teor de gordura superando o limite mínimo de (3%) estabelecido pela Instrução Normativa 62 para o leite integral.

Os resultados estão de acordo com os obtidos por outros pesquisadores, quando não verificaram efeito da substituição das fontes de proteína, farelos de soja e de algodão por ureia, sobre o teor de gordura do leite de vacas (TEIXEIRA *et al.*, 1991) e, ao associarem diferentes fontes de proteína com ureia (SANTOS *et al.*, 1995). Saran Netto *et al.* (2011) também relataram resultados semelhantes aos descritos no presente estudo, substituindo a ureia pelo farelo de soja em dietas para animais da raça Girolanda. Neto *et al.* (2013) constataram valores inferiores aos observados neste estudo, para teor e produção de gordura do leite que variaram entre 2,92 e 3,40% e de 720 a 780 g/dia, respectivamente, com animais produzindo em média 25 kg de leite/dia

Portanto, é possível afirmar que a inclusão de fontes de compostos nitrogenados alternativos pode apresentar a vantagem de reduzir o custo da dieta sem prejudicar o teor de gordura no leite, parâmetro de qualidade que pode agregar valor ao produto.

**TABELA 9.** Composição físico-química do leite de vacas F1 (Holandês x Zebu) e ureia plasmática de vacas alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados, com respectivos coeficientes de variação (CV)

Variáveis	Dietas Experimentais				CV(%)
	<sup>1</sup> FS	Ureia	<sup>2</sup> FG	<sup>3</sup> FMD	
Gordura (%)	4,46 <sup>a</sup>	4,59 <sup>a</sup>	4,61 <sup>a</sup>	4,80 <sup>a</sup>	11,45
Gordura (g/dia)	796,88 <sup>a</sup>	672,64a	749,37 <sup>a</sup>	690,17a	19,87
Proteína (%)	3,34 <sup>a</sup>	3,03 <sup>a</sup>	3,27 <sup>a</sup>	3,06 <sup>a</sup>	8,34
Proteína (g/dia)	650,96a	504,58b	593,33 <sup>a</sup>	510,41b	16,68
Lactose (%)	4,60 <sup>a</sup>	4,52 <sup>a</sup>	4,65 <sup>a</sup>	4,58 <sup>a</sup>	2,39
Cinzas	0,75 <sup>a</sup>	0,76 <sup>a</sup>	0,74 <sup>a</sup>	0,72 <sup>a</sup>	10,09
<sup>4</sup> ST (%)	14,11 <sup>a</sup>	14,92a	13,36 <sup>a</sup>	13,89 <sup>a</sup>	9,78
<sup>5</sup> ESD (%)	8,94 <sup>a</sup>	8,66 <sup>a</sup>	8,96 <sup>a</sup>	8,72 <sup>a</sup>	3,10
Acidez (° D)	17 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	4,14
Densidade (g/mL)	1,029 <sup>a</sup>	1,029a	1,03 <sup>a</sup>	1,029 <sup>a</sup>	0,08
Crioscopia (m ° H)	-0,530 <sup>a</sup>	-0,532a	-0,531 <sup>a</sup>	-0,532 <sup>a</sup>	0,41
<sup>6</sup> CCS (x mil/mL)	141,1 <sup>a</sup>	144,0a	168,38 <sup>a</sup>	158,5 <sup>a</sup>	12,10
<sup>7</sup> NUL (mg/dL)	17,81b	24,13a	13,15c	14,46cb	14,64
Ureia plasmática (mg/dL)	37,63b	52,80a	23,03c	28,95c	13,95
Caseína (%)	2,47a	2,18 <sup>a</sup>	2,42 <sup>a</sup>	2,23a	9,66
Caseína (%Proteína)	76,36a	62,71a	73,85 <sup>a</sup>	72,91a	17,50
Caseína/proteína	0,76a	0,72 <sup>a</sup>	0,74 <sup>a</sup>	0,73a	4,90
Produção leite (Kg)	18,12a	17,36a	18,62 <sup>a</sup>	17,20a	6,83
<sup>8</sup> PLCG (Kg)	20,16a	20,25a	20,55 <sup>a</sup>	19,31a	10,31

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si (P<0,05), pelo Teste de Tukey

<sup>1</sup>FS = Farelo de Soja; <sup>2</sup>FG = Farelo de Girassol; <sup>3</sup>FMD = Farelo de Mamona Detoxificado

<sup>4</sup>Teor de Sólidos Totais, <sup>5</sup>Teor de Extrato Seco Desengordurado, <sup>6</sup>Contagem de Células Somáticas, <sup>7</sup>Nitrogênio Ureico no leite, <sup>8</sup>Produção de leite ajustada para 3,5% gordura

Os teores de proteína bruta, caseína e relação caseína/proteína do leite (Tabela 9) não foram afetados (P>0,05) pelas fontes de compostos nitrogenados utilizados, observando-se variação de 3,06 a 3,34%, 62,71 a 76,36% e 0,72 a 0,76%, respectivamente. Entretanto, houve efeito (p<0,05) na produção diária de proteína do leite, sendo superior para os tratamentos com farelo de soja e farelo de girassol. Neto *et al.* (2013), substituindo fonte de proteína verdadeira na dieta

por fontes de nitrogênio não proteico, apesar de não verificarem diferenças entre os tratamentos, encontraram valores superiores ao observado neste trabalho para a produção de proteína (g/dia) variando de 630 a 770 g/dia, com animais produzindo em média 25 kg de leite/dia . A não alteração no teor da proteína do leite indica que não houve limitação na proteína metabolizável com o fornecimento das dietas contendo diferentes fontes de compostos nitrogenados. Os percentuais de proteína estão acima do mínimo de 2,9% estabelecido pela IN62.

Os valores de proteína do leite são importantes, principalmente a caseína, pois tais concentrações afetam diretamente, diminuindo ou aumentando o rendimento de derivados do leite. De acordo com Deperts & Cant (1992), em revisão sobre fatores que influenciam a porcentagem de proteína no leite de bovinos, efeitos nutricionais não são consistentes, com apenas alguns trabalhos indicando aumento no conteúdo da proteína no leite em resposta ao aumento da proteína dietética, em função do maior aporte de aminoácidos. Resultados semelhantes foram descritos por Aquino *et al.* (2009), que encontraram teores médios de proteína do leite variando de 3,45% a 3,66%, e sugeriram que a adição de até 1,5% de ureia na dieta de vacas no meio da lactação não altera a capacidade de produção de proteína microbiana no rúmen, além de atender às necessidades de proteína metabolizável.

Broderick *et al.* (2009), trabalhando com vacas de alta produção (40,0 kg de leite), verificaram resultados diferentes mostrando que a substituição da PDR do farelo de soja pela PDR da ureia convencional diminuiu a produção e os demais componentes do leite, o que pode causar redução na produção de proteína microbiana no rúmen, mas que, quando se utilizam fontes de NNP como fontes de PDR, a mesma não é tão eficiente como as fontes de proteína verdadeira para otimizar a produção de proteína microbiana. Por outro lado, Pereira *et al.* (2011), avaliando quatro níveis de inclusão de torta de girassol

(0,0, 7, 14 e 21% ) na dietas de vacas em lactação da raça Girolanda, verificaram efeito linear decrescente para os teores de proteína (com redução média de 0,11 unidades percentuais) e nos teores gordura do leite ( 0,1 a 0,3 unidades percentuais) com a inclusão de torta de girassol, o que não foi observado no presente trabalho utilizando-se o farelo de girassol.

Os teores de sólidos totais não foram influenciados pelas fontes de compostos nitrogenados utilizadas ( $P>0,05$ ) (Tabela 9). Esse componente é um importante indicador da qualidade do leite, representado pela soma de todas as partes sólidas do leite consideradas, na indústria de laticínios, como os componentes que promovem o rendimento em produtos oriundos do leite, e por meio dos quais se faz o pagamento ao produtor pelo produto entregue à indústria, principalmente gordura e proteína.

Os percentuais do resíduo mineral fixo, extrato seco desengordurado (ESD) e lactose também não foram influenciados ( $p>0,05$ ) pelas diferentes fontes de compostos nitrogenados (Tabela 9), verificando-se valores médios de 0,74, 8,82 e 4,59%, respectivamente. O valor do ESD está nos limites mínimos preconizados pela legislação de 8,4%. Resultados semelhantes foram obtidos por Neto *et al.* (2013) testando duas fontes de NNP (ureia tradicional e OptigenII®) na dieta de vacas mestiças (Holandês/Zebu), oferecidas em três níveis (0,3, 0,6 e 0,9%) na matéria natural e uma dieta-controle sem fonte de NNP. Não encontraram diferença nos componentes do leite (sólidos totais e extrato seco desengordurado), variando de 11,09 a 11,29% e 8,03 e 8,31%, respectivamente.

Verificou-se neste trabalho que não houve influência das dietas ( $P>0,05$ ) em relação à acidez, densidade, crioscopia, apresentando valores médios 17 °H, 1,029 e 0,531, respectivamente. Esses valores estão dentro dos requisitos mínimos de qualidade para o leite cru de uso industrial conforme Instrução Normativa N° 62 que preconiza valores de 1,028 a 1,034 g/mL para densidade; 14 a 18 °D (acidez titulável); e máximo de -0,530 para crioscopia,

respectivamente, estabelecido pela legislação (BRASIL, 2011). O resultado de densidade é similar aos valores encontrados por Barcelos *et al.* (2007), que reportaram média de 1,029 ao avaliarem a influência da nutrição sobre valor nutricional do leite em vacas Girolandas, alimentadas com farelo de soja como principal fonte proteica com substituição de 1/3 da proteína por nitrogênio não proteico fornecido pela ureia.

O teor de nitrogênio ureico no leite (NUL) foi afetado pelos tratamentos, ( $p < 0,05$ ), cujo maior valor foi encontrado (Tabela 9) no leite dos animais da dieta com ureia (24,13 mg/dL), seguido pelo farelo de soja (17,81 mg/dL) que, por sua vez, foi superior aos farelos de girassol e mamona destoxificado (13,15 e 14,46 mg/dL, respectivamente). Existem algumas controvérsias em relação aos valores normais (CAMPOS, 2002). Os níveis normalmente aceitos de NUL estão entre 10 e 16 mg/dL, equivalentes a 21,4 e 34,2 mg/dL de ureia (1 mol de NUL = 2,14 mols de ureia), respectivamente. O NUL elevado, como é o caso da dieta com ureia, pode indicar que houve excesso de nitrogênio degradável no rúmen, além da capacidade dos micro-organismos ruminais utilizarem na síntese de proteína microbiana, ou a disponibilidade de energia no rúmen não foi adequada à quantidade de ureia ingerida pelos animais.

O NUL e a ureia plasmática apresentaram o mesmo comportamento, com valores mais altos na dieta com ureia. Diversos estudos, Rodriguez *et al.* (1997), Kauffman e St-pierre (2001) e Chizzotti *et al.* (2007), confirmam a alta correlação do NUL e NUP.

Para Aquino *et al.* (2007), os níveis de ureia da dieta não influenciaram a concentração de N-ureico no leite, sendo obtidas médias de 17,97; 17,28 e 16,59 mg/dL com as dietas com 0; 0,75 e 1,5% de ureia, respectivamente, utilizando-se nível de 60% de concentrado nas dietas. Esses valores se encontram na variação normal de 12-18 mg/dL preconizada para vacas em lactação (TORRENT, 2000) e indicam que, até o nível de inclusão de 1,5% de

ureia na MS das dietas, não houve excreção de excesso de ureia no leite. Todavia, Pereira *et al.* (2011), analisando quatro níveis de inclusão de torta de girassol (0,0, 7, 14 e 21%) na dieta de vacas em lactação da raça Girolanda, observaram efeito linear decrescente para as concentrações de NUL com a inclusão de torta de girassol, o que pode sugerir uma adequada sincronização entre a taxa de degradação de carboidratos e proteína.

A contagem de células somáticas do leite (Tabela 9) variou de 141,1 a 168,38 mil células/mL de leite, estando dentro do estabelecido pela legislação que preconiza valor de 500.000 células somáticas/mL. A CCS é um parâmetro que para o produtor possui alta relevância, porque indica o estado sanitário das glândulas mamárias das vacas, podendo sinalizar perdas significativas de produção e alterações da qualidade do leite (HARMON, 1994; SANTOS, 2001).

