



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**QUALIDADE DO QUEIJO E DO LEITE DE VACAS F1  
HOLANDÊS X ZEBU ALIMENTADAS COM PALMA  
FORRAGEIRA ASSOCIADA A DIFERENTES  
VOLUMOSOS**

**CAMILA SOARES**

**2017**

**CAMILA SOARES**

**QUALIDADE DO QUEIJO E DO LEITE DE VACAS F1 HOLANDÊS X  
ZEBU ALIMENTADAS COM PALMA FORRAGEIRA ASSOCIADA A  
DIFERENTES VOLUMOSOS**

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 em Zootecnia.

**Orientador: Prof. DSc. Vicente Ribeiro Rocha Júnior**

**UNIMONTES**

**MINAS GERAIS – BRASIL**

**2017**

Soares, Camila

S676q      Qualidade do queijo e do leite de vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com palma forrageira associada a diferentes volumosos [manuscrito] / Camila Soares. – 2017.  
77 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2017.

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

1. Holandês (Bovino). 2. Leite Qualidade. 3. Vaca Alimentação e rações. 4. Sorgo Silagem. 5. Zebu. I. Rocha Júnior, Vicente Ribeiro. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 636.2142

Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

**CAMILA SOARES**

**QUALIDADE DO QUEIJO E DO LEITE DE VACAS F1 HOLANDÊS X  
ZEBU ALIMENTADAS COM PALMA FORRAGEIRA ASSOCIADA A  
DIFERENTES VOLUMOSOS**

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 28 de abril de 2017.**

Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior  
(Orientador)

Prof. Dr. João Paulo Sampaio Rigueira  
UNIMONTES

Prof. Dr. José Reinaldo Mendes  
Ruas  
UNIMONTES

Dra. Ariane Castrocini  
EPAMIG

**JANAÚBA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2017**

## AGRADECIMENTOS

Durante a realização de qualquer caminhada sempre contamos com a competência, carinho, dedicação e amizade de inúmeras pessoas. Quero agradecer a todos que fizeram parte desta etapa, em especial:

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus, pois sem ele não seria possível os agradecimentos abaixo;

A minha família por estar sempre presente na minha vida me dando força;

Ao meu orientador, Prof. DSc. Vicente Ribeiro Rocha Júnior, por todos os ensinamentos, profissionalismo e dedicação;

Aos meus grandes amigos do mestrado ao qual construí uma família e que tenho grande admiração e respeito;

Aos estagiários e funcionários pela ajuda diária durante realização do experimento;

A todos os meus amigos que me apoiaram tanto na vida acadêmica como também na vida pessoal como grandes conselheiros, e aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho;

À UNIMONTES, por me proporcionar a formação em pós-graduação em Zootecnia;

Ao Laboratório de Nutrição e Crescimento (ESALQ/USP), pela disponibilidade nas análises de cromatografia;

À FAPEMIG pelo auxílio financeiro, à CAPES e CNPq pela concessão de bolsas de estudo;

A EPAMIG – Nova Porteirinha por disponibilizar a palma forrageira;

Ao INCT – Ciência Animal.

***Muito obrigada.***

## SUMÁRIO

	<b>Pag.</b>
LISTA DE TABELAS .....	ii
RESUMO GERAL .....	iii
GENERAL ABSTRACT .....	v
1 INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	5
2.1 Palma forrageira .....	5
2.2 composição químico-bromatológica da palma forrageira .....	8
2.3 Utilização da palma forrageira na alimentação de vacas leiteiras .....	11
2.4 Influências da dieta na composição físico-química e perfil de ácidos graxos do leite e queijo .....	13
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	19
Capítulo 1 - QUALIDADE DO QUEIJO E DO LEITE DE VACAS F1 HOLANDÊS X ZEBU ALIMENTADAS COM PALMA FORRAGEIRA ASSOCIADA A DIFERENTES VOLUMOSOS .....	26
RESUMO.....	27
ABSTRACT.....	28
1 INTRODUÇÃO .....	29
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4 CONCLUSÕES .....	47
5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	48
Capítulo 2 - COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DA GORDURA DO QUEIJO E DO LEITE DE VACAS F1 HOLANDÊS X ZEBU ALIMENTADAS COM PALMA FORRAGEIRA ASSOCIADA A DIFERENTES VOLUMOSOS .....	52
RESUMO .....	53
ABSTRACT .....	54
1 INTRODUÇÃO .....	55
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	57
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	62
4 CONCLUSÕES .....	73
5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	75

## LISTA DE TABELAS

		Pág.
<b>TABELA 1.</b>	Proporção dos ingredientes das dietas experimentais (%) e composição química das dietas, na base da matéria seca .....	34
<b>TABELA 2.</b>	Composição química, contagem de células somáticas (CCS) e produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, de vacas alimentadas com palma forrageira associada a diferentes volumosos .....	39
<b>TABELA 3.</b>	Composição 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 palma forrageira associada a diferentes volumosos .....	42
<b>TABELA 4.</b>	Resultado do teste de aceitação na análise sensorial do queijo Minas Frescal produzido do leite de vacas F1 Holandês X Zebu alimentadas com palma forrageira associada a diferentes fontes de volumosos .....	45
<b>TABELA 5.</b>	Resultado da ordenação de preferência da análise sensorial do queijo Minas Frescal produzido do leite de vacas F1 Holandês X Zebu alimentadas com palma forrageira associada a diferentes fontes de volumosos .....	46
<b>TABELA 6.</b>	Proporção dos ingredientes das dietas experimentais (%) e composição química das dietas, na base da matéria seca .....	59
<b>TABELA 7.</b>	Perfil de ácidos graxos da gordura do leite de vacas F1 Holandês X Zebu alimentadas com palma forrageira associada a diferentes volumosos .....	63
<b>TABELA 8.</b>	Perfil de ácidos graxos da gordura do queijo de vacas F1 Holandês X Zebu alimentadas com palma forrageira associada a diferentes volumosos .....	67
<b>TABELA 9.</b>	Índice de aterogenicidade (IA), Índice de trombogenicidade (IT), relação hipo/hipercolesterolêmicos (h/H), ácidos graxos desejáveis (AGD, relação de ácidos graxos poli-insaturados/ácidos graxos saturados (AGP/AGS), somatório de ácidos graxos $\omega 6$ e relação $\omega 6/ \omega 3$ do leite e do queijo de vacas mestiças alimentadas com palma forrageira associada a diferentes volumosos .....	71

## RESUMO GERAL

SOARES, Camila. **Qualidade do queijo e do leite de vacas f1 holandês x zebu alimentadas com palma forrageira associada a diferentes volumosos.** 2017. 77 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.

Objetivou-se avaliar os efeitos da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) gigante em associação a diferentes volumosos, na dieta de vacas F1 Holandês x Zebu, sobre a composição química e perfil de ácidos graxos do leite e do queijo e sensorial do queijo Minas Frescal. Os tratamentos foram assim definidos: (T1) silagem de sorgo exclusivo; (T2) substituição de 50% da silagem de sorgo por palma forrageira; (T3) capim-elefante exclusivo; (T4) substituição de 50% do capim-elefante pela palma forrageira. Foram utilizadas 08 vacas F1 Holandês x Zebu, com  $72 \pm 11$  dias de lactação ao início do experimento. O delineamento experimental foi em dois quadrados latinos 4 x 4, simultâneos, com quatro períodos de 18 dias, sendo 14 dias de adaptação e quatro dias de coletas. As amostras de leite de cada vaca foram analisadas quanto à composição química e perfil de ácidos graxos. No quarto dia de coleta, o leite obtido foi pasteurizado para fabricação do queijo Minas Frescal, que foi pesado para determinação dos rendimentos bruto e ajustado, e analisado quanto à textura, composição química, perfil de ácidos graxos, teste de aceitação geral pelo consumidor e ordenação de preferência. O nitrogênio uréico do leite foi maior ( $16,08 \text{ mg dL}^{-1}$ ) com as dietas contendo apenas capim-elefante como volumoso. O teste de ordenação de preferência mostrou que o queijo mais preferido foi o da dieta sem inclusão da palma forrageira, tendo como volumoso a silagem de sorgo e o menos preferido foi o da dieta com 50% de substituição da silagem de sorgo pela palma forrageira. No teste de aceitação, para aparência, foi atribuída maior nota para os queijos oriundos do leite das vacas alimentadas com a dieta contendo apenas silagem de sorgo como volumoso. Quando analisado a consistência e o sabor, menores notas foram para o queijo da dieta com capim elefante/palma. Para impressão global, maiores notas foram dadas para o queijo dos tratamentos com a silagem ou capim-elefante como volumosos exclusivos. Os demais itens avaliados na composição química do leite e do queijo, não foram influenciados pelas dietas. Houve efeito das dietas sobre o somatório dos ácidos graxos saturados e monoinsaturados do leite, apresentando menor e maior valor, respectivamente, com a dieta contendo capim-elefante. O teor do ácido C16:0 foi menor nas dietas com apenas capim-elefante ou silagem de sorgo como volumoso. Já a concentração do C18:0 foi mais baixa nas dietas que continham palma. Maiores teores do ácido oléico foram verificadas com as dietas que continham capim. O ácido linoléico conjugado (CLA) foi mais alto no leite das

vacas alimentadas com palma. No queijo, não foram verificadas variações nos somatórios de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados. Entretanto, menor teor do ácido esteárico foi observado no queijo proveniente do leite das vacas alimentadas com capim associado com palma e menor valor de CLA para dieta com apenas silagem. Quanto aos índices nutricionais, diferenças foram verificadas apenas no leite, que apresentou menor índice de aterogenicidade para dieta com capim e maiores proporções de ácidos graxos desejáveis. A associação da palma forrageira em 37,5% da dieta total com a silagem de sorgo ou com o capim-elefante não alterou a composição química do leite e do queijo Minas Frescal, entretanto, influenciou no teste de aceitação e de preferência do queijo pelos consumidores, bem como no perfil de ácidos graxos do leite e do queijo Minas Frescal, com redução da concentração do ácido graxo esteárico e aumento no teor de CLA.

**Palavras-chave:** capim-elefante, nutrição, perfil de ácidos graxos, silagem de sorgo

---

**Comitê Orientador:** Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (orientador); Prof. – José Reinaldo Mendes Ruas DCA/UNIMONTES (coorientador).

## GENERAL ABSTRACT

SOARES, Camila. **Cheese Quality and cows milk F1 Holstein X Zebu Fed with indian fig opuntia in association with different green fodders.** 2017. 77p. Dissertation (Master's Degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais.

The objective of this study was to evaluate the effects of indian fig opuntia (*Opuntia ficus indica* Mill) in association with different green fodders on the diet of F1 Dutch x Zebu cows, on the chemical and sensorial quality, and fatty acid profile of milk and Minas fresh cheese. The treatments were defined as follows: (T1) sorghum silage as the fodder; (T2) Diet with 50% of sorghum silage replaced by *Opuntia ficus sp*; (T3) Diet without the inclusion of the spineless cactus, with elephant grass as the fodder; (T4) Diet with 50% of elephant grass replacement. Eight cows were used, with  $72 \pm 11$  days of lactation at the beginning of the experiment. The experimental design was two simultaneous 4 x 4 Latin squares, with periods of 18 days, therefore, 14 days of adaptation and four days of data gathering. Milk samples, were collected and analyzed for chemical composition. On the fourth day of collection, the milk obtained from the cows was pasteurized for the production of the Minas Frescal cheese, which was weighed to determine the adjusted gross income, and analyzed for texture, chemical characteristics and consumer acceptance test (sensory evaluation). The milk urea nitrogen (MUN) had highest observed value (16.08 mg dL<sup>-1</sup>) in diets containing only elephant grass. The preference sorting test showed that the most preferred cheese was that without spineless cactus inclusion on the diet and with sorghum silage as the fodder, and the least preferred was that with 50% of the sorghum silage diet replaced by indian fig opuntia. In the acceptance test, for appearance, a higher grade was assigned to cheeses from the milk of cows fed with the diet containing only sorghum silage as bulk. When analyzed for consistency and flavor, lower grades were for the cheese of the treatment with elephant grass and indian fig opuntia. For overall impression, higher grades were given to the cheeses from the treatments with only silage or elephant grass. The other items evaluated in the chemical composition of milk and cheese were not influenced by diets. There was an effect of the diets on the sum of the saturated and monounsaturated fatty acids of the milk, presenting lower and higher values, in same order, with the diet containing elephant grass. The content of C16: 0 acid were lower in the diet with only elephant grass or sorghum silage as bulky. The concentration of C18: 0 was lower in the diets containing indian fig opuntia. Higher levels of oleic acid was observed with diets containing grass. Conjugated linoleic acid (CLA) was higher

in the milk of cows fed palm. In the cheese, no changes were observed in the sum of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids. However, lower stearic acid content was observed in cheese from cows fed with grass associated with palm, and lower CLA values for diets with silage as fodder. Regarding nutritional indices, differences were verified only in milk, which presented lower atherogenicity index and higher proportions of desirable fatty acids for diet with grass. The association of indian fig opuntia in 37.75% of the total diet with sorghum silage or with elephant grass did not changed the chemical composition of the milk and Minas Frescal cheese, however, it influenced the acceptance and preference test of the Cheese by consumers, as well as in the fatty acid profile of milk and Minas Frescal cheese, with a reduction in stearic fatty acid concentration and increase in CLA content.

**Keywords:** elephant grass, nutrition, fatty acid profile, sorghum silage

---

**Guidance Committee:** Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DAC/UNIMONTES (Adviser ); Prof. José Reinaldo Mendes Ruas – DAC/UNIMONTES (Co-adviser).

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A produção de leite é um importante segmento no contexto da agropecuária no Brasil, com o país ocupando a quinta posição no ranking mundial dos países produtores (FAO, 2015). A atividade leiteira impõe cada vez mais desafios ao produtor de leite, uma vez que os mercados consumidores tornam-se cada vez mais exigentes, contribuindo para um constante aperfeiçoamento da atividade tanto no aspecto de sua rentabilidade, quanto na qualidade dos produtos ofertados. Uma das características marcantes da atividade é que em várias regiões do país os animais são mantidos exclusivamente a pasto ou alternando pastagens e confinamento. Contudo, a oferta de forragens não é uniforme ao longo do ano, ocorrendo períodos de escassez. Mesmo nos períodos das águas as forragens, principalmente quando mal manejadas, apresentam baixo valor nutritivo, que está relacionado ao reduzido conteúdo de proteína e a baixa digestibilidade (EUCLIDES, 2012). Portanto, as vacas são submetidas à suplementação com concentrados, para que o déficit de nutrientes necessários a sua fisiologia seja suprido.

Os custos com suplementação utilizando ingredientes convencionais são elevados, e a viabilidade dos sistemas de produção torna-se dependente da utilização de recursos alimentares alternativos de menor custo, mas, eficazes para alimentação dos rebanhos (FERREIRA *et al.* 2009).