Segundo Natzke (1981), a qualidade inicial do leite é a primeira condição para se obter um bom queijo. Dentre os padrões para avaliação na qualidade, a CCS tem sido utilizada pela maioria dos países nos últimos anos. As alterações nas frações de proteínas do leite causadas pela mastite apresentam importantes implicações sobre o potencial do leite como matéria-prima para a fabricação de derivados, em especial de queijo, pois o rendimento industrial do leite está associado, principalmente, à fração de caseína (AULDIST & HUBLLE, 1998; MA *et al.*, 2000). Estes resultados indicam que é possível manter a qualidade do leite, em termos de componentes, mediante a utilização de uma fonte de alimento proteico mais viável economicamente.

Conforme pode ser observado na Tabela 10, o total de ácidos graxos (AG) identificados e quantificados no leite de vacas alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados foram 20 ácidos graxos saturados (AGS), 15 ácidos graxos monoinsaturados (AGM), e 6 ácidos graxos poli-insaturados (AGPI). Não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) em relação às dietas experimentais nos somatórios dos AGS, AGM e AGPI, perfazendo médias de

77,24, 20,38 e 1,36%, respectivamente. A literatura tem demonstrado que há uma forte ligação entre o risco de doenças cardiovasculares e do consumo de produtos lácteos (WARENSJO *et al.*,2004). Portanto, a produção de leite pobre em ácidos graxos saturados deve se tornar o principal alvo da produção animal.

**TABELA 10.** Perfil de ácidos graxos da gordura do leite de vacas F1 (Holandês/Zebu) alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados

Componentes	Diets Experimentais				CV (%)	Pr>Fc
	<sup>1</sup> FS	<sup>2</sup> Ureia	FG	<sup>3</sup> FMD		
<b>Saturados</b>	78,48a	76,01 <sup>a</sup>	76,97a	77,48a	5,60	0,7175
C4:0	1,85b	2,91 <sup>a</sup>	2,68a	2,81a	27,21	0,0234
C6:0	1,76a	1,94 <sup>a</sup>	2,09a	1,96a	20,25	0,4254
C8:0	1,28a	1,27 <sup>a</sup>	1,39a	1,26a	15,77	0,5864
C10:0	1,92a	1,61 <sup>a</sup>	2,04a	1,78a	23,34	0,2453
C10:1	0,33a	0,32 <sup>a</sup>	0,34a	0,29a	18,95	0,4776
C11:0	3,54a	3,00a	3,64a	3,10a	20,35	0,1764
C12:0	0,02a	0,02 <sup>a</sup>	0,02a	0,02a	19,78	0,2135
C13:0 ISSO	0,09a	0,07 <sup>a</sup>	0,08a	0,07a	24,70	0,2411
C13:0 ANTEISO	0,10a	0,08 <sup>a</sup>	0,10a	0,07a	25,42	0,1351
C13:00	0,10a	0,13 <sup>a</sup>	0,12a	0,12a	26,17	0,2637
C14:0 ISSO	13,15a	11,88 <sup>a</sup>	12,71a	12,11a	11,04	0,2659
C14:0	0,21a	0,19 <sup>a</sup>	0,22a	0,22a	18,98	0,5568
C15:0 ISSO	0,29a	0,35 <sup>a</sup>	0,33a	0,31a	18,69	0,2795
C15:0 ANTEISO	1,08a	1,13a	1,11a	1,01a	18,26	0,6649
C15:0	0,14a	0,19a	0,18a	0,17a	29,60	0,1667
C16:0	0,13a	0,11a	0,13a	0,13a	24,07	0,5820
C17:00 ISSO	1,22a	1,34a	1,13a	1,33a	26,55	0,5723
C17:00	0,43a	0,36a	0,38a	0,39a	24,59	0,5115
C18:00	10,22a	10,31a	10,58a	8,61b	13,41	0,0298
C20:0	0,01a	0,02a	0,01a	0,02a	49,80	0,6452

“...continua...”

TABELA 10. Cont.

Componentes	Dietas Experimentais					
	<sup>1</sup> FS	<sup>2</sup> Ureia	FG	<sup>3</sup> FMD	CV (%)	Pr>Fc
<b>Monoinsaturados</b>	19,09a	21,73a	20,50a	20,18a	19,12	0,6101
C10:1	0,06a	0,03b	0,06a	0,04b	38,39	0,0142
C12:1	0,14a	0,10b	0,15a	0,12b	24,06	0,0117
C14:1 C9	1,16a	0,94a	1,10a	1,13a	16,66	0,1065
C15:1	41,92a	40,52a	39,02a	43,07a	10,87	0,3223
C16:1 C9	0,43a	0,36a	0,38a	0,39a	24,59	0,5215
C17:1	0,09a	0,11a	0,11a	0,12a	26,40	0,1775
C18:1 T6-T7-T8-T9	0,26a	0,26a	0,31a	0,31a	28,72	0,4598
C18:1 T10-T11-T12	0,62b	0,60b	0,77a	0,84a	26,64	0,0102
C18:1 C9	13,09a	15,32a	14,35a	13,92a	14,17	0,5062
C18:1 C12	0,60a	0,62a	0,56a	0,55a	28,46	0,8163
C18:1 C13	0,27a	0,33a	0,29a	0,29 <sup>a</sup>	24,23	0,4358
C18:1 T16	0,12a	0,12a	0,13a	0,12 <sup>a</sup>	20,18	0,6955
C18:1 C11	1,25a	1,43a	1,25a	1,26a	29,72	0,7410
C18:1 C15	0,04a	0,04a	0,04a	0,05 <sup>a</sup>	28,45	0,6576
C24:1	0,05a	0,05a	0,05a	0,05 <sup>a</sup>	19,30	0,9487
<b>Poli-insaturados</b>	1,42a	1,29a	1,32a	1,44 <sup>a</sup>	23,45	0,4070
C18:2 C9 C12	0,76a	0,62a	0,63a	0,64 <sup>a</sup>	31,31	0,2069
C18:3 n6	0,12a	0,11a	0,12a	0,10 <sup>a</sup>	21,23	0,3111
C18:3 n3	0,12a	0,11a	0,12a	0,09 <sup>a</sup>	21,15	0,1138
C18:2 C9 T 11	0,27a	0,26a	0,30a	0,37 <sup>a</sup>	32,73	0,1635
C20:5	0,01a	0,01a	0,01a	0,01 <sup>a</sup>	35,82	0,2635

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si (P<0,05), pelo Teste de Tukey

<sup>1</sup>FS = Farelo de Soja; <sup>2</sup>FG = Farelo de Girassol; <sup>3</sup>FMD = Farelo de Mamona Detoxificado

Houve efeito significativo (P<0,05) para o ácido butírico (C4:0) e para os ácidos graxos insaturados, C10:1 e C12:1. Para o C4:0, verificaram-se maiores concentrações nas dietas com ureia, farelo de girassol e farelo de mamona (2,91, 2,68 e 2,81mg/g de gordura, respectivamente). No entanto, para os C10:1 e C12:1 foram constatadas concentrações superiores para as dietas com farelo de soja e farelo de girassol. O aumento da proporção dos AG de cadeias

curta e média pode ser decorrente do aumento de precursores da síntese *de novo*, acetato e  $\beta$ -hidroxibutirato, resultantes da fermentação ruminal, ou da direta inibição do complexo enzimático envolvido na síntese *de novo* pela ação dos ácidos graxos de cadeia longa dos óleos vegetais (PALMQUIST *et al.*, 1993).

Verificou-se efeito significativo ( $P < 0,05$ ) nas concentrações do isômero C18:1 T10 - T11-T12, mostrando-se superior nas dietas com farelo de girassol e farelo de mamona destoxificado. Diversos autores têm sugerido o acúmulo de trans -C18:1 no leite como característica de incompleta bio-hidrogenação dos ácidos graxos no rúmen (MANSBRIDGE e BLAKE, 1997). Resultados semelhantes foram reportados por Moallem (2009), que observou um aumento no teor de isômeros *trans* do ácido graxo 18:1 no leite de animais que receberam dieta com grão de linhaça extrusada. Isômeros específicos de 18:1 *trans* podem estar relacionados com a diminuição da síntese *de novo* na glândula mamária (PIREPOVA *et al.*, 2000).

Os isômeros trans-10, trans-11, trans-12 C18:1 foram mais altos no leite de vacas alimentadas com as dietas com farelo de girassol e farelo de mamona destoxificado. Conforme Eifert *et al.* (2006), isso reforça a possibilidade de diferentes rotas de bio-hidrogenação. De acordo com Loo & Herbein (2003), *trans*-6-8 e *trans*-9 C18:1 são os principais intermediários durante a isomerização do ácido oleico (*cis*-9 C18:1) e intermediários menores da bio-hidrogenação do ácido linolênico. Recentemente, Mosley *et al.* (2002) verificaram que o ácido oleico não é reduzido diretamente ao esteárico (C18:0), mas parte é isomerizada a *trans*-9, *trans*-10, *trans*-11 ou *trans*-12 C18:1 antes de sua completa saturação.

O ácido linoleico conjugado CLA (C18: 2 *cis*-9 *trans*-11 ) no leite não sofreu influência ( $P > 0,05$ ) das diferentes fontes de compostos nitrogenados. O CLA está presente no leite a partir de ambos os grupos, A e B, porque é um produto de formação endógena. Origina-se a partir da bio-hidrogenação (BH)

dos ácidos linoleico e linolênico (CHILLIARD *et al.*, 2000) e a partir da dessaturação do ácido trans - vacénico (C18 : 1 trans11 ) na glândula mamária (CORL *et al.*, 2001). O teor deste ácido graxo no leite, pode ser alterado por modificações no padrão de fermentação ruminal, espécies de bactérias ruminais (KALSCHEUR *et al.*, 1997) e suplementação de CLA e trans-11 C18:1 na dieta (CHOUINARD *et al.*, 1999; ROMERO *et al.*, 2000).

Entre os AGM, o maior percentual encontrado foi do ácido oleico que é o de maior concentração encontrado no leite bovino. Este ácido graxo é um produto da atividade da enzima  $\Delta^9$ -dessaturase, responsável pela dessaturação de AGS com 14 a 18 átomos de carbono, convertendo-os em seus correspondentes monoinsaturados com uma ligação dupla no carbono 9 (BEAULIEU *et al.* 2002).

Houve diferença ( $P < 0,05$ ) na concentração do ácido esteárico (C18:0), encontrando-se maiores concentrações no leite de vacas alimentadas com as dietas com farelo de soja, ureia e farelo de girassol. A hipótese é que as dietas supracitadas podem modificar o perfil de ácidos graxos do leite aumentando a hidrogenação do ácido linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3), que são os principais substratos para bio-hidrogenação encontrado nas forragens e grãos das dietas de ruminantes. A completa bio-hidrogenação desses ácidos resulta na síntese de ácido esteárico (C18:0), fazendo com que ele seja o AG de maior concentração no líquido que flui do rúmen e, conseqüentemente, na digesta que chega ao duodeno (BAUMAN *et al.*, 2003; LOCK e BAUMAN, 2011). Segundo Staples (2001), pode-se esperar que entre 60 e 85% das gorduras insaturadas sejam bio-hidrogenadas no rúmen, permitindo que de 15 a 40% dessas fluam para a absorção no intestino delgado, podendo ser incorporadas no tecido e leite.

Como nas dietas experimentais, utilizou-se o farelo de mamona destoxificado, que originalmente tem os princípios tóxicos, ricina e ricinina, que podem trazer sérios prejuízos para produção animal. Tentou-se identificar o

ácido ricinoleico, mas não se constatou a presença do mesmo no leite de vacas alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados, mostrando que o processo de destoxificação com hidróxido de cálcio  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  foi eficiente para eliminar os princípios tóxicos do farelo de mamona, sendo um produto seguro para a alimentação animal.

Os índices de aterogenicidade (IA), trombogenicidade (IT), a relação hiper/hipocolesterol, ácidos graxos desejáveis, assim como a relação ácidos graxos poli-insaturados/ácidos graxos saturados (AGP/AGS) não tiveram diferenças significativas ( $P>0,05$ ) em relação às diferentes fontes de compostos nitrogenados das dietas (Tabela 11), sendo observados valores médios de 5,72, 6,01, 2,59%, 30,31% e 0,02%, respectivamente.

Os ácidos graxos saturados (AGS) têm a capacidade de elevar os níveis de LDL (lipoproteína de baixa densidade) e reduzir os níveis de HDL (lipoproteína de alta densidade), o que contribui para a elevação dos riscos de doença coronariana. Os ácidos graxos dessa classe, que apresentam maior poder hipercolesterolêmico ou aterogênico, são os ácidos mirístico (14:0), palmítico (16:0) e láurico (12:0), em ordem decrescente de atividade. Já o ácido esteárico (18:0), apesar de saturado, parece não ter efeito sobre as lipoproteínas do sangue (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005; DRISKELL, 2006).