A escassez de alimentos nas épocas de estiagem, em especial nas regiões áridas e semiáridas, é um desafio para o produtor de leite. Nesse sentido, a palma forrageira torna-se uma opção de alimento volumoso, sendo bastante utilizado na época crítica por possuir capacidade de produção nas condições climáticas das regiões áridas e semiáridas. Isso acontece devido as suas características ligadas ao processo de metabolismo fotossintético diferenciado, que segue o modelo conhecido como Metabolismo Ácido das Crassuláceas. Além disso, na produção de biomassa, a palma forrageira em

comparação com outras forrageiras, é mais estável ao longo tempo, e menos prejudicada pela irregularidade das chuvas nos anos secos (MENEZES *et al.* 2002).

Vieira (2006) constatou que além da absorção eficiente de água do solo, a palma forrageira é uma importante fonte de água. O valor nutricional da palma varia de acordo com a espécie, idade das raquetes e época do ano (FERREIRA, 2005). Segundo Ferreira *et al.* (2012), a palma forrageira, independente do gênero, apresenta baixos teores de matéria seca ( $11,69 \pm 2,56\%$ ), proteína bruta ( $4,81 \pm 1,16\%$ ), fibra em detergente neutro ( $26,79 \pm 5,07\%$ ), fibra em detergente ácido ( $18,85 \pm 3,17\%$ ), teores consideráveis de carboidratos totais ( $81,12 \pm 5,9\%$ ), carboidratos não-fibrosos ( $58,55 \pm 8,13\%$ ), carboidratos não-estruturais ( $47,9 \pm 1,9$ ) e matéria mineral ( $12,04 \pm 4,7\%$ ). Entretanto, pesquisas recentes, constataram que as características bromatológicas da palma podem ser alteradas de forma satisfatória dependendo do manejo e adubação. Como exemplo, Silva *et al.* (2013) avaliaram composição bromatológica da palma em três espaçamentos (1,00 x 0,50 m; 2,00 x 0,25 m e 3,00 x 1,00 x 0,25 m) e quatro fertilizações (000-000-000; 000-150-000; 200-150-000 e 200-150-100) kg ha<sup>-1</sup> de N, P2 O5 e K2 O, respectivamente e observaram que a adição de adubação NPK e NP resultou em melhoria na qualidade nutricional da palma forrageira, destacando-se a proteína bruta que apresentou teor de 12,3% nas plantas que receberam adubação NPK e 12,4% nas plantas adubadas com NP.

A palma forrageira vem sendo utilizada desde a década de 30 como alimento para os ruminantes, rica em carboidratos não-fibrosos, sendo essencial sua associação a alimentos volumosos com elevados teores de fibra fisicamente efetiva. Recomenda-se que a palma seja misturada a outros alimentos como feno, silagem, restolho de sorgo, de milho ou mesmo capim seco para evitar os distúrbios metabólicos, tais como, diminuição da ruminação e diarreias devido ao baixo conteúdo de matéria seca e fibra (MELO *et al.*, 2006).

Em pesquisas, comprovou-se potencial da palma para substituição de fontes energéticas e volumosos tradicionais, devido a sua característica nutricional. Mattos *et al.* (2000) associaram a palma forrageira, em percentuais que variaram entre 38,0 a 55,4% da matéria seca da dieta, a alimentos fibrosos (sacharina, silagem de sorgo, bagaço de cana de açúcar hidrolisado e bagaço de cana de açúcar *in natura*) e verificaram que os níveis de palma não proporcionaram diferença na produção e composição do leite das vacas, além de não ter sido observado casos de diarreia nos animais. A substituição do milho por palma forrageira (gigante e miúda) na alimentação de vacas mestiças em produção foi avaliado por Araujo *et al.* (2004), que não observaram diferença para produção de leite total e corrigida, teor e produção de gordura, em relação aos cultivares de palma estudados.

Com o objetivo de se agregar valor ao leite, e buscar auxílio para o esclarecimento dos possíveis fatores que podem causar ou contribuir para a depressão da gordura do leite, tem-se intensificado pesquisas na área de manipulação não apenas na composição em termos de gordura e proteína, mas também quanto ao perfil de ácidos graxos da gordura do leite. Como os ácidos graxos constituem cerca de 90% dos triglicerídeos e estes quase a totalidade dos lipídios do leite e dos tecidos adiposos dos animais, o perfil de ácidos graxos é determinante nas propriedades, físicas, químicas e sensoriais dos alimentos. Apenas quando o perfil de ácidos graxos foi detalhadamente estudado, pôde-se confirmar que a maior parte da depressão da gordura do leite é produzida pelo isômero do ácido linoléico conjugado (CLA) C18:2 trans10 Cis12, inibindo a ação das enzimas promotoras da lipogênese na glândula mamária (MEDEIROS, 2002).

A biohidrogenação de ácidos graxos poliinsaturados no rúmen para 18:2 trans-10 cis- 12 parece ser favorecida em alguns tipos específicos de dietas. Além da presença de gordura poliinsaturada, baixos valores de pH ruminal parece ser determinante para formação de isômeros de CLA com ligações duplas do tipo trans na posição 10 na cadeia de ácido graxo. Dietas com alto teor de concentrados, baixo teor de forragens, presença de

forragens finamente picadas e adição de ionóforos tem resultado em valores mais elevados de C18:2 trans-10 cis-12 (BAUGARD *et al.* 2000).

A determinação do perfil dos ácidos graxos do queijo e do leite proveniente de vacas submetidas a dietas a base de palma forrageira, até o presente momento, não foi determinado, necessitando de pesquisas nessa área.

Objetivou-se por meio deste trabalho avaliar os efeitos da utilização da palma forrageira em associação a diferentes volumosos sobre a qualidade do queijo Minas Frescal e do leite de vacas F1 Holandês x Zebu.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Palma forrageira

A origem da palma forrageira dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea* é o continente americano. O gênero *Opuntia* que é o mais importante tem o México como centro de origem, dado o grande número de espécies presentes em seu território. A Palma forrageira, *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill, foi introduzida no Brasil na época da colonização do México pelos portugueses com o objetivo de hospedar a cochonilha do carmim [*Dactylopius coccus* (Homóptera, Dactylopiidae)] para produzir corante natural, vermelho “carmim”. Sem sucesso, a palma foi posteriormente utilizada como planta ornamental e em seguida despertou a curiosidade de cultivá-la em larga escala e utilizá-la como forrageira para animais de produção (SANTOS, 2002).

No século XIX, foi introduzida em Pernambuco. Inicialmente, o valor forrageiro da palma no Nordeste não foi reconhecido, só despertando interesse como forrageira em Pernambuco e Alagoas em 1902 (LIRA *et al.*, 2006).

Após a seca de 1932 foram plantadas com o objetivo de exibir campos de demonstração. A partir dessa data a cultura foi expandindo por meio de incentivos governamentais (LEITE, 2009). Com isso, a palma forrageira começou a ser cultivada em diversos países com diversas finalidades, sendo utilizada na alimentação humana (brotos e frutos), animal, paisagismo, conservação de solo, produção de corantes e outros produtos agroindustriais.

A família cactácea possui por volta de 130 gêneros e 1500 espécies, tendo sido descritas cerca de 300 espécies de cactáceas pertencentes ao gênero *Opuntia*, distribuídas desde o Canadá até a Argentina (OLIVEIRA, 2010). Os gêneros que sobressaíram durante esses processos de distribuição, dispersão e multiplicação foram *Opuntia* e *Nopalea*, isto explica o seu vasto

uso dentre os outros gêneros para o plantio e utilização no semiárido (OLIVEIRA, 2010).