**TABELA 11.** Índice de Aterogenicidade, Índice de Trombogenicidade, Relação Hiper/Hipocolesterolêmicos, Ácidos Graxos Desejáveis e Relação de Ácidos Graxos Poli-insaturados/Ácidos Graxos Saturados do leite de vacas F1 (Holandês x Zebu) alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados

Variáveis	Dietas Experimentais				CV (%)
	<sup>1</sup> FS	Ureia	<sup>2</sup> FG	<sup>3</sup> FMD	
Aterogenicidade	6,39 <sup>a</sup>	5,07a	5,54 <sup>a</sup>	5,66a	18,56
Trombogenicidade	9,07 <sup>a</sup>	7,30a	7,74 <sup>a</sup>	7,95a	23,68
Hiper/Hipocolesterolêmicos	2,93 <sup>a</sup>	2,33a	2,42 <sup>a</sup>	2,67a	28,49
AG Desejáveis	29,32 <sup>a</sup>	32,03a	31,07 <sup>a</sup>	28,79a	13,06
AGP/AGS	0,02 <sup>a</sup>	0,02a	0,02 <sup>a</sup>	0,02a	28,57
$\omega 6/\omega 3$	2,14b	2,48b	2,55b	3,54a	28,88

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância

<sup>1</sup>FS = Farelo de Soja; <sup>2</sup>FG = Farelo de Girassol; <sup>3</sup>FMD = Farelo de Mamona Detoxificado

Os valores médios encontrados neste trabalho para a composição de ácidos graxos desejáveis (Tabela 11) foram de 30,31%. Resultados superiores foram obtidos por Queiroga (2004) em experimento com cabras da raça Saanen em lactação alimentadas com ração completa contendo 50% de concentrado e 50% de capim-tifton. Esse autor registrou valores médios de 37,72% de ácidos graxos desejáveis (C18:0 + insaturados). Do mesmo modo, Chornobai (1998) reportou percentuais superiores desses ácidos graxos em cabras Saanen em lactação alimentadas com pastagem de grama-estrela-africana (*Cynodnn lenfuensis*), silagem de milho e concentrado (41,42%). Resultados superiores também foram relatados por Costa *et al.* (2008) ao avaliarem a composição de ácidos graxos desejáveis de cabras da raça Moxotó, alimentadas com quatro níveis de silagem de maniçoba, com relação volumoso:concentrado, 30:70, 40:60, 50:50 e 60:40, verificando média de 51,2% de ácidos graxos desejáveis, o que demonstra superioridade do ponto de vista nutricional.

A relação  $\omega_6/\omega_3$  teve efeito significativo ( $p<0,05$ ) em relação à fonte de compostos nitrogenados utilizados (Tabela 11), constatando-se a maior relação para a dieta com farelo de mamona destoxificado (3,54). A relação  $\omega_6:\omega_3$  é um importante parâmetro utilizado para classificar a qualidade nutricional das gorduras, óleos, alimentos e dietas. Dietas com relações entre 2:1 e 3:1 têm sido as mais recomendadas, por possibilitar maior conversão do ácido  $\alpha$ -linolênico a ácido docosa-hexaenoico (DHA, C22:6 *cis*-4 *cis*-7 *cis*-10 *cis*-13 *cis*-16 *cis*-19), alcançando valores máximos em torno de 2,3:1. Na gordura do leite, essa relação tende a ser mais alta, sendo influenciada pelo regime alimentar, permitindo que alguns produtos de ruminantes se tornem importantes fontes de AG  $\omega$ -3 na dieta humana (HAUG *et al.*, 2007).

O aumento da relação  $\omega_6:\omega_3$  é indesejável do ponto de vista de saúde humana já que, apesar do AG  $\omega$ -6 ser considerado essencial, níveis elevados do mesmo podem ser responsáveis por desencadear uma série de disfunções fisiológicas, como a formação de trombos, de ateromas e de desordens imunológicas (MARTIN *et al.*, 2006; SIMOPOULOS, 2008). Além disso, os valores ficaram acima dos 2,3:1 recomendados por Martin *et al.* (2006).

#### **4. CONCLUSÕES**

O uso de dietas com diferentes fontes de compostos nitrogenados para vacas F1 Holandês x Zebu, com produção média de 20 kg de leite corrigido para 3,5% de gordura, não altera a composição físico-química do leite, mas influencia na concentração do nitrogênio ureico no leite sendo maior na dieta com ureia. Em relação ao perfil de ácidos graxos da gordura do leite, este pode ser modificado pelas diferentes fontes de compostos nitrogenados nas dietas das vacas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANANDAN, S. *et al.* Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 120, p. 159-168, 2005.

ANDRADE, L. M. *et al.* Efeitos genéticos e de ambiente sobre a produção de leite e a contagem de células somáticas em vacas holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 343-349, 2007.

AQUINO, A. A. *et al.* Efeito de níveis crescentes de ureia na dieta de vacas em lactação sobre a produção e a composição físico-química do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 36, n. 4, p. 881-887, 2007.

AQUINO, A. A.; PEIXOTO JUNIOR, K. C.; GIGANTE, M. L. Efeito de níveis crescentes de ureia na dieta de vacas leiteiras sobre a composição e rendimento de fabricação de queijos de minas frescal. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 46, n. 4, p. 273-279, 2009.

AULDIST, M. J. *et al.* Effect of somatic cell count and stage of lactation on the quality and storage life of ultra high temperature milk. **Journal of Dairy Research**, [s.l.], v. 63, n. 3, p. 377-386, 1996.

AULDIST, M. J.; HUBBLE, I. B. Effects of mastitis on raw milk and dairy products. **Australian Journal of Dairy Technology**, Melbourne, v. 53, n. 1, p. 28-36, 1998.

BARCELOS, B. *et al.* **Avaliar a influencia da nutrição sobre o valor nutricional do leite em vacas girolandas.** In: SEMINÁRIO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA DOSCENTE E DISCENTE DAS FACULDADES DE ANHANGUERA. 1, 2007, **Anais...** Anhanguera-SP, 2007.

BAUMAN, D. E. *et al.* New perspectives on lipid digestion and metabolism in ruminants. **Proceedings of Cornell Nutrition Conference**, Baumgard, p. 175-189, 2003.

BEAULIEU, A. D.; DRACKLEY, J. K.; MERCHEN, N. R. Concentrations of conjugated linoleic acid (cis-9, trans-11 octadienoic acid) are not increased in tissue lipids of cattle fed with high concentrate diet supplemented with soybean oil. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 3, p. 847-861, 2002.

BRASIL. Instrução Normativa nº 62 de 29 de dezembro de 2011. Regulamentos técnicos de produção, identidade, qualidade do leite tipos A, o Regulamento técnico de identidade e qualidade de leite cru refrigerado, o regulamento técnico de identidade e qualidade de leite pasteurizado e o regulamento técnico da coleta de leite cru refrigerado e seu transporte a granel. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 dez. 2011. Seção 1, n. 251, p. 06.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos**. Instrução Normativa nº. 22 de 14 de dezembro de 2006. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2006. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

BRODERICK, G. A.; REYNAL, S. M. Effect of source of rumen-degraded protein on production and ruminal metabolism in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, p. 2822-2834, 2009.

CARMO, C. A. *et al.* Substituição do farelo de soja por ureia ou amireia para vacas em final de lactação. **Acta Scientiarum**. Maringa, v. 27, n. 2, p. 277-286, 2005.

CHILLIARD, Y. *et al.* Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. **Annales de Zootechnie**, Versailles, v. 49, p. 181-205, 2000.

CHORNOBAI, C. A. M. **Caracterização físico-química de leite in natura de cabras cruza Saanen, ao longo do período de lactação.** 1998. 100p. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1998.

CHRISTIE, W. W. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesterol esters. **Journal of Lipid Research**, New York, v. 23, p. 1072, 1982.

CORL, B. A. *et al.*. The role of  $\Delta 9$ -desaturase in the production of cis-9, trans-11 CLA. **Journal of Nutritional Biochemistry**, Stneham, v. 12, n. 11, p. 622-630, 2001.

COSTA M. D. Importância do rebanho f1 Holandês x Zebu para a pecuária de leite. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 31, n. 258, 2010. p. 40-50.

COSTA, R. G. *et al.* Características químicas e sensoriais do leite de cabras Moxotó alimentadas com silagem de maniçoba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 694-702, 2008.

DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, Wallingford, v. 58, p. 593-607, 1999.

DEPETERS, E. J.; CANT, J. P. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: areview. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 8, p. 2043-2070, 1992.

DRISKELL, J. A. **Sports nutrition: fats and proteins.** Boca Raton: CRC, 2006. 383 p.

EIFERT, E. C. *et al.* Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e monensina no início da lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 219-228, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **Centro Nacional de Gado de Leite**. Disponível em :<http://www.cnpgl.embrapa.br>. Acesso em: 01. Março de.-2014.

FACÓ, O. *et al.* Análise do desempenho produtivo de diversos grupos genéticos Holandês-Gir no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1944-1952, 2002.

FERNANDES, M. F. *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**, Viçosa, v. 37, p. 703-710, 2008.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GLÓRIA, J. R. **Fatores que influenciam a produção de leite, a duração da lactação e a produção por dia de intervalo de partos de vacas mestiças holandês-gir**. 2004. 49 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2004.

GROSSI, S. F.; FREITAS, M. A. R. Eficiência reprodutiva e produtiva em rebanhos leiteiros comerciais monitorados por sistemas informatizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1362-1366, 2002.

HARA, A.; RADIN, N.S. Lipid extraciton of tissues with lowtoxicity solvent. **Analitical Biochemistry**, New York, v. 90, p. 420-426, 1978.

HARMON, R. J. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 7, p. 2103-2112, Jul. 1994.

HAUG, A.; HOSTMARK, A. T.; HARSTAD, O. M. Bovine milk in human nutrition – a review. **Lipids in Health and Disease**, London, v. 6, p. 25, 2007.

KROLOW, R. H. *et al.* Composição do leite de vacas Holandesas em pastejo de azevém com a utilização do trevo branco como fonte protéica. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, n. 5, p. 1352-1359, 2012.

LOCK, A. L.; BAUMAN, D. E. Separating Milk Fats from Fiction. **WCDS Advances in Dairy Technology**, Canadá, v. 23, p. 19-36, 2011.

MA, Y. *et al.* Effects of somatic cell count on quality and shelf-life of pasteurized fluid milk. **Journal of Dairy Science**. Champaign, v. 83, n. 1, p. 1-11, 2000.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. KRAUSE: **Alimentos, nutrição & dietoterapia**. 11ª ed. Sao Paulo: Roca, 2005. 60 p.

MARTIN, C. A. *et al.* Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista Nutrição**. Campinas, v. 19, p. 761-770, 2006.

MOALLEM, U. The effects of extruded flaxseed supplementation to high-yielding dairy cows on milk production and milk fatty acid composition. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 152, p. 232-242, 2009.

MOSLEY, E. E. *et al.* Microbial biohydrogenation of oleic acid to trans isomers *in vitro*. **Journal of Lipid Research**, New York, v. 43, p. 290-296, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington: National Academy, 2001, 381p.

NATZKE, R. P. Elements of mastitis control. **Journal of Dairy Science**. Champaign, v. 64, n. 4, p. 1431-1442, 1981.

NETO, J. A. F. *et al.* Produção e composição do leite de vacas alimentadas com cana de açúcar suplementada com fontes de nitrogênio não proteico de diferentes degradabilidades ruminal. **Arquivos Veterinaria**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 052-059, 2013.

OLIVEIRA, M. A. *et al.* Produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas com diferentes proporções de forragem e teores de lipídeos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, p. 759-766, 2007.

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

PARODI, W. P. Conjugated Linoleic Acid and Other Anticarcinogenic Agents of Bovine Milk Fat. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, p. 1339-1349, 1999.

PEREIRA, E. S. *et al.* Torta de girassol em rações de vacas em lactação: produção microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 4, p. 387-394, 2011.

PIREPOVA, L. S. *et al.* Mammary lipogenic enzyme activity, trans fatty acids and conjugated linoleic acids are altered in lactating dairy cows fed a milk fat-depressing diet. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 130, p. 2568–2574, 2000.