As cactáceas geralmente possuem espinhos como mecanismo de defesa e diversas espécies de *Opuntia* apresentam botões meristemáticos de onde emergem na raquete, flores, frutos, e gloquídios (SCHEINVAR, 2001). A palma forrageira apresenta também adaptação às condições adversas do semiárido, dada a sua fisiologia caracterizada pelo processo fotossintético denominado Metabolismo Ácido Crassuláceo (CAM), (FARIAS *et al.*, 2000), que se expressa com maior intensidade sob condições de estresses abióticos severos. Entretanto, na ausência de estresse a palma pode atuar como CAM facultativa, ou seja, ajustar o padrão de captação de CO<sub>2</sub>, como ocorre com outras cactáceas, crassuláceas e bromeliáceas (TAIZ & ZEIGER, 2009). Assim, mudanças no manejo da cultura, como combinação de espaçamentos e doses de adubação podem aperfeiçoar o uso da radiação e o nível nutricional da planta com conseqüente incremento nas taxas fotossintéticas, no crescimento, na produtividade e na composição nutricional.

De modo geral, as cultivares mais utilizadas na alimentação animal são a Palma gigante (*Opuntia ficus - indica*), a Palma redonda (*Opuntia SP.*) e a Palma miúda ou doce (*Nopallea cochenilifera*).

A Palma gigante (*Opuntia ficus-indica*) apresenta crescimento vertical, porte arborescente, média de 3m de altura, sua raquete pesa cerca de 1kg com até 50cm de comprimento e forma sub-ovalada. É considerada a mais produtiva e mais resistente às regiões secas, no entanto, possui menor aceitabilidade, de menor valor nutricional e suscetível à cochonilha de carmim (SILVA & SANTOS, 2007).

A Palma redonda (*Opuntia stricta*) é uma planta de porte médio, com maior aceitabilidade em relação à palma gigante e de alta produtividade (VASCONCELOS *et al.*, 2009). São plantas de caule muito ramificado, sua raquete pesa cerca de 1,8 kg, quase 40 cm de comprimento, de forma arredondada e ovóide (SILVA & SANTOS, 2007).

A Palma Miúda ou Doce (*Nopallea cochenilifera*) é uma planta de pequeno porte, quando comparada com a palma gigante e a palma redonda, com o caule bastante ramificado, sua raquete pesa cerca de 350g, possui quase 25cm de comprimento (SILVA & SANTOS, 2007).

Entre as espécies de palma forrageira, a cv. gigante é a que apresenta maior rusticidade comparada à espécie miúda (SANTOS *et al.*, 2006), especialmente em condições de sequeiro. A cv. gigante é também conhecida como palma-graúda, palma-da-índia, palma-grande, palma-santa, palma-azedo e figo-da-índia. (ARAÚJO FILHO, 2000).

A palma miúda ou doce apresenta um valor nutritivo melhor, quando comparada com a Redonda e Gigante. A cultivar Miúda, pode produzir a cada ano, 10,6 t MS/ha e 77,8 t MV/ha, adubada com 20 toneladas de estrume de curral/ha/ano e com população de 20 mil plantas/ha (Santos *et al.*, 2002). Por apresentar uma multiplicação mais rápida que as cultivares Redonda e Gigante, é possível realizar colheitas com intervalos de 01 ano, o que não é recomendado para as demais cultivares (VASCONCELOS *et al.*, 2007).

Em pesquisa realizada em Caruaru – PE, Santos *et al.* (2005) obtiveram produtividades médias de 362,89, 354,36 e 190,18 t MV/ha a cada 02 anos para as cultivares Redonda, Gigante e Miúda, respectivamente, em espaçamentos de 1,0m x 0,5m e produtividade de matéria seca média de 23,52, 28,88 e 20,64 t MS/ha a cada 02 anos.

A palma forrageira apresenta em média 64,66% de nutrientes digestíveis totais, quantidade superior à maioria dos alimentos volumosos utilizados na alimentação animal em região Semiárida. Superior até mesmo à silagem de milho, volumoso considerado dos melhores na alimentação de vacas em lactação. Portanto, evidenciando a palma forrageira como fonte de energia na dieta animal (MELO, 2006).

## 2.2 Composição químico-bromatológica da palma forrageira

Segundo Ferreira *et al.* (2003), a composição química da palma forrageira varia de acordo com época do ano, idade e espécie, e independente do gênero ela apresenta baixos teores de matéria seca ( $11,69 \pm 2,56\%$ ), proteína bruta ( $4,81 \pm 1,16\%$ ), fibra em detergente neutro ( $26,79 \pm 5,07\%$ ), fibra em detergente ácido ( $18,85 \pm 3,17\%$ ) e teor relativamente alto de matéria mineral ( $12,04 \pm 4,7\%$ ).

Para que ocorra o desenvolvimento de microrganismos ruminais responsáveis pela degradação da fração fibrosa da forragem, a dieta do animal deve conter em torno de 6% a 7% de proteína bruta. Considerando esse aspecto, o conteúdo protéico da palma forrageira é considerado baixo (REIS *et al.*, 2004). A palma é um alimento rico em energia prontamente disponível para fermentação microbiana e matéria mineral, mas comparada com outros alimentos volumosos apresenta baixos teores de fibra em detergente neutro e elevada digestibilidade da matéria seca. Esses aspectos devem ser levados em consideração quando da utilização da palma na alimentação de ruminantes. O seu uso de maneira indiscriminada tem provocado vários problemas, como diarreia, queda no teor de gordura do leite, baixo consumo de matéria seca e perda de peso (FERREIRA, 2005).

Segundo Mertens (1997), o teor adequado de fibra é de extrema importância para o normal funcionamento do rúmen, ruminação, movimentação ruminal, homogeneização do conteúdo ruminal, secreção salivar e manutenção do teor de gordura do leite. Portanto a escolha do volumoso a ser associado à palma forrageira deverá ser feita levando-se em consideração, o equilíbrio entre carboidratos não-fibrosos e fibrosos e o aspecto econômico. Em dietas com bagaço de cana (rico em FDN e pobre em CNF), a proporção de palma forrageira poderá ser bem maior que, por exemplo, em dietas com silagem de milho. Da mesma forma, em dietas com maior nível de alimentos concentrados, menor proporção de palma deverá ser usada.

Segundo Batista *et al.* (2003), somente 4,4% dos carboidratos da palma são indisponíveis e cerca de 59,5% são de rápida e mediana degradabilidade. A palma apresenta teor de amido (12,9%) relativamente alto para as forragens em geral. Esse alto percentual de carboidratos de rápida digestão, proporciona aumento na atividade microbiana e a concentração de ácidos graxos voláteis (AGV) resultando na queda do pH. A mucilagem é outro aspecto a ser considerado na palma, pois leva à produção de timpanismo espumoso e, conseqüentemente, pode reduzir a absorção dos AGV, resultando em abaixamento do pH, porém sem comprometimento na digestão dos nutrientes.

Bispo *et al* (2007) avaliaram o efeito da substituição do feno de capim-elefante por palma forrageira (*Opuntia ficus indica*, Mill), como fonte de volumoso, sobre o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes e das características ruminais de carneiros, em que a palma forrageira substituiu 0, 14, 28, 42 e 56% do feno de capim elefante na dieta e observaram que os consumos de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF), e nutrientes digestíveis totais (NDT) aumentaram linearmente com a substituição do feno de capim-elefante por palma forrageira na dieta. O consumo de água diminuiu linearmente e o de FDN apresentou efeito quadrático com a substituição do feno de capim-elefante por palma forrageira na dieta. Os coeficientes de digestibilidade aparente de EE, PB, CNF e FDN não foram influenciados, enquanto os de MS e CT aumentaram linearmente com a substituição do feno de capim-elefante por palma forrageira na dieta. O pH ruminal diminuiu linearmente, com variação de 6,46 a 6,24, para as dietas com 0 e 56% de palma forrageira, respectivamente. Segundo Hoover & Stokes (1991), ocorre queda na eficiência de síntese microbiana, com redução no pH de 6,5 para 5,5. Van Soest (1994) relatou que, de maneira geral, a degradação da fibra é prejudicada com pH abaixo de 6,2. Outro fator importante seria a taxa de passagem, que tenderia a aumentar com a inclusão de palma com o

incremento dos teores de CNF, diminuindo o tempo de atuação dos microrganismos e, em consequência, a digestão da fibra. Neste caso, pode ter havido uma compensação, visto que a fibra da palma é bem mais digestível que a do capim-elefante.