QUEIROGA, R. C. R. E. **Caracterização nutricional, microbiológica, sensorial e aromática do leite de cabras Saanen, em função do manejo do rebanho, higiene da ordenha e fase de lactação.** 2004. 148 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

SANTOS, F. A. P, HUBER, J. T, THEURER, C. B. Response of high producing dairy cows to different sources when fed steam – flaked sorghum diets. **Journal Dairy Science.** Champaign, v. 78, n. 1p. 294. 1995.

SANTOS, F. P.; HUBER, J. T. Quality of bypass protein fed to high-producing cow is important. **Feedstuffs.** Minnetonka, v. 68, n. 34, p. 12-15, 1996.

SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. Importância e efeito de bactérias psicotróficas sobre a qualidade do leite. **Higiene Alimentar,** São Paulo, v. 15, n. 82, p. 13-19, 2001.

SARAN NETTO, A. *et al.* Substituição parcial de farelo de soja por ureia na alimentação de vacas girolandas em lactação. **Journal Health Science Institute,** Bethesda, 29, n. 2, p. 139-42. 2011.

SIMOPOULOS, A. P. The Importance of the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio in Cardiovascular Disease and Other Chronic Diseases. **Experimental Biology and Medicine,** [s.l.], v. 233, p. 674-688, 2008.

STAPLES, C. Fatty supplementation strategies for lactating dairy cows diets. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE, 2., 2001: **Anais...** Lavras: UFLA – FAEPE, 2001. n. 2: p. 161-178.

TEIXEIRA, J. C.; OLIVEIRA, A. I. G.; BARCELOS, A. F. Performance de vacas leiteiras em lactação alimentadas com diferentes fontes de proteína. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28, 1991, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 1991. p. 290.

ULBRICH, T. L. V.; SOUTHGATE, D. T. A. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Journal Lancet**, London, v. 338, n. 19, p. 985-992, 1991.

## **CAPÍTULO II**

**RENDIMENTO, PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS, CARACTERÍSTICAS  
FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAL DO QUELJO MINAS FRESCAL  
OBTIDO DO LEITE DE VACAS F1 HOLANDÊS X ZEBU  
ALIMENTADAS COM DIETAS COM DIFERENTES FONTES DE  
COMPOSTOS NITROGENADOS**

## RESUMO

AGUIAR, Ana Cássia Rodrigues de Aguiar. **Rendimento, perfil de ácidos graxos, características físico-químicas e sensorial do queijo Minas frescal obtido do leite de vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com dietas com diferentes fontes de compostos nitrogenados.** 2014, Cap. II p. 76-107. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG<sup>5</sup>.

Objetivou-se avaliar o rendimento, perfil de ácidos graxos, composição físico-química e sensorial do queijo Minas frescal produzido do leite de vacas F1 (Holandês x Zebu) alimentadas com dietas com diferentes fontes de compostos nitrogenados. Foram utilizadas oito vacas com aproximadamente 80 dias de lactação ao início do experimento e com produção média de 20 Kg de leite corrigido para 3,5% de gordura /dia, em dois quadrados latinos 4 x 4 (4 animais, 4 dietas, 4 períodos). Os períodos foram de dezoito dias, sendo quatorze dias de adaptação e quatro dias de coletas. O queijo Minas frescal foi processado no primeiro dia de coleta e no dia seguinte foram feitas análises microbiológica, físico-química e posteriormente análise sensorial. Amostras do queijo foram congeladas e analisadas quanto ao perfil de ácidos graxos. Os teores de gordura, proteína, resíduo mineral fixo, sólidos totais, umidade, rendimento, ácido láctico, pH e textura não diferiram entre as diferentes fontes de compostos nitrogenados das dietas experimentais ( $P>0,05$ ). Entretanto, as dietas utilizadas influenciaram na concentração do ácido graxo undecanoico (C11:0), que foi superior para as dietas com farelo de soja e farelo de girassol; o C18:2 C9-T11 (CLA) mostrou-se superior para dietas com ureia, farelo de soja e farelo de girassol; e o eicosatrienóico (C20:3) foi superior para as dietas com farelo de soja e ureia. Contudo, para os demais ácidos graxos saturados, bem como para os monoinsaturados e poli-insaturados não foram observadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ). Quanto aos índices de qualidade nutricional da fração lipídica do queijo, estes não diferiram entre as dietas experimentais ( $P>0,05$ ), como também a análise sensorial do queijo Minas frescal. As dietas com diferentes fontes de compostos nitrogenados na dieta de vacas F1 Holandês x Zebu, com produção média de 20 kg de leite corrigido para 3,5% de gordura, não afeta a composição físico-química, rendimento, bem como a boa aceitação

---

<sup>5</sup> **Comitê de Orientação:** Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior– Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador); Prof. Dr. José Reinaldo Mendes Ruas – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Coorientador)

do queijo Minas Frescal. Entretanto, podem influenciar o perfil de ácidos graxos da gordura do queijo.

**Palavras-chave:** composição físico-química, farelo de mamona destoxificado, processamento.

## ABSTRACT

AGUIAR, Ana Rodrigues de Aguiar. **Yield, fatty acid profile, physical-chemical and sensory characteristics of Minas Frescal cheese from milk of F1 (Holstein x Zebu) cows fed diets with different sources of nitrogen compounds.** Chapter II, p. 76-107. 2014. Dissertation (Master's degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, MG<sup>6</sup>.

This study aimed to evaluate the Yield, fatty acid profile, physical-chemical and sensory characteristics of Minas Frescal cheese from milk of F1 (Holstein x Zebu) cows fed diets with different sources of nitrogen compounds. We used eight cows with approximately 80 days of lactation in the beginning of the experiment with an average production of 20 kg of milk adjusted to 3.5% fat / day, in two 4 x 4 Latin square (4 animals, 4 diets, 4 periods). The periods were of 18 days, being fourteen days for adaptation and four days for . The “Minas Frescal” cheese was processed on the first day of collection and in the next day, the microbiological analysis the physical-chemical and sensory analysis test. Cheese samples were frozen and analyzed for fatty acid profile Contents of fat, protein, fixed mineral residue, total solids, moisture, yield, lactic acid, pH and texture did not differ between the different sources of nitrogen compounds of the experimental diets ( $P > 0.05$ ). However, the diets influenced undecanoic acid (C11: 0) which was higher in diets with soybean meal and sunflower meal; the C18: 2 C9-T11 (CLA) was superior to diets with urea, soybean meal and sunflower meal; and ecosatrienoic acid (C20: 3) was higher for diets with soybean meal and urea. However, for the other saturated fatty acids neither for monounsaturated and polyunsaturated ones significant differences were not observed ( $P > 0.05$ ). There was no significant difference between the experimental diets, as for nutritional quality index of the lipid fraction of cheese neither as for its sensorial analysis. The different sources of nitrogen compounds in the diet of F1 Holstein x Zebu cows. with production of 20 kg of milk corrected to 3.5% fat, do not affect the physical-chemical composition, yield as well as acceptance of Minas Frescal cheese. However, they can influence the fatty acids of milk fats of the Minas Frescal cheese.

**Key words:** physical-chemical composition, detoxificated castor bean meal, processing.

---

<sup>6</sup> **Guidance committee:** Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – Department of Agrarian Sciences /UNIMONTES (Adviser); Prof. Dr. José Reinaldo Mendes Ruas – Department of Agrarian Sciences/UNIMONTES (Co-adviser).

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a indústria de laticínios é expressiva. Em 2011, foram produzidos 32,1 bilhões de litros de leite no país (IBGE 2012), apresentando a quinta colocação entre os maiores produtores mundiais de leite, matéria-prima para fabricação de queijos, que se destaca entre os derivados lácteos pelo alto teor de nutrientes.

A elaboração de queijos é uma das mais importantes atividades das indústrias de laticínio, sobretudo no Brasil. Sendo hoje o terceiro queijo mais consumido no País, o minas frescal atrai pelo seu alto rendimento tecnológico ( $L.kg^{-1}$ ) e giro rápido. O processamento desse queijo é simples e não requer grandes investimentos em equipamentos (AQUINO *et. al.*, 2009). Sua produção representa mais de 5% do total da produção de queijos (ABIQ, 2011).

O controle de qualidade do leite e dos produtos lácteos é de fundamental importância para a garantia da saúde da população. A qualidade pode ser avaliada através de determinações físicas, químicas, microbiológicas, sensoriais e provas de higiene. A composição química deve ser sempre analisada em razão dos padrões mínimos exigidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (VENTUROSOSO *et al.*, 2007).

As vacas mestiças, pela expressiva rusticidade e características peculiares, permitem uma maior adaptabilidade em resposta à produção de leite. Dessa forma, deve-se buscar um aprimoramento no emprego de concentrados proteicos que integrem desempenho, sem o comprometimento dos parâmetros metabólicos dos animais e que garantam menores custos (SANTOS *et al.*, 2012).

Fontes de compostos nitrogenados não proteicos (NNP), como a ureia, apresentam custo mais baixo por unidade de nitrogênio e são uma alternativa viável para substituição das tradicionais fontes proteicas, como o farelo de soja. Essa substituição é possível somente em virtude da capacidade dos

microrganismos ruminais de converter o NNP em proteína de alto valor biológico (PAIXÃO *et al.*, 2006).

Atualmente adição de óleos vegetais, tortas e farelos provenientes da agroindústria na alimentação de vacas leiteiras tem influenciado a mitigação de metano (ABDALLA *et al.*, 2008) e a composição do leite (LUNA *et al.*, 2008). Neste contexto, com a política dos biocombustíveis, pode-se esperar uma maior quantidade de subprodutos ou coprodutos, dentre eles os proteicos, para a alimentação animal. Dessa forma, o aproveitamento desses assume um papel economicamente importante, devido ao grande volume disponível, assim com versatilidade de sua utilização, basicamente sob a forma de insumos para a alimentação animal (RODRIGUEZ *et al.*, 2009).

Fatores relacionados à composição do leite (BITTANTE *et al.*, 2012) e a tecnologia de produção adotada (Lucey e Kelly, 1994) podem influenciar o processamento do queijo. Juntamente com esses fatores, o regime de alimentação das vacas parece desempenhar um papel fundamental na composição do leite para fabricação de queijos e o nível de eficiência com que o leite, proteína e gordura são transferidos para queijo (Banks *et al.*, 1986). Com base no exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão de diferentes fontes de compostos nitrogenados sobre o rendimento, as características físico-química, sensorial e o perfil de ácidos graxos do queijo Minas frescal produzido do leite de vacas F1 Holandês/Zebu.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, localizada no Município de Janaúba/MG. As análises foram realizadas nos Laboratórios de Análise de Alimentos e de Tecnologia de Produtos de Origem Animal da UNIMONTES – *Campus* Janaúba, no Laboratório de Nutrição Animal da ESALQ-USP – *Campus* Piracicaba e na Clínica do Leite - ESALQ-USP – *Campus* Piracicaba.

### 2.2 Os animais, os tratamentos, o período experimental e o delineamento estatístico

Foram utilizadas oito vacas F1 Holandês/Zebu, com potencial para 20 kg de leite, corrigido para 3,5% de gordura, e com período médio de lactação, ao início do experimento, de aproximadamente 80 dias. O delineamento experimental adotado foram dois quadrados latinos 4 x 4, compostos de quatro animais, quatro tratamentos e quatro períodos experimentais cada. Foram utilizadas 4 dietas experimentais, uma para cada uma das fontes nitrogenadas (farelo de soja, ureia, farelo de girassol e farelo de mamona destoxificado). O experimento teve duração de 72 dias, sendo dividido em quatro períodos de 18 dias, sendo que os 14 primeiros dias de cada período foram reservados para adaptação dos animais às dietas e os quatro últimos para coleta de dados e amostras.

Os animais foram mantidos em galpão coberto com estrutura metálica onde continham as baias individuais de 20 m<sup>2</sup>, com piso de cimento, separadas por estruturas de ferro, dotadas de cochos e bebedouros.

As vacas foram ordenhadas com ordenhadeira mecânica, duas vezes ao dia, às 06 h e às 14 h, com bezerro ao pé, que mamava o leite residual. Utilizou-se solução de água sanitária na proporção de 8 ml de hipoclorito de sódio a 2 % para cada litro de água para higienizar os tetos dos animais antes da ordenha, sendo adotado o mesmo manejo para todos os grupos experimentais.

As dietas foram formuladas conforme o NRC (2001) para vacas com média de 500 kg de peso vivo e produção média de 20 kg de leite corrigido para 3,5% de gordura/dia. As dietas foram formuladas para serem isoproteicas e isoenergéticas e foram fornecidas às vacas duas vezes por dia, às 08 h e às 16 h. O volumoso utilizado foi silagem de sorgo que era pesado diariamente em balança digital, colocado nos respectivos cochos e misturado com os concentrados de cada tratamento. As sobras dos cochos eram pesadas e registradas diariamente.

As dietas foram ajustadas de acordo com as sobras, mantendo-se uma relação volumoso:concentrado com base na MS de 70:30, de forma que as sobras representassem 10% da quantidade fornecida.

A destoxificação do farelo de mamona foi feita segundo Anandan *et al.* (2005) utilizando-se hidróxido de cálcio. O farelo de mamona foi misturado com solução de hidróxido de cálcio em uma proporção de 3 g/ml e a concentração de hidróxido de cálcio foi de 40 g/kg. O material tratado foi deixado durante a noite e exposta ao sol para secagem e posterior armazenamento em sacos.

A proporção dos ingredientes e a composição química das dietas encontram-se na Tabela 12.

**TABELA 12.** Proporção dos ingredientes das dietas experimentais (%) e composição química das dietas, na base da matéria seca (%)

Ingredientes	Dietas Experimentais (% MS)			
	<sup>1</sup> FS	Ureia	<sup>2</sup> FG	<sup>3</sup> FMD
Silagem de sorgo	70,00	70,00	70,00	70,00
Farelo de Soja	11,94	0,00	0,00	0,00
Farelo de Girassol	0,00	0,00	13,28	0,00
Farelo de Mamona Detoxificado	0,00	0,00	0,00	12,24
Milho moído	17,14	27,18	15,80	16,84
Ureia:sulfato de amônio (9:1)	0,00	1,90	0,00	0,00
Suplemento mineral	0,92	0,92	0,92	0,92
Composição Química				
Matéria Seca (%)	30,43	30,78	31,79	30,92
Matéria Orgânica (%)	93,18	93,06	93,01	93,27
Proteína Bruta (%)	12,05	13,06	13,29	12,30
<sup>4</sup> NIDN (%)	0,44	0,41	0,42	0,43
<sup>5</sup> NIDA (%)	0,02	0,02	0,02	0,02
Extrato Etéreo (%)	1,15	1,27	2,33	1,73
Carboidratos Totais (%)	75,04	76,45	72,61	76,34
Carboidratos não fibrosos (%)	30,50	32,81	27,26	31,78
Fibra em detergente neutro (%)	44,54	43,64	45,35	44,56
<sup>6</sup> FDNcp (%)	44,15	40,23	45,32	42,31
Fibra em detergente ácido (%)	20,60	23,06	21,45	26,43
Lignina	3,02	3,24	3,65	3,14
<sup>7</sup> Nutrientes Digestíveis Totais	65,28	65,16	65,43	65,02

<sup>1</sup>FS = Farelo de Soja; <sup>2</sup>FG = Farelo de Girassol; <sup>3</sup>FMD = Farelo de Mamona Detoxificado

<sup>4</sup>NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; <sup>5</sup>NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; <sup>6</sup>FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína

<sup>7</sup>Estimado pelas equações do NRC (2001)

A composição do volumoso e dos ingredientes dos concentrados está na Tabela 13.

**TABELA 13.** Composição química do volumoso e ingredientes da dieta, teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e extrato etéreo (EE)

<b>Nutrientes</b>	<b>MS</b>	<b>PB</b>	<b>FDN</b>	<b>FDA</b>	<b>EE</b>	<b>LIG</b>
<b>Ingredientes</b>	<b>% Matéria Seca</b>					
Silagem de sorgo	22,14	9,00	48,74	22,03	1,45	3,57
Milho	87,98	7,27	11,96	2,95	2,48	1,35
Farelo de soja	92,41	44,00	27,20	11,90	2,17	2,45
Farelo de girassol	91,90	37,71	38,60	27,91	1,97	3,65
Farelo de mamona	90,42	39,08	42,90	18,58	1,87	3,24

### 2.3 Obtenção do leite

Os animais foram ordenhados em ordenha mecânica, com bezerro ao pé, duas vezes por dia, às 06 horas e às 14 horas. As amostras de leite de cada animal foram coletadas duas vezes ao dia, nos últimos três dias de cada período, sendo feito um *pool* das amostras do leite da ordenha da manhã e da tarde, proporcionalmente à quantidade produzida de manhã e à tarde. Após a ordenha de cada vaca, o leite foi homogeneizado e coletada uma amostra de 500 mL. Posteriormente, essas amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal da Unimontes - *Campus* de Janaúba e no mesmo dia foram realizadas as análises físico-químicas.

### 2.4 Análises físico-químicas do leite

Para determinação das características físico-químicas do leite, foram realizadas as seguintes análises, em triplicata: acidez titulável (°D) realizada com uso da solução indicadora de fenolftaleína (0,1%); pH, utilizando-se peagômetro digital Tecnopon, densidade a 15 °C, pelo termolactodensímetro de Quevenne; teor percentual de gordura, pelo método de Gerber; proteína pelo método kjeldahl com multiplicação do percentual de nitrogênio pelo fator 6,38; cinzas pela incineração na mufla a 550°; e índice crioscópico (°H), por meio de

crioscópio eletrônico LAKTRON 312-L. A porcentagem de lactose foi calculada pela diferença entre os constituintes sólidos (proteína, gordura e cinzas). O cálculo do extrato seco total (EST) foi obtido por meio da fórmula  $\% ES = 1,2 \times Gd + 2,665 \times (D-1)$ , proposta por Fleishmann, e o extrato seco desengordurado (ESD) pela subtração do teor de gordura (BRASIL, 2006) (Tabela 14).

**TABELA 14.** Composição físico-química e produção do leite utilizado para o processamento do queijo Minas Frescal

Variáveis	Dietas Experimentais				CV(%)
	<sup>1</sup> FS	Ureia	<sup>2</sup> FG	<sup>3</sup> FMD	
Gordura (%)	4,46	4,59	4,61	4,80	11,45
Gordura (g/dia)	796,88	672,64	749,37	690,17	19,87
Proteína (%)	3,34	3,03	3,27	3,06	8,34
Proteína (g/dia)	650,96	504,58	593,33	510,41	16,68
Lactose (%)	4,60	4,52	4,65	4,58	2,39
Cinzas	0,75	0,76	0,74	0,72	10,09
<sup>4</sup> ST (%)	14,11	14,92	13,36	13,89	9,78
<sup>5</sup> ESD (%)	8,94	8,66	8,96	8,72	3,10
Acidez (° D)	17	17	17	17	4,14
Densidade (g/mL)	1,029	1,029	1,030	1,029	0,08
Crioscopia (m ° H)	-0,530	-0,532	-0,531	-0,532	0,41
<sup>6</sup> CCS (x mil/mL)	141,10	144,00	168,38	158,50	12,10
<sup>7</sup> NUL (mg/dL)	17,81	24,13	13,15	14,46	14,64
Caseína (%)	2,47	2,18	2,42	2,23	9,66
Caseína (% Proteína)	76,36	62,71	73,85	72,91	17,50
Caseína/proteína (%)	0,76	0,72	0,74	0,73	4,90
Produção leite (Kg)	18,12	17,36	18,62	17,20	6,83
<sup>8</sup> PLCG (Kg)	20,16	20,25	20,55	19,31	10,31

<sup>1</sup>FS = Farelo de Soja; <sup>2</sup>FG = Farelo de Girassol; <sup>3</sup>FMD = Farelo de Mamona Detoxificado

<sup>4</sup>Teor de Sólidos Totais, <sup>5</sup>Teor de Extrato Seco Desengordurado, <sup>6</sup>Contagem de Células Somáticas, <sup>7</sup>Nitrogênio Ureico no leite, <sup>8</sup>Produção de leite ajustada para 3,5% gordura

## **2.5 Processamento do queijo Minas frescal**

O queijo Minas frescal foi processado no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal da UNIMONTES – *Campus* Janaúba. O leite de cada dieta experimental, separadamente, foi pesado, filtrado e submetido à pasteurização lenta (65 °C por 30 minutos). Após esse tratamento térmico, o leite foi resfriado a 39 °C, temperatura em que foram adicionados o cloreto de cálcio (40 mL/100L) e o coalho (30 mL/100L), sendo este diluído em parte igual de água filtrada. Após um tempo de 40 a 60 minutos ocorreu a coagulação do leite, em seguida foi realizado o corte da massa com uma faca inox em cubos de 1,5 a 2 cm, intercalando a mexedura e o repouso para promover a dessoragem. Os queijos foram colocados nas formas de plásticos para a drenagem do soro e permaneceram até o tempo de viragem de 30 minutos, foram feitas duas viragens onde nesse momento foi feita a salga da massa (700g/100L de sal branco refinado) e posteriormente foram resfriados numa temperatura de 10 a 12 °C. No dia seguinte, foram retirados das formas, embalados, pesados em balança digital para determinar o rendimento.

## **2.6 Textura, Rendimento e Análises físico-químicas do queijo**

A textura das amostras de queijo foi determinada utilizando-se um Texturômetro – Modelo TAXT da Stabic Micro Systems, com auxílio de um Software, fornecendo diretamente a força de corte (Kg). Foi utilizada uma célula do tipo Probe Warner Bratzler.

O rendimento bruto dos queijos foi calculado segundo a equação (ANDREATTA *et al.*, 2009): Rendimento bruto (kg/kg) = peso da formulação (leite mais os ingredientes) (kg)/massa de queijo após embalagem (kg). O rendimento ajustado para o teor de umidade do queijo (LUCEY e KELLY,

1994) foi calculado considerando um valor de 57% como referência para a umidade do queijo minas frescal, conforme a equação sugerida por Oliveira (1986):  $REAJ \text{ (kg/kg)} = \text{Rendimento bruto} \times (100 - \% \text{ umidade atual})/57$ .

Para determinação das características físico-químicas do queijo, foram realizadas as seguintes análises, em triplicata: acidez titulável (°D) realizada com uso da solução indicadora de fenolftaleína (0,1%); pH, por meio de um peagômetro digital Tecnopon; teor percentual de gordura, pelo método de Gerber; proteína pelo método kjeldahl; resíduo mineral fixo, pela eliminação da matéria orgânica à temperatura de 550 °C, sólidos totais através da evaporação de água da amostra com utilização da estufa a 105 °C, a umidade foi determinada pela subtração dos sólidos totais e a atividade de água ( $A_w$ ) utilizando-se o medidor de  $A_w$  modelo Aqua Lab.

## 2.7 Perfil de Ácidos Graxos do queijo

A extração dos ácidos graxos foi feita conforme descrito por Hara (1978), e a metilação de acordo com a descrição de Christie (1982). As amostras transmetiladas foram analisadas em cromatógrafo a gás modelo *Focus CG-Finnigan*, com detector de ionização de chama, coluna capilar CP-Sil 88 (Varian), com 100 m de comprimento por 0,25 µm de diâmetro interno e 0,20 µm de espessura do filme. Foi adotado o hidrogênio como gás de arraste, numa vazão de 1,8 ml/min. O programa de temperatura do forno inicial foi de 70 °C, tempo de espera 4 min, 175 °C (13 °C/min) tempo de espera 27 min, 215 °C (4 °C/min) tempo de espera 9 min e, em seguida aumentando 7 °C/min até 230 °C, permanecendo por 5 min, totalizando 65 min. A temperatura do vaporizador foi de 250 °C e a do detector, de 300 °C.

Uma alíquota de 1 µL do extrato esterificado foi injetada no cromatógrafo, e a identificação dos ácidos graxos foi feita pela comparação dos

tempos de retenção e as percentagens dos ácidos graxos foram obtidas através do *software – Chromquest 4.1* (Thermo Electron, Italy).

Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões de ácidos graxos de manteiga. Os ácidos graxos foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos. Os resultados dos ácidos graxos foram expressos em mg/g de gordura.

### 2.7.1 Índices da qualidade nutricional do queijo Minas frescal

A qualidade nutricional da fração lipídica foi avaliada pelos dados de composição em ácidos graxos, empregando-se os seguintes índices:

- 1) Índice de Aterogenicidade (IA) =  $\{(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)\} / (\Sigma AGMI + \Sigma \omega 6 + \Sigma \omega 3)$  (ULBRICHTH & SOUTHAGE, 1991);
- 2) Índice de Trombogenicidade (IT) =  $(C14:0 + C16:0 + C18:0) / \{(0,5 \times \Sigma AGMI) + (0,5 \times \Sigma 6 + (3 \times \Sigma 3) + (\Sigma 3 + \Sigma 6))\}$  (ULBRICHTH & SOUTHAGE, 1991);
- 3) Razão entre ácidos graxos hipercolesterolêmicos e hipocolesterolêmicos =  $(C14:0 + C16:0) / (\text{monoinsaturado} + \text{poli-insaturado})$  (COSTA *et al.*, 2008);
- 4) Ácidos Graxos Desejáveis (AGD) =  $(\text{insaturados} + C18:0)$  (COSTA *et al.*, 2008);
- 5) Razão entre ácidos graxos poli-insaturados e ácidos graxos saturados e razão entre  $\omega 6$  e  $\omega 3$  (COSTA *et al.*, 2008).