Andrade *et al.* (2002) avaliaram o efeito de quatro níveis (0, 12, 24 e 36%) de palma forrageira em substituição à silagem de sorgo, na ração de vacas da raça holandesa em lactação, sobre a digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), da matéria orgânica (DAMO), da proteína bruta (DAPB), do extrato etéreo (DAEE), da fibra em detergente neutro (DAFDN), da fibra em detergente ácido (DAFDA), dos carboidratos totais (DACHT) e dos carboidratos não-fibrosos (DACNF), o teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) e os coeficientes de absorção aparente de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K) e sódio (Na) e constatou que a inclusão de palma forrageira na dieta influenciou a digestibilidade aparente de todos os nutrientes, sendo descrito por função quadrática. O aumento nos teores de CNF e a redução da FDN das dietas foram responsáveis pelo comportamento quadrático na digestibilidade dos nutrientes. A redução na fração de fibra em detergente neutro (FDN) resulta em menor salivagem, sendo considerado um importante fator para diminuição do pH ruminal (MERTENS, 2001), alterando a população microbiana, e diminuindo a digestibilidade dos nutrientes, evidenciando-se a importância do equilíbrio entre as concentrações de CNF e FDN da dieta. A digestibilidade da MS com a inclusão de palma às dietas apresentou comportamento similar ao que poderia ocorrer com a presença de altos níveis de concentrado. Dietas contendo tais alimentos apresentaram elevadas frações de CNF e/ou CNE, à medida que os teores de FDN diminuíram. Estes dados, em parte, explicam a diminuição na digestibilidade, a partir de determinado nível desses compostos, visto que ambos CNF e CNE, por serem prontamente fermentáveis, quando em quantidades elevadas, comprometem a atividade microbiana.

Os teores de fósforo na palma forrageira, como na maioria das forragens tropicais, são considerados baixos, não fornecendo quantidades suficientes para o atendimento das exigências dos animais (GERMANO *et al.*, 1991).

De acordo com Van soest *et al.* (1991) e Allen & Grant (2000), o tipo e a quantidade de carboidratos presentes no alimento afetam a fermentação e a eficiência microbiana. Assim, visto que a palma é rica nestes compostos são necessários mais estudos sobre esses carboidratos, pois este grupo compreende açúcares e amido (carboidratos não-estruturais), frutanas, beta glucanos e pectina (fibra solúvel em detergente neutro) e ácidos orgânicos, que pode resultar em diferentes padrões de fermentação ruminal, de acordo com a quantidade e o arranjo no alimento. (HALL, 2001).

### **2.3 Utilização da palma forrageira na alimentação de vacas leiteiras**

Na maioria das vezes, a palma forrageira é fornecida para bovinos leiteiros, picada no cocho, enquanto o concentrado, quando utilizado, é oferecido no momento das ordenhas, dificultando assim a obtenção de estimativa da real ingestão dos mesmos, principalmente quando é mais de um volumoso (FERREIRA, 2005)

A palma quando misturada aos demais ingredientes da dieta proporciona melhora no consumo de fibra, aumenta o consumo efetivo dos nutrientes, além de participar em até 40 a 50% da matéria seca da dieta dos bovinos (EMBRAPA 2010). A digestibilidade da palma forrageira é superior a da silagem de milho, mas contém um baixo teor de proteína bruta e de fibra (SOUZA *et al.*, 2010). Sendo assim, torna-se necessário a realização de pesquisas referentes a estratégias alimentares com palma forrageira sobre o desempenho de vacas leiteiras.

Wanderley *et al.* (2002) trabalhando com vacas da raça holandesa em lactação, alimentadas com rações contendo diferentes níveis (0, 12, 24 e 36%) de palma forrageira em substituição à silagem de sorgo não

constatarem efeito significativo sobre produção de leite com ou sem correção para 3,5% de gordura, em kg/vaca/dia, mantendo uma média de produção de 25kg/dia. O teor de gordura do leite foi influenciado de forma quadrática ( $P<0,05$ ), sendo o teor máximo estimado em 4,08% com 20,51% de palma. Segundo Silva *et al.* (1997), esse aumento do teor de gordura pode ser explicado pelo fato da palma possuir altos níveis de carboidratos solúveis e pectina, pois a pectina é um carboidrato que, ao se comparar às fontes tradicionais de amido, proporciona melhor padrão de fermentação ruminal para manutenção da gordura do leite, com maior produção de ácido acético no rúmen.

Silva *et al.* (2007) avaliando o consumo, produção de leite e digestibilidade aparente de vacas holandesas em lactação, concluíram que a palma forrageira pode ser associada a alimentos volumosos, tais como: bagaço de cana-de-açúcar, feno de capim-tifton, feno de capim elefante ou silagem de sorgo, sem alterar o consumo de nutrientes, digestibilidade e a produção de leite, a produção de leite corrigido para 3,5% de gordura e o teor de gordura do leite, com médias de 16,92 kg dia<sup>1</sup>, 17,57 kg dia<sup>1</sup> e 3,76%, respectivamente.

Cavalcanti *et al.* (2008) conduzindo experimento com vacas holandesas em lactação alimentadas com rações contendo níveis de 0; 12,5; 25,0; 37,5 ou 50% de palma forrageira (*Opuntia fícus-indica*) e ureia em substituição ao feno de capim-tifton, observaram que a produção de leite (PL) e a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLCG) aumentaram linearmente ( $P<0,05$ ) com a inclusão de palma forrageira e ureia na ração, sendo que com o máximo de inclusão de palma a PL foi de 20,50 (kg/dia) e PLCG foi de 20,96 (kg/dia), esse aumento ocorreu devido maior consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT).

Araújo *et al.* (2004) avaliaram o efeito da substituição do milho por palma forrageira sobre o desempenho de vacas mestiças em lactação. Os animais que receberam dietas com milho apresentaram maior produção de leite (15,24 kg/dia) devido maior ingestão de MS e NDT e não houve

diferença na produção de leite corrigida para o teor de gordura entre as dietas com e sem adição do milho.

Em experimento conduzido por Pessoa *et al.* (2010) foi avaliado a produção e composição do leite de vacas mestiças de baixa produção alimentadas com uma ração sem suplemento, composta de 67,4% de palma forrageira, 27,9% de bagaço de cana-de-açúcar *in natura*, 2,7% de mistura ureia:sulfato de amônio (9:1) e 2,0% de mistura mineral, em base da MS e dieta com suplemento composta por 62,7% de palma forrageira, 26,0% de bagaço de cana-de-açúcar, 2,5% de mistura ureia:sulfato de amônio, 1,9% de mistura mineral e 6,9% de suplemento à base de farelo de trigo, farelo de soja, farelo de algodão ou caroço de algodão e observaram que os suplementos proporcionaram desempenho semelhante para produção de leite com ou sem correção para o teor de gordura, sendo em média 7,0 e 7,4 kg/dia, respectivamente e não observaram diferenças significativas entre os tratamentos para o teor de gordura no leite, que foi em média de 4,5%.

As pesquisas relacionadas a palma forrageira fornece ao produtor uma opção mais barata para a alimentação animal, nos períodos de escassez de forragem, ocasionado pela irregularidade de chuva, além de indicar a necessidade de se avaliar a palma forrageira associada a outros alimentos que possam corrigir suas deficiências nutricionais e evitando assim distúrbios metabólicos como a diarreia, ou melhorar a sua utilização.