## 2.8 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas dos queijos foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal e Vegetal (TPAV) da UNIMONTES – *Campus* Janaúba. No laboratório, as amostras de queijo foram submetidas à limpeza externa das embalagens com álcool 70% para remoção dos contaminantes presentes. Logo em seguida, foram retirados assepticamente 25 g do produto que foi homogeneizado em 225 ml de água peptonada tamponada a 0,1% para se obter a diluição inicial de  $10^{-1}$  seguidas de diluições decimais até  $10^{-3}$ .

A determinação do NMP (número mais provável) de coliformes a 35 °C foi realizada a partir da diluição  $10^{-1}$  para então serem transferidas alíquotas de 1 ml para tubos de ensaio contendo tubos de *Durhan* invertidos, imersos em caldo lauril triptose. As amostras foram incubadas a 35 °C por 48 horas. Para confirmação da presença de coliformes totais, foi realizada a inoculação dos tubos positivos em caldo verde brilhante. A confirmação da presença de coliformes a 45 °C foi realizada por meio da inoculação em caldo *E. coli*, a partir de tubos positivos na análise de coliformes a 35 °C, com incubação em temperatura seletiva de 45 °C por 48 horas. O resultado foi expresso em NMP de coliformes totais por grama conforme Brasil (2003).

## **2.9 Análise Sensorial**

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal da UNIMONTES – *Campus* Janaúba. A avaliação dos queijos pelos julgadores não treinados foi realizada utilizando-se o teste de aceitação sensorial descrito por Meilgaard *et al.* (1999). A análise sensorial do queijo foi feita em quatro períodos, com 30 provadores por período, as amostras foram codificadas e cortadas em cubos, com peso de 25 g, e fornecidas em copinhos descartáveis. As amostras com seus respectivos códigos foram servidas

simultaneamente e classificadas pelos provadores para avaliação da aceitação geral do mesmo, dando-se a nota de valor 1 para a menos aceita e 9 para a mais aceita (Figura 1).

Os dados foram avaliados calculando-se a diferença mínima significativa (DMS) da soma de ordens de cada amostra de acordo com o Método de Friedman (níveis de significância de 5%) (MEILGAARD *et al.*, 1999).

**FIGURA 1** - Ficha da análise sensorial apresentada aos provadores

<b>TESTE DE ACEITAÇÃO</b>		
Nome: _____ Data: _____		
Por favor, avalie a amostra utilizando a escala abaixo para escrever o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a posição da escala que melhor reflita seu julgamento.		
	<b>CÓDIGO</b>	<b>NOTA</b>
9- Gostei extremamente		
8- Gostei muito		
7- Gostei moderadamente	_____	_____
6- Gostei ligeiramente		
5- Indiferente	_____	_____
4- Desgostei ligeiramente		
3- Desgostei moderadamente	_____	_____
2- Desgostei muito		
1- Desgostei extremamente	_____	_____
Comentários: _____		
_____		

## 2.10 Análises Estatísticas

Em função da população de microrganismo ser classificada como uma variável quantitativa discreta, resultante de dados de contagem, foi realizada a transformação logarítmica [Log (X+1)], testou-se através do procedimento GLM (General Linear Models) a aditividade através da análise de covariância dos valores preditos ao quadrado, obtendo-se  $P=0,7643$ ; a normalidade através do procedimento univariate, com a estatística W (Shapiro-Wilk), com  $P=0,2870$  e a homogeneidade de variância pelo teste de Barthett ( $P=0,9725$ ).

Os dados relativos a composição físico-química, perfil de ácidos graxos e índices nutricionais do queijo foram submetidos à análise de variância pelo programa SISVAR (FERREIRA, 2011), e, quando significativas, as médias foram comparadas pela Teste de Tukey, considerando-se  $\alpha = 0,05$ , segundo modelo estatístico a seguir:

$$Y_{k(ij)} = \mu + P_i + A_j + T_{k(ij)} + e_{k(ij)}$$

Em que:

$Y_{k(ij)}$  = A observação referente ao tratamento “k”, dentro do período “i” e animal “j”;

$\mu$  = Uma constante associada a todas as observações;

$P_i$  = Efeito do período “i”, com  $i = 1, 2, 3$  e  $4$ ;

$A_j$  = Efeito do animal “j”, com  $j = 1, 2, 3$  e  $4$ ;

$T_{k(ij)}$  = Efeito do tratamento “k”, com  $k = 1, 2, 3$  e  $4$ ; e,

$e_{k(ij)}$  = erro experimental associado a todas as observações ( $k(ij)$ )

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para características físico-químicas e rendimento do queijo Minas Frescal (Tabela 15) não sofreram ( $P>0,05$ ) influência das fontes proteicas utilizadas.

**TABELA 15.** Composição físico-química, rendimento bruto e rendimento ajustado para o teor de umidade do queijo Minas frescal produzido com leite de vacas F1 (Holandês x Zebu) alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados, com respectivas médias e coeficientes de variação (CV)

Variáveis	Dietas Experimentais				Média	CV (%)
	<sup>1</sup> FS	Ureia	<sup>2</sup> FG	<sup>3</sup> FMD		
Gordura (%)	17,34 <sup>a</sup>	16,71a	16,46a	15,65a	16,54	5,90
Proteína (%)	16,68 <sup>a</sup>	16,76a	16,51a	16,62a	16,64	4,29
Resíduo Mineral Fixo (%)	2,26 <sup>a</sup>	2,24a	2,32a	2,36 <sup>a</sup>	2,30	10,15
Sólidos Totais (%)	42,88 <sup>a</sup>	43,48a	43,33a	42,86a	43,14	3,48
Umidade (%)	57,12 <sup>a</sup>	56,52a	56,67a	57,14a	56,86	2,64
Rendimento bruto (kg/kg)	6,96 <sup>a</sup>	6,77a	6,42a	6,63 <sup>a</sup>	6,70	10,15
Rendimento Ajustado (kg/kg)	5,98 <sup>a</sup>	5,92a	5,63a	5,74 <sup>a</sup>	5,82	10,19
Ácido láctico (%)	0,15 <sup>a</sup>	0,14a	0,14a	0,15 <sup>a</sup>	0,15	16,41
pH	6,61 <sup>a</sup>	6,60a	6,61a	6,57 <sup>a</sup>	6,60	2,03
Textura (N)	7,40 <sup>a</sup>	6,20a	6,83a	5,40 <sup>a</sup>	6,46	52,73
Aw	0,98 <sup>a</sup>	0,97a	0,97a	0,98 <sup>a</sup>	0,98	1,48

Médias com letras iguais, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância

<sup>1</sup>FS = Farelo de Soja; <sup>2</sup>FG = Farelo de Girassol; <sup>3</sup>FMD = Farelo de Mamona Detoxificado

Quanto ao teor de gordura, o valor médio encontrado foi de 16,54%, justificado devido ao nível mais elevado desse componente no leite utilizado como matéria-prima para fabricação do queijo Minas Frescal (Tabela 14). Valores mais baixos foram verificados por Aquino *et al.* (2009) que, avaliando níveis crescentes de ureia (0, 0,75 e 1,5%) sobre a composição e o rendimento de fabricação de queijos Minas frescal na dieta de vacas no meio da lactação produzindo, em média, 22 kg de leite por dia, encontraram teores médios de gordura no queijo variando de 13,80 a 14,22%. O autor explica que provavelmente foi devido à utilização de leite com níveis mais baixos de gordura variando de 2,63 a 2,80%. Por outro lado, Souza (2014), analisando níveis crescentes de ureia (0, 33, 66 e 100 % de substituição ao farelo de soja) para vacas F1 Holandês/Zebu, encontrou valores semelhantes ao presente estudo variando de 16,45 a 17,47%.

Foi constatado percentual médio de proteína bruta do queijo de 16,64%, que pode ser explicado pelo aumento numericamente da proteína do leite que variou de 3,03 a 3,34%. No tocante ao rendimento de fabricação dos queijos, a ausência de diferenças entre a concentração de proteína verdadeira e, especialmente de caseína na matéria-prima utilizada, cujo teor médio foi de 71,46%, justifica-se a ausência de efeito da inclusão das diferentes fontes proteicas na dieta sobre o rendimento bruto e ajustado, já que essa é a principal responsável pelo rendimento de fabricação (Tabela 14). Os valores médios observados foram de 6,70 (kg/kg) e 5,82 (kg/kg) respectivamente. Como a composição do queijo também não foi influenciada, o rendimento ajustado teve o mesmo comportamento do rendimento bruto em função das diferentes fontes de compostos nitrogenados na dieta das vacas.

Verificaram-se teores médios de sólidos totais (ST) e resíduo mineral fixo de 43,14% e 2,30% respectivamente. Adicionalmente, Aguiar *et al.* (2013), trabalhando com níveis crescentes de ureia (0,00; 0,58; 1,17; 1,75% da MS) em

substituição ao farelo de soja para vacas 7/8 Holandês/Zebu, encontraram resultados semelhantes ao do presente experimento, com teores médios de sólidos totais e resíduo mineral fixo de 45,32% e 2,29%, respectivamente.

O queijo minas frescal é considerado de alta umidade (acima de 55%), segundo a legislação vigente (BRASIL, 2004). Os queijos em estudo tiveram teor médio de umidade 56,86%, recebendo, assim, a mesma classificação. A Aw obtida no presente trabalho confirma a alta umidade do queijo, visto que o valor médio encontrado para essa variável foi de 0,98. Resultados semelhantes foram descritos por Aquino *et al.* (2009) para os teores médios de umidade do queijo Minas frescal variando de 60,69% a 62,09% e sugeriram que a ureia pode ser adicionada até 1,5% na dieta das vacas no meio da lactação.

Quanto à acidez titulável, ao pH e à textura, foram constatados valores médios de 0,15% , 6,60 e 6,46 (N), respectivamente. Resultados semelhantes de pH foram relatados por Aquino *et al.* (2009), encontrando valor médio de 6,21.

O total de ácidos graxos identificados e quantificados no queijo Minas frescal foi de 41(Tabela 15), sendo 20 ácidos graxos saturados (AGS); 15 ácidos graxos monoinsaturados (AGM); e 6 ácidos graxos poli-insaturados (AGPI). Não houve diferenças ( $P < 0,05$ ) nos somatórios dos AGS, AGM e AGPI, apresentando concentrações médias de 76,18, 21,20 e 0,04 g/grama de gordura, respectivamente.

O perfil de ácidos graxos do queijo Minas frescal indicou efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para o ácido undecanoico (C11:0) com maiores concentrações para as dietas com farelo de soja e farelo de girassol, e o C18:2 C9-T11 (CLA) foi mais alto para as dietas com ureia, farelo de soja e farelo de girassol, enquanto que para o ácido eicosatrienoico (C20:3) as maiores concentrações foram para as dietas com farelo de soja e ureia.

Para os demais ácidos graxos saturados, bem como para os monoinsaturados e poli-insaturados (Tabela 15) não foram observadas

diferenças significativas ( $P>0,05$ ). A composição dos lipídeos dietéticos é refletida no perfil da gordura do queijo; contudo, para os ruminantes, os lipídeos dietéticos são amplamente modificados pelos microrganismos do rúmen, principalmente, no que se refere aos ácidos graxos poli-insaturados. Eles não são sintetizados pelos tecidos dos ruminantes e, portanto, sua concentração nos tecidos é dependente da quantidade destes ácidos graxos que chegam ao duodeno (CHILLIARD *et al.*, 2000).