#### **2.4 Influências da dieta na composição química e perfil de ácidos graxos do leite e queijo**

Alguns fatores podem alterar a composição físico-química e perfil de ácidos graxos do leite e conseqüentemente de seus derivados. Dentre esses fatores destacam-se a dieta, genética, fatores fisiológicos e saúde da glândula mamária. Vários estudos demonstram que ocorre uma redução na concentração de proteína no leite com a suplementação de gordura na dieta DELBECCHI *et al.*, 2000; WU *et al.*; 1994. Essa redução da proteína do leite tem sido explicada pela redução da síntese microbiana, uma vez que

lipídios não são fontes de energia para o crescimento microbiano (SNIFFEN *et al.*, 1992), ou pela diminuição da disponibilidade de aminoácidos na glândula mamária (WU & HUBER, 1994).

A gordura é o componente de maior variabilidade no leite, sendo este nutriente fortemente influenciado pela genética e fatores ambientais, dentre os quais o manejo nutricional pode exercer papel importante na composição da gordura do leite. A gordura foi o primeiro componente do leite incluído no sistema de pagamento por qualidade na indústria, provavelmente devido a essa variabilidade, uma vez que influencia diretamente os sólidos totais (BURCHARD & BLOCK, 1998).

Segundo Mendonça *et al.* (2001), a composição físico-química do leite tem importância fundamental na indústria, visto que o rendimento na produção de derivados lácteos é dependente do conteúdo de matéria gorda e sólidos não gordurosos.

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, dentre outros. Ela também é importante sob o aspecto nutricional, pois é fonte de energia e de ácidos graxos essenciais principalmente o linoléico (ABREU, 2005). De acordo com este mesmo autor, os principais ácidos graxos presentes no leite são de cadeia média e longa, a exemplo do C18:0-esteárico, C14:0-mirístico, C18:1-oléico e C16:0-palmítico, que contribuem, em média, com 10, 11, 20 e 26% do seu total, respectivamente. Apenas 11% dos ácidos graxos são de cadeia curta, como o 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 oléico (C18:1) o mais abundante ácido graxo insaturado do leite.

A gordura do leite é originada a partir dos lipídios sintetizados na glândula mamária e dos ácidos graxos pré-formados absorvidos da corrente sanguínea. Aproximadamente 10% dos AG circulantes têm origem na

mobilização dos lipídios corpóreos, enquanto o restante é de origem dietética (DEMEYER & DOREAU,1999).

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. Para reverter esse efeito tóxico às bactérias ruminais fazem a bio-hidrogenação que transforma os ácidos graxos insaturados em saturados (BANKS *et al.*, 1984). Além disso, tem sido sugerido que a bio-hidrogenação incompleta de ácidos graxos poli-insaturados da dieta leva à produção de ácidos graxos específicos que exercem efeito supressivo na síntese da gordura do leite na glândula mamária, entretanto a extensão desse efeito também depende das condições ruminais, a qual é fortemente influenciada pela relação volumoso:concentrado da dieta (PIRES & GRUMMER, 2008). As principais classes de ácidos graxos envolvidas nesta depressão da gordura do leite são trans 10 C18:1 e cis 9, trans 12 C18:2 (CLA), entretanto os mesmos não explicam toda a extensão dessa redução, o que sugere que outros intermediários da bio-hidrogenação estão envolvidos no processo de redução do teor da gordura do leite (PIRES & GRUMMER, 2008).

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 na glândula mamária; finalmente, a  $\Delta^9$ -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 oléico (cis-9 C18:1) e o vaccênico (trans-11 C18:1) em CLA (cis-9 trans-11 C18:2). O ácido rumênico (AR) é o principal isômero do CLA e um intermediário na bio-hidrogenação do ácido linoléico, enquanto que o vaccênico (AV) é um intermediário comum na bio-hidrogenação dos ácidos linoléico e linolênico. O ácido vaccênico absorvido é dessaturado na glândula mamária em ácido rumênico (GRINARI & BAUM, 1999). Os efeitos saudáveis de ácidos graxos poli-insaturados, como o ácido linolênico e o CLA, incluem diminuição de risco de doenças do coração e desenvolvimento de tumores malignos em humanos, respectivamente (HULSHOF *et al.*, 1999; ). Além disso, têm sido descobertas propriedades biológicas únicas dos isômeros de CLA as quais incluem imunomodulação e redução na acumulação de gordura (PARIZA *et al.*, 2001; PARIZA, 2004;).

Addis *et al.* (2005) conduziram dois experimentos (inverno e primavera) em que avaliaram efeitos da dieta contendo diferentes forragens sobre o perfil de ácidos graxos do queijo e do leite de ovelhas. As quatro espécies de forragens estudadas foram Azevém Anual (RY, *Lolium rigidum* Gaudim), Sulla (SU, *Hedysarum coronarium* L.), Burr Medic (BM, *Medicago polymorpha* L.), e Dayse forb (CH, *Chrysanthemum coronarium* L.). A forragem Dayse forb foi especialmente rica em ácido linoléico, já Azevém Anual teve maiores teores de ácido linolênico, em ambos os períodos. Por outro lado, Burr Medic e Sulla foram ricas em ácido linolênico no inverno e primavera, respectivamente.

O índice de aterogenicidade caracteriza o potencial da gordura da dieta em causar doenças coronarianas (ADDIS *et al*, 2005). Estes mesmos autores encontraram um menor índice no leite de ovelhas alimentadas com Dayse forb, devido ao maior nível de ácidos graxos insaturados e menor de ácidos graxos saturados na gordura do leite de ovelhas alimentadas com esta forragem em comparação a outros grupos. BU *et al* (2007) avaliaram a efetividade de óleos ricos linoleico ou linolênico para aumentar o nível de CLA e ácido vacênico (AV) no leite de vacas da raça Holandês. Foi avaliada uma dieta basal, contendo 59% de forragem na base da matéria seca (MS) ou dietas suplementadas com 4% de óleo de soja (OS), 2% de óleo de linhaça (OL) ou 2% de óleo de soja mais 2% de óleo de linhaça, na base da MS. As proporções de AV foram aumentadas em 318, 105 e 206% na gordura do leite de vacas alimentadas nos grupos com óleo de soja, óleo de linhaça, e a mistura de ambos, respectivamente, comparados ao grupo controle. Relativamente ao CLA na gordura do leite houve um aumento similar nos grupos alimentados com óleo de soja, óleo de linhaça e a mistura dos óleos, em 273, 150 e 183%, respectivamente. Os autores concluíram que, dietas mais ricas em ácido linoléico (óleo de soja) são mais efetivas em aumentar o CLA e AV na gordura do leite do que aquelas mais ricas em ácido linolênico (óleo de linhaça), em vacas alimentadas com maior proporção de forragem na dieta, uma vez que a bio-hidrogenação no rúmen, na maior presença do ácido linolênico, parece ser mais completa. Quando houve a mistura das fontes de óleo, o aumento do CLA e AV no leite foi intermediário quando comparado às fontes fornecidas separadas.