**TABELA 16.** Perfil de ácidos graxos da gordura do queijo Minas frescal produzido com leite de vacas F1 (Holandês/Zebu) alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados

Componentes	Dietas Experimentais				CV (%)	Pr>Fc
	<sup>1</sup> FS	Ureia	<sup>2</sup> FG	<sup>3</sup> FMD		
<b>Saturados</b>	76,72a	75,00a	76,27a	76,72 <sup>a</sup>	3,64	0,7959
C4:0	2,86a	2,37a	2,94a	3,06 <sup>a</sup>	29,13	0,6552
C6:0	2,06a	1,55a	2,05a	2,00a	27,29	0,4750
C8:0	1,49a	1,16a	1,44a	1,23 <sup>a</sup>	18,07	0,2100
C10:0	1,76a	1,27a	1,58a	1,73 <sup>a</sup>	18,32	0,1237
C11:0	0,07a	0,03b	0,05a	0,04b	25,64	0,0107
C12:0	3,57a	2,74a	3,3a	2,8 <sup>a</sup>	16,63	0,1199
C13:0 ISSO	0,02a	0,02a	0,02a	0,01 <sup>a</sup>	22,12	0,6660
C13:0 ANTEISO	0,08a	0,07a	0,08a	0,07 <sup>a</sup>	17,47	0,2137
C13:00	0,15a	0,11a	0,14a	0,12 <sup>a</sup>	17,64	0,0855
C14:0 ISSO	0,11a	0,14a	0,13a	0,12 <sup>a</sup>	15,90	0,3042
C14:0	13,13a	12,32a	12,97a	11,78 <sup>a</sup>	7,10	0,1765
C15:0 ISSO	0,22a	0,21a	0,21a	0,19 <sup>a</sup>	12,50	0,3916
C15:0 ANTEISO	0,33a	0,35a	0,33a	0,33 <sup>a</sup>	10,88	0,8894
C15:0	0,22a	0,21a	0,21a	0,19 <sup>a</sup>	12,50	0,3916
C16:0 ISSO	0,16a	0,22a	0,20a	0,19 <sup>a</sup>	21,35	0,3053
C16:0	39,07a	39,44a	38,68a	41,30 <sup>a</sup>	11,95	0,8678
C17:0 ISSO	0,16a	0,16a	0,17a	0,12 <sup>a</sup>	31,52	0,4660
C17:0	0,50a	0,52a	0,47a	0,47 <sup>a</sup>	17,26	0,8139
C18:0	9,79a	11,23a	10,37a	10,10 <sup>a</sup>	10,04	0,2869
C20:0	0,90a	0,75a	0,91a	0,60 <sup>a</sup>	32,53	0,3140

“...continua...”

TABELA 16. Cont.

Componentes	Diets Experimentais				CV (%)	Pr>Fc
	<sup>1</sup> FS	Ureia	<sup>2</sup> FG	<sup>3</sup> FMD		
<b>Monoinsaturados</b>	20,42a	22,17a	21,07a	21,1 <sup>a</sup>	11,02	0,7612
C10:1	0,34a	0,31a	0,35 <sup>a</sup>	0,30 <sup>a</sup>	12,94	0,2335
C12:1	0,10a	0,08a	0,10a	0,08 <sup>a</sup>	18,52	0,1767
C14:1 C9	1,10a	1,08a	1,15a	1,05 <sup>a</sup>	8,43	0,5185
C16:1 C9	1,13a	1,19a	1,16a	1,36 <sup>a</sup>	13,35	0,2264
C17:1	0,12a	0,12a	0,11a	0,13 <sup>a</sup>	30,72	0,7532
C18:1 T6-T7	0,23a	0,38a	0,34a	0,27 <sup>a</sup>	32,95	0,3035
C18:1 T10	0,84a	0,80a	0,82a	0,82 <sup>a</sup>	24,45	0,9950
C18:1 C9	14,42a	15,73a	14,95a	14,86 <sup>a</sup>	12,13	0,6864
C18:1 C11	1,15a	1,39a	1,09a	1,17 <sup>a</sup>	15,92	0,2058
C18:1 C12	0,50a	0,59a	0,52a	0,53 <sup>a</sup>	19,50	0,6604
C18:1 C13	0,28a	0,31a	0,29a	0,32 <sup>a</sup>	21,12	0,8490
C18:1 C15	0,12a	0,14a	0,12a	0,11 <sup>a</sup>	48,66	0,9205
C20:1	0,02a	0,05a	0,05a	0,03 <sup>a</sup>	99,17	0,7474
C21:0	0,01a	0,01a	0,01a	0,01 <sup>a</sup>	43,92	0,3623
C22:00	1,6a	1,46a	1,55a	1,24 <sup>a</sup>	20,68	0,3725
<b>Poli-insaturados</b>	0,05a	0,04a	0,03a	0,05 <sup>a</sup>	42,36	0,2046
C18:2 C9 C12	0,10a	0,13a	0,11a	0,11 <sup>a</sup>	15,00	0,1281
C18:3 n6	0,11a	0,11a	0,09a	0,08 <sup>a</sup>	44,27	0,6684
C18:3 n3	0,31a	0,29a	0,29a	0,32 <sup>a</sup>	22,48	0,9181
C18:2 C9 T11 (CLA)	0,04a	0,04a	0,03a	0,02 <sup>b</sup>	23,64	0,0044
C 20:3 n6	0,06a	0,07a	0,04 <sup>b</sup>	0,05 <sup>b</sup>	20,29	0,0046
C22:5	0,05a	0,05a	0,05a	0,05 <sup>a</sup>	20,28	0,7336

<sup>1</sup>FS = Farelo de Soja; <sup>2</sup>FG = Farelo de Girassol; <sup>3</sup>FMD = Farelo de Mamona Detoxificado

A maior proporção de C18:2 C9-T11 (CLA) no queijo produzido do leite de vacas alimentadas com as dietas com farelo de soja, ureia e farelo de girassol. Isso pode ser explicado pelo fato de os ácidos poli-insaturados não serem sintetizados pelos tecidos dos ruminantes e sua concentração no leite depende estritamente das quantidades absorvidas pelo intestino e das quantidades dispensadas no rúmen que não sofreram bio-hidrogenação

(CHILLIARD *et al.*, 2001b; GRUMMER, 1991). Essa concentração de CLA reflete a quantidade que estaria disponível para absorção no intestino delgado, sendo assim influenciada pela manipulação e quantidade de lipídeo presente na dieta. Segundo Wahle *et al.* (2004) e Toomey *et al.* (2006), o C18:2 C9-T11 (CLA) é um ácido graxo interessante do ponto de vista nutricional para saúde humana. Para Benjamin e Spener (2009), os potenciais efeitos benéficos atribuídos aos isômeros CLA *cis*-9 *trans*-11 e CLA *trans*-10 *cis*-12 são efeito anticarcinogênico, antiaterogênico, antidiabetogênico, imunomodulador, osteossintético e apoptótico.

Verificaram-se maiores concentrações de ácido graxo undecanoico (C11:0) para o queijo produzido a partir do leite de vacas alimentadas com as dietas contendo farelo de soja e farelo de girassol, em relação às demais dietas, com média de 0,07 e 0,05 mg/g de gordura, respectivamente. O aumento da proporção dos AG de cadeias curta e média pode ser decorrente do aumento de precursores da síntese *de novo*, acetato e  $\beta$ -hidroxibutirato, resultantes da fermentação ruminal, ou da direta inibição do complexo enzimático envolvido na síntese *de novo* pela ação dos ácidos graxos de cadeia longa dos óleos vegetais (PALMQUIST *et al.*, 1993).

Quanto ao C20:3n6 (eicosatrienoico), constataram-se maiores concentrações para o queijo produzido com dietas com farelo de soja e ureia, com médias de 0,06 e 0,07 mg/g de gordura, respectivamente. As concentrações desse ácido são dependentes do seu nível de ingestão e do grau de bio-hidrogenação ruminal, devido, principalmente, à variação do ácido linoleico das dietas utilizadas.

Conforme pode ser observado na (Tabela 16), os ácidos graxos encontrados em maiores quantidades no queijo Minas frescal de vacas alimentadas com diferentes fontes proteicas são o ácido mirístico (14:0), ácido palmítico (16:0), ácido esteárico (18:0), ácido oleico (18:1n-c9), cujos

percentuais médios foram de 12,55, 39,63, 10,37 e 14,99 mg/g de gordura, respectivamente, em relação ao total de ácidos graxos da gordura do queijo. Isso pode ser explicado pela proporção desses ácidos encontrados no leite, cujos saturados chegam a representar dois terços, e o oleico é o ácido graxo insaturado mais abundante no leite (ABREU, 2005), que consequentemente reflete no perfil de ácidos graxos do queijo.

Como nas dietas experimentais utilizou-se o farelo de mamona destoxificado, que tem originalmente os princípios tóxicos, ricina e ricinina, que podem trazer sérios prejuízos para produção animal, tentou-se identificar a presença do ácido ricinoleico, mas não se observou a presença do mesmo para o queijo de vacas alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados, mostrando que o processo de destoxificação com hidróxido de cálcio  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  foi eficiente para eliminar a toxina do farelo de mamona, sendo um produto seguro para a alimentação animal, comprovado pela ausência desses princípios tóxicos no queijo.

Os índices de aterogenicidade (IA), trombogenicidade (IT), a relação hiper/hipocolesterol, os ácidos graxos desejáveis e a relação ácidos graxos poli-insaturados/ácidos graxos saturados (AGP/AGS) (Tabela 17), no queijo Minas Frescal, não tiveram diferenças ( $P > 0,05$ ) em função das diferentes fontes de compostos nitrogenados avaliadas nas dietas das vacas.

Os valores dos IA e IT variaram de 5,53 a 6,16 e 7,37 a 7,61, respectivamente. Para Arruda *et al.* (2012), esses índices são utilizados como medidas de avaliação e comparação da qualidade de diferentes alimentos e dietas. Consoante Tonial *et al.* (2010), os IA e IT indicam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, ou seja, quanto menores os valores de IA e IT, maior é a quantidade de AG antiaterogênicos presentes em determinado óleo/gordura e, consequentemente, maior é o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronarianas.

**TABELA 17.** Índice de aterogenicidade (IA), Índice de trombogenicidade (IT), relação hiper/hipocolesterolêmicos, ácidos graxos desejáveis e relação de ácidos graxos poli-insaturados/ácidos graxos saturados no queijo Minas frescal produzido do leite de vacas F1 (Holandês x Zebu) alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados, com respectivos coeficientes de variação (CV)

Variáveis	Diets Experimentais				CV (%)
	<sup>1</sup> FS	Ureia	<sup>2</sup> FG	<sup>3</sup> FMD	
IA	6,16a	5,60 <sup>a</sup>	5,93 <sup>a</sup>	5,53a	6,75
IT	7,61a	7,44 <sup>a</sup>	7,40 <sup>a</sup>	7,37a	12,13
Hiper/Hipo	2,37a	2,27 <sup>a</sup>	2,30 <sup>a</sup>	2,40a	18,04
AG Desejáveis	30,21a	33,41 <sup>a</sup>	31,44 <sup>a</sup>	31,21a	9,56
AGP/AGS	0,02a	0,02 <sup>a</sup>	0,02 <sup>a</sup>	0,02a	20,42
$\omega 6/\omega 3$	4,38a	5,00a	4,57 <sup>a</sup>	5,23a	20,72

Médias seguidas de mesma letra nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância

<sup>1</sup>FS = Farelo de Soja; <sup>2</sup>FG = Farelo de Girassol; <sup>3</sup>FMD = Farelo de Mamona Detoxificado

A relação hiper/hipocolesterol constitui um índice que associa a atividade funcional dos ácidos graxos a aspectos de metabolismo das lipoproteínas de transporte do colesterol plasmático, cuja quantificação reflete o maior ou menor risco de incidência de doenças cardiovasculares. Não havendo valores recomendados para esses índices nos produtos lácteos, considera-se como referência o valor 2 em relação aos produtos cárneos (SANTOS-SILVA *et al.*, 2002), como aquele que exprime a relação ideal entre os ácidos graxos hipo e hipercolesterolêmicos. Valores inferiores a esta referência correspondem a gorduras de superior qualidade nutricional, traduzindo a abundância de ácidos gordos que promovem o abaixamento do colesterol plasmático (hipocolesterolêmicos) e assim a redução do risco de doenças cardiovasculares.

A razão ácidos graxos poli-insaturados/ácidos graxos saturados (AGP/AGS) abaixo de 0,45 tem sido considerada como indesejável

(DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY, 1984) por sua potencialidade na indução do aumento de colesterol sanguíneo.