Benchar *et al*. (2012) avaliaram o efeito da suplementação de óleo de linhaça em vacas leiteiras, rico em ácido linolênico, sobre o perfil de ácidos graxos do leite e observaram um aumento linear na produção de leite com a adição do óleo à dieta, mas o conteúdo de gordura não foi afetado pela suplementação. A proporção de diversos intermediários da bio-hidrogenação ruminal na gordura do leite aumentou linearmente com a adição de óleo de linhaça na dieta. Os autores concluíram que essa fonte de ácido linolênico foi

eficiente em enriquecer o leite com ácidos graxos potencialmente benéficos a saúde humana. O teor de proteína da dieta tem baixa influência na porcentagem de proteína no leite. A adição extra de proteína na alimentação, independente da degradabilidade ruminal, apresenta um efeito pouco significativo na porcentagem de proteína no leite, embora possa aumentar a sua produção devido ao aumento na produção de leite (GONZALEZ *et al.*, 2001). Porém, Block (2000) citou que aumentando a proteína na dieta acima das exigências, aumenta a proteína no leite, mas primeiramente na sua fração NNP. Em termos gerais, a elevação da proteína bruta da dieta na faixa de 14 para 20% da matéria seca total, aumenta a produção de leite pelo incremento da digestibilidade, consumo alimentar e proteína para síntese do leite. Dos carboidratos, a lactose é praticamente o único presente no leite, representando aproximadamente a metade dos sólidos não gordurosos e contribuindo para o valor energético do leite, pois cerca de 30% das calorias fornecidas pelo leite são provenientes da lactose. A sua importância, em vários processos tecnológicos a que se submete o leite é evidente, pois é o principal fator nos processos de acidificação do leite (fermentação e maturação), está relacionado com o valor nutritivo, textura e solubilidade, e desempenha papel preponderante na cor e sabor de produtos (OLIVEIRA & CARUSO, 1996).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. R. **Leite e derivados: caracterização físico-química, qualidade e legislação**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005.151p.

ADDIS, M. *et al.* Milk and Cheese Fatty Acid Composition in Sheep Fed Mediterranean Forages with Reference to Conjugated Linoleic Acid cis-9,trans-11. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.88, p.3443–3454, 2005.

ALLEN, D. M.; GRANT, R. J. Interactions between forage and wet corn gluten feed as sources of fiber in diets for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.322-331, 2000.

ANDRADE, D. K. B ; *et al.* Digestibilidade absorção aparentes em vacas da raça holandesa alimentadas com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.31, n.5, p. 2088-2097, 2002.

ARAÚJO FILHO, J.T. de. **Efeitos da adubação fosfatada e potássica no crescimento da palma forrageira (Opuntia ficus-indica Mill.)** - Clone IPA-20. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2000, 78f. (Dissertação de Mestrado).

ARAÚJO P. R. B. *et al.* Substituição do milho por palma forrageira em dietas completas para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1850-1857, 2004.

BANKS, W. *et al.* Effect of inclusion of different forms of dietary fatty acid on the yield and composition of cows' milk. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v. 51, p. 387-395, 1984.

BAUMGARD, L.H. *et al.* Identification of the conjugated linoleic acid isomer that inhibits fat synthesis. **Animal Journal Physiology Regulatory Integrative**, v.278, p.179-184, 2000.

BATISTA, A. M. V. *et al.* Effects of variety on chemical composition, in situ nutrient disappearance and in vitro gas production of spineless cacti. **Journal Science and Food Agriculture**, v.83, n.3, v. 83, p.440-445, 2003.

BENCHAAR, C.; MCALLISTER, T. A; CHOUINARD, P. Y. Digestion, ruminal fermentation, ciliate protozoal populations, and milk production from dairy cows fed cinnamaldehyde, quebracho condensed tannin, or *Yucca schidigera* saponin extracts. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, p. 4765–4777, 2012.

BISPO, S.V. *et al.* Palma forrageira em substituição ao feno de capimelefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.6, p.1902-1909, 2007

BU, D.P. *et al.* Effectiveness of Oils Rich in Linoleic and Linolenic Acids to Enhance Conjugated Linoleic Acid in Milk from Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.90, p.998–1007, 2007.

BURCHARD, J.F.; BLOCK, E. Nutrição de vacas leiteiras e composição do leite. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE, nº1, 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa/Universidade Federal do Paraná, 1998, p.16-19

BLOCK, E. Nutrição de vacas leiteiras e composição do leite. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE, 2., 2000, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa/Universidade Federal do Paraná, p.85-88, 2000.

CAVALCANTI C. V. A. *et al.* Palma forrageira enriquecida com ureia em substituição ao feno de capim-tifton 85 em rações para vacas da raça Holandesa em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, 2008.

COCHRAN, R. C.; *et al.* Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 5, p. 1476-1483, 1986.

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

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

EMBRAPA – EMBRAPA GADO DE LEITE. Estatísticas do Leite. Disponível em [www.cnp.gl.embrapa.br](http://www.cnp.gl.embrapa.br). Acesso em 10/05/ 2010.

EUCLIDES, V.P.B. Intensificação da produção de carne bovina em pastagem. Embrapa – Gado de Corte. Disponível em Disponível em: <<http://www.cnpge.embrapa.br/publicações/html>> . Acesso em: 31/03/2017

FERREIRA, A. C. H. *et al.* Desempenho produtivo de ovinos alimentados com silagens de capim elefante contendo resíduos do processamento de frutas. *Revista Ciência Agronômica*, v. 40, n. 2, p. 315-322, abr-jun, 2009.

FERREIRA, M. A. **Palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros**. Recife: Gráfica Universitária, 2005. 68p

FERREIRA, C. A. Utilização de Técnicas Multivariadas na Avaliação da Divergência Genética entre Clones de Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Recife, PE, v. 32, n. 6, p.1560-1568, 2003.

FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. **Genebra**: FAO – Food and Nutrition Paper, v.96, p. 1-157, 2015.

GERMANO, R.H. *et al.* Avaliação da composição química e mineral de seis cactáceas do semi-árido paraibano. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1991, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1991. p.3

GONZÁLEZ, F.H.D. *et al.* **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: Gráfica UFRGS, 2001. 77p.

GRIINARI, J. M; BAUMAN, D. E.. Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. In: YURAWECZ, M. M. *et al.* **Advances in Conjugated Linoleic Acid Research**. Champaign, IL: AOCS Press, 1999, 180–200.

HALL, M.B. Recentes avanços em carboidratos não-fibrosos na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE: Novos conceitos em nutrição, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.149-159.

HAN, H. & FELKER, P. 2007. Field validation of water- use efficiency of the CAM plant *Opuntia ellisiana* in south Texas. **Journal of Arid Environments**, 36(1): 133-148.

HOOVER, W.H.; STOKES, S.R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3630- 3634, 1991

HULSHOF, K. F. A. M. et al. Intake of fatty acids in Western Europe with emphasis on *trans* fatty acids: The TRANSFAIR study. **European Journal Clinical Nutrition**, v.53, p.143–157, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agropecuário 2010**. Disponível em: [www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br). Acesso em 18 de setembro de 2015.

MAGALHÃES, M.C.S. *et al.* Inclusão de cama de frango em dietas à base de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) para vacas mestiças em lactação. I. consumo e produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1897-1908, 2004.

MEDEIROS, S.R. **Ácido linoléico conjugado: teores nos alimentos e seu uso no aumento da produção de leite com maior teor de proteína e perfil de ácidos graxos modificado**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, 2002. 97p.

MELO, A. A. S. *et al.* Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em dietas para vacas em lactação. I. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.727-736, 2006

MENDONÇA, A. H. Qualidade físico-química do leite cru resfriado: comparação de diferentes procedimentos e locais de coleta. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 56, n. 321, p. 276-281, 2001

MENEZES, L. F. G. *et al.* Profile of ingested fatty acids and in the duodenal digest of steers fed different diets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2502-2511, 2002

MATTOS, L.M.E. *et al.* **Associação da Palma Forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) com diferentes fontes de fibra na alimentação de vacas 5/8 Holandês-Zebu em lactação**. Recife: UFRPE, 2000.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1463-1481, 1997.

MERTENS, D. R. Physical effective NDF and its use in formulating dairy rations. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE, 2.,2001, Lavras, **Anais**. Lavras: UFLA / FAEP, 2001. p. 35 - 36.