Os valores médios encontrados neste trabalho para a composição de ácidos graxos desejáveis estão apresentados na Tabela 15 com médias variando de 30,21 a 33,41%. A concentração de ácidos graxos desejáveis (AGD) é calculada pelo somatório dos AGI com o ácido esteárico (BANSKALIEVA; SAHLU; GOETSCH, 2000). Embora o ácido esteárico (C18:0) seja saturado, seu efeito é neutro, tendo menos implicações no perfil lipídico, uma vez que pode ser convertido a oleico (C18:1) no organismo. Já os ácidos monoinsaturados, oleico, e os poli-insaturados, linolênico e  $\alpha$ -linolênico, reduzem os níveis de LDL-colesterol e, conseqüentemente, o risco de obesidade, câncer e doenças cardiovasculares em humanos (PEREZ et al., 2002).

A relação  $\omega 6/\omega 3$  não foi influenciada ( $P>0,05$ ) (Tabela 17) pelas dietas utilizadas variando de 4,38 a 5,57. A razão entre esses ácidos poli-insaturados é outro índice comumente usado para avaliar o valor nutricional de óleos e gorduras. Portanto, para razão  $\omega 6/\omega 3$  são sugeridos valores desejáveis abaixo de 4,0 na dieta para a prevenção de riscos cardiovasculares (DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY, 1994).

A análise microbiológica do queijo teve como objetivo verificar se o produto estava dentro dos requisitos microbiológicos previstos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2004) para a realização da análise sensorial. Os resultados encontrados estão na Tabela 18 e demonstraram que não houve contaminação após a pasteurização, ou seja, no processamento, cujo padrão para o grupo dos coliformes a 35 °C é de  $5,0 \times 10^2$  NPM/g. A população de coliformes a 45 °C ficou dentro do limite tolerado para queijo de alta umidade com coagulação enzimática, prevista pela legislação que é de  $5 \times 10^3$  NMP/g (BRASIL, 2004). Assim sendo, as amostras foram submetidas à análise sensorial.

**TABELA 18.** Média de população de coliformes a 35 °C e coliformes a 45 °C do queijo Minas frescal produzido com o leite de vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados

<b>Dietas Experimentais</b>	<b>Coliformes a 35 °C (NPM/g)</b>	<b>Coliformes a 45 °C (NPM/g)</b>	<b>N<sup>1</sup></b>
Farelo de Soja	63 x 10 <sup>1</sup>	3 x 10 <sup>2</sup>	36
Ureia	55 x 10 <sup>1</sup>	4 x 10 <sup>2</sup>	36
Farelo de Girassol	8 x 10 <sup>1</sup>	5,6 x 10 <sup>2</sup>	36
Farelo de Mamona Detoxificado	7 x 10 <sup>1</sup>	6 x 10 <sup>2</sup>	36

N<sup>1</sup>= Número de repetição

Todas as notas atribuídas aos queijos elaborados indicaram boa aceitação por parte dos julgadores (“gostei ligeiramente”) não apresentando diferença significativa (P>0,05) independente da fonte nitrogenada utilizada, como pode ser observado na Tabela 19, atingindo, assim, pontuação na escala hedônica mais próxima da pontuação máxima (“gostei extremamente”). Machado *et al.* (2004), avaliando o queijo Minas artesanal na região do Serro, empregando a escala hedônica de aceitação de nove pontos encontraram médias de 6,03, o que indica que os provadores gostaram ligeiramente do produto. Outro estudo avaliando queijo Minas, porém curado, foi realizado por Barros (2001) que, ao utilizar escala hedônica de cinco pontos, encontrou valor médio de 3,3. Santos *et al.* (1992) encontraram, utilizando escala hedônica de nove pontos, valor médio de 6,49 para o queijo Minas. Entretanto, Ferreira *et al.* (1992) encontraram médias de 7,43 para queijos Minas fabricados a partir de culturas comerciais importadas e 7,57 para queijos Minas semicurados, fabricados a partir de leite pasteurizado e salga na massa e tempo de armazenamento de 13 dias.

**TABELA 19.** Resultado da análise sensorial do queijo Minas frescal produzido do leite de vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados

	<b>Dietas Experimentais</b>				<b>Média</b>	<b>CV(%)</b>
	<sup>1</sup> <b>FS</b>	<b>Ureia</b>	<sup>2</sup> <b>FG</b>	<sup>3</sup> <b>FMD</b>		
<b>Médias</b>	6,36 <sup>a</sup>	6,61a	6,35 <sup>a</sup>	6,21a	6,38	25,41
<b>N<sup>4</sup></b>	120	120	120	120		

Totais com mesma letra, na linha, não diferem entre si ( $p>0,05$ ) pelo teste

<sup>1</sup>FS = Farelo de Soja; <sup>2</sup>FG = Farelo de Girassol; <sup>3</sup>FMD = Farelo de Mamona Detoxificado; N<sup>4</sup> = número de provadores

#### **4. CONCLUSÃO**

O uso de diferentes fontes de compostos nitrogenados na dieta de vacas F1 Holandês x Zebu, com produção média de 20 kg de leite corrigido para 3,5% de gordura, não influenciou a composição físico-química, rendimento, bem como a aceitação do queijo Minas Frescal. Entretanto, pode alterar o perfil de ácidos graxos da gordura do queijo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, A. L. *et al.* Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, p. 260-268, 2008.

ABREU, L. R. **Leite e derivados: caracterização físico química, qualidade e legislação**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 151 p.

AGUIAR, A. C. R. *et al.* Consumo, produção e composição do leite e do queijo de vacas alimentadas com níveis crescentes de ureia. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v. 20, n. 1, p. 37-42, jan./mar. 2013.

ANANDAN, S. *et al.* Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 120, p. 159-168, 2005.

ANDREATTA, E. *et al.* Quality of Minas frescal cheese prepared from milk with different somatic cell counts. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, p. 320-326, 2009.

AQUINO A. A. *et al.* Efeito de níveis crescentes de uréia na dieta de vacas leiteiras sobre a composição e rendimento de fabricação de queijos minas frescal. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, São Paulo, v. 46, n. 4, p. 273-279, 2009.

ARRUDA, P. C. L. *et al.* Perfil de ácidos graxos no Longissimus dorsi de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 1229-1240, maio/jun. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO. ABIQ. **Consumo de queijos em diversos países**. Disponível em: <<http://www.abiq.com.br>> Acesso em: 06 nov. 2012.

BANKS, J. M. L. J. *et al* The influence of diet and breed of cow on the efficiency of conversion of milk constituents to curd in cheese manufacture. **Journal Science Food Agriculture**, Chischester, v. 37, p. 461–468. 1986.

BANSKALIEVA, V.; SAHLU, T.; GOETSCH, A. L. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 37, n. 3, p. 255-268, 2000.

BARROS, C. M. V. **Influência da cultura lática, lípase, salga e embalagem nas características físico-químicas e sensoriais do queijo Minas curado**. 2001, 103 p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

BENJAMIN, S.; SPENER, F. Conjugated linoleic acids as functional food: an insight into their health benefits. **Nutrition & Metabolism**, Champaign, v. 6, 2009.

BITTANTE, G.; PENASA, M.; CECCHINATO, A. Invited review: Genetics and modeling of milk coagulation properties. **Journal Dairy Science**, Champaign, n. 95, p. 6843–6870. 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos**. Instrução Normativa nº. 22 de 14 de dezembro de 2006. Diário Oficial da União, Brasília, DF.2006. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Métodos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água**. Instrução Normativa n. 62 de agosto de 2003. Disponível em: <<http://www.defesaagropecuaria.sp.gov.br/www/legislacoes/popup.php?action=view&idleg=665>>. Acesso em: 10 jan. 2014

CHILLIARD, Y. *et al.* Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. **Annales de Zootechnie**, Versailles, v. 49, p. 181-205, 2000.

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; DOREAU, M. Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. **Livestock Production Science**, [s.l.], v. 70, p. 31-48. 2001.

CHRISTIE, W. W. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesterol esters. **Journal of Lipid Research**, Bethesda, v. 23, p. 1072, 1982.

COSTA, R. G. *et al.* Características químicas e sensoriais do leite de cabras Moxotó alimentadas com silagem de maniçoba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 694-702, set. 2008.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. **Diet and cardiovascular disease**. London: HMSO, 1984. (Report on Health and social subjects, n. 28)

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. **Nutritional aspects of cardiovascular disease**. London: HMSO, 1994, 178 p. (Report on Health and social subjects; n. 46.)

FERREIRA, C. L. L. F. *et al.* Avaliação tecnológica de cultura lácteas nacionais – produção de queijo Minas. **Revista Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 47, 279-281, p. 32-37, 1992.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FURTADO, M. M. **Principais problemas dos queijos: causas e prevenção.** Edição Revisada e Ampliada. São Paulo: Fonte Comunicação e Editora, 2005. 200 p.

FURTADO, M. M.; LOURENÇO NETO, J. P. M. **Tecnologia de queijos: manual técnico para produção industrial de queijos.** 1. ed. São Paulo: Dipemar, 1994. 118 p.

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

HARA, A.; RADIN, N. S. Lipid extraction of tissues with low toxicity solvent. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 90, p. 420-426, 1978.

HOFFMAN, F. L.; SILVA, J. V. da; VINTURIM, T. M. Qualidade microbiológica e queijos tipo “Minas frescal”, vendidos em feiras livres na região de São José do Rio Preto, SP. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 16, n. 96, p. 69-76, mai. 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE-**Banco de dados** . Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br> >. Acesso em: 16 nov. 2012.

LUCEY, J.; KELLY, J. Cheese yield. **Journal of the Society of Dairy Technology**, Huntingdon Cambs, v. 47, n. 1, p. 1-14, 1994.

LUNA, P. *et al.* Effect of a diet in whole linseed and sunflower oil on goat milk fatty acid composition and conjugated linoleic acid isomer profile. **Journal of Dairy Science**, Madison, v. 91, n. 1, p. 20-28, 2008.

MACHADO, E. C. *et al.* Características físico-químicas e sensoriais do queijo minas artesanal produzido na região do Serro, Minas Gerais. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4 p. 516-521, Out/Dez, 2004.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton: CRC Press, 1999. 2 v. 387p.

MONTEIRO, V. F. *et al.* Caracterização e avaliação sensorial de queijo minas frescal de leite de ovelhas suplementadas com óleo de linhaça. **Synergismus Scientifica**, Pato Branco, v. 8, n. 2, 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, DC: National Academic Press, 2001. 381 p.

OLIVEIRA, J. S. **Queijo**: fundamentos tecnológicos. 2. ed. Campinas: Unicamp, 1986. 146 p.

PAIXÃO, M. L. *et al.* Ureia em dietas para bovinos: consumo, digestibilidade dos nutrientes, ganho de peso, características de carcaça e produção microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2451-2460, 2006.

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

PEREZ, J. R. O. *et al.* Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre o perfil de ácidos graxos, colesterol e propriedades químicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 11-18, 2002.

PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004.

RODRIGUEZ, N. M.; SOUSA, L. F.; CASTRO, K. J. Utilização de subprodutos da agroindústria na alimentação de ruminantes experiência brasileira. In: ZOOTEC, 11, 2009, Águas de Lindóia. **Anais...Águas de Lindóia**: SBZ, 2009. p. 31.

SANTOS, M. T. M. *et al.* Queijo Minas: II- Efeito do tratamento térmico do leite sobre as características físico-químicas e sensoriais do queijo Minas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Viçosa, v. 47, n. 279-281, p. 28-31, 1992.

SANTOS, S. A. *et al.* Intake, digestibility and nitrogen use efficiency in crossbred F1 Holstein x Zebu grazing cows. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 4, p. 1025-1034, 2012.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: Fatty and composition of meat. **Livestock Production Science**. Roma, v. 77, n. 2/3, p. 187-194. 2002.

SILVA, I. M. M. *et al.* Occurrence of *Listeria* spp. in critical control points and the environment of Minas Frescal cheese processing. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 81, p. 241-248, 2003.

TOOMEY, S.; MCMONAGLE, J.; ROCHE, H. M. Conjugated linoleic acid: a functional nutrient in the different pathophysiological components of the metabolic syndrome? **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, London, v. 9, p. 740-747, 2006.

ULBRICH, T. L. V.; SOUTHGATE, D. T. A. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Journal Lancet**, London, v. 338, n. 19, p. 985-992, 1991.

VENTUROSOSO, R. C. *et al.* Determinação da composição físico-química de produtos lácteos: estudo exploratório de comparação dos resultados obtidos por metodologia oficial e por ultra-som. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 607-613. 2007.

WAHLE, K.; HEYS, S.; ROTONDO, D. Conjugated linoleic acids: are they beneficial or detrimental to health. **Progress in Lipid Research**, [s.l.], v. 43, p. 553-587, 2004.