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

OLIVEIRA, F. T. de *et al.* Palma forrageira: Adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, RN, v.05, n. 4, p. 27-37, 2010.

OLIVEIRA, A.J.; CARUSO, J.G.B. **Leite-obtenção e qualidade do produto líquido e derivados**. Piracicaba: Fealq, 1996. 80p.

PARIZA, M.W.; PARK, Y.; COOK, M.E. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. **Progress in Lipid Research**, v.40, n.4, p.283-298, 2001.

PIRES, J.A.A.; GRUMMER, R.R. Specific fatty acids as metabolic modulators in the dairy cow. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial p.287-298, 2008.

REIS, R. A. *et al.* Suplementação protéica energética e mineral em sistemas de produção de gado de corte nas águas e nas secas. In: **Pecuária de corte intensiva nos trópicos**. 1ª ed. Piracicaba: FEALQ, 2004, v1, p. 171-226

SANTOS, D. C. *et al.* **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco: cultivo e utilização**. Recife: IPA, 2002. 45p. (IPA. Documentos).

SANTOS, D. C. *et al.* Produtividade de clones de palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Caruaru - PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 10, 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: ZOOTEC, 2005

SANTOS, D. C. *et al.* **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2006. 48p. (IPA. Documentos, 30)

SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.8, n.05, p.1-11. 2007.

SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária REDVET**®, ISSN 1695-7504, Vol. VII nº 10, Out. 2006.

SOUZA, C.M.S. *et al* Desempenho de ovelhas nativas em confinamento recebendo palma-forrageira na dieta na região do Semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 39(5): 1146-1156.2010

SOSA, M.Y. **Efeitos de diferentes formas de fornecimento de dieta à base de palma forrageira sobre o comportamento ingestivo de vacas holandesas no terço médio da lactação**. 2004. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)– Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2005.

SCHEINVAR, L. Taxonomia das opuntias utilizadas. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIETA-BARRIOS, E. **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. João Pessoa: SEBRAE/PB, 2001. p. 20-27.

SNIFFEN, C. J.; *et al*. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

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

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

VIEIRA, E.L. *et al*. Effects of hay inclusion on intake, in vivo nutrient utilization and ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) based diets. **Animal Feed Science and Technology**. v.141. n. 3 - 4.p.199 –208, 2006

WANDERLEY, W. *et al*. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.273-281, 2002.

WU, Z., HUBER, J.T. 1994. Relationship between dietary fat supplementation and milk protein concentration in lactating cows: a review. **Livest. Prod. Sci.**, 39(2):141-155.

WU, Z. *et al.* 1994. Effect of source and amount of supplemental fat on lactation and digestion in cows. **J. Dairy Sci.**, 77(6):1644-51.

**CAPÍTULO I- QUALIDADE DO QUEIJO E DO LEITE DE VACAS F1  
HOLANDÊS X ZEBU ALIMENTADAS COM PALMA FORRAGEIRA  
ASSOCIADA A DIFERENTES VOLUMOSOS**

## RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em associação a diferentes volumosos, na dieta de vacas F1 Holandês x Zebu, sobre a composição química do queijo e do leite, além da análise sensorial do queijo Minas Frescal. Os tratamentos foram assim definidos: (T1) silagem de sorgo exclusivo; (T2) substituição de 50% da silagem de sorgo por palma forrageira; (T3) capim-elefante exclusivo; (T4) substituição de 50% do capim-elefante pela palma forrageira. Foram utilizadas 8 vacas, com  $72 \pm 11$  dias de lactação ao início do experimento. No delineamento experimental foram utilizados dois quadrados latinos 4 x 4, simultâneos, com períodos de 18 dias, sendo 14 dias de adaptação e quatro dias de coletas. As amostras de leite de cada vaca, da ordenha da manhã e da tarde, foram coletadas, misturadas e analisadas quanto à composição química. No quarto dia de coleta, o leite obtido das vacas foi pasteurizado para fabricação do queijo Minas Frescal, que foi pesado para determinação do rendimento bruto e ajustado e analisado quanto a textura e as características químicas e sensoriais. O nitrogênio uréico do leite foi maior ( $16,08 \text{ mg dL}^{-1}$ ) na dieta com capim-elefante exclusivo. Para o teste de ordenação de preferência observou-se que o queijo mais preferido foi o da dieta sem inclusão da palma forrageira, tendo como volumoso a silagem de sorgo e o menos preferido foi o da dieta com 50% de substituição da silagem de sorgo pela palma forrageira. No teste de aceitação, para aparência, foi atribuída maior nota para os queijos oriundos do leite das vacas alimentadas com a dieta contendo apenas silagem de sorgo como volumoso. Quando analisado a consistência e o sabor, menores notas foram para o queijo da dieta com capim elefante/palma. Para impressão global, maiores notas foram dadas para o queijo dos tratamentos com silagem e capim-elefante exclusivos. Os demais itens avaliados na composição química do leite e do queijo, não foram influenciados pelas dietas. A substituição de 50% da silagem de sorgo ou do capim-elefante pela palma forrageira não alterou a composição química do leite e do queijo Minas Frescal, entretanto, diminuiu a aceitação e a preferência dos queijos pelos consumidores.

**Palavra-chave:** análise sensorial, capim-elefante, nutrição, silagem de sorgo

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of indian fig opuntia in association with different green fodders on the diet of F1 Dutch x Zebu cows, on the chemical composition and sensorial quality of cheese and milk of *Minas Frescal* cheese. The treatments were defined as follows: diet without inclusion of indian fig opuntia, with sorghum silage as the fodder; diet with 50% of sorghum silage replaced by *Opuntia ficus sp*; diet without the inclusion of the spineless cactus, with elephant grass as the fodder; diet with 50% replacement of elephant grass by indian fig opuntia. Eight cows were used, with  $72 \pm 11$  days of lactation at the beginning of the experiment. The experimental design was two simultaneous 4 x 4 Latin squares, with periods of 18 days, therefore, 14 days of adjustment and four days of collection. Milk samples from morning and afternoon milking of each cow were collected, mixed and analyzed for physicochemical composition. On the fourth day of collection, the milk obtained from the cows was pasteurized for the manufacture of the *Minas Frescal* cheese, which was weighed to determine the gross income, adjusted and analyzed for texture and physicochemical characteristics and consumer acceptance test (sensory evaluation). There was an effect for milk urea nitrogen (MUN), with the highest observed value (16.08 mg dL<sup>-1</sup>) in diets containing only elephant grass. The preference sorting test showed that the most preferred cheese was that without spineless cactus inclusion on the diet, with sorghum silage as the fodder, and the least preferred was that with 50% of the diet replacement of sorghum silage by indian fig opuntia. In the acceptance test, for appearance, a higher grade was assigned to cheeses from the milk of cows fed with the diet containing only sorghum silage as bulk. When analyzed for consistency and flavor, higher grades were for the cheeses of the treatments with only sorghum silage or sorghum and spineless cactus silage, and the ones with only elephant grass. For overall impression, higher grades were given to the cheeses from the treatments with only silage and only grass, differing from the treatment where grass associated with spineless cactus was offered. The other items evaluated in the physicochemical composition of milk and cheese were not influenced by diets. The substitution of 50% of indian fig opuntia by sorghum silage or elephantgrass did not change the physicochemical composition of the milk and the *Minas Frescal* cheese, however, it influenced the acceptance and preference test of the cheese by consumers.

**Keywords:** sensory quality, elephant grass, nutrition, sorghum silage.

## 1 INTRODUÇÃO

O custo da suplementação com misturas concentradas tradicionais é um importante limitante do sistema de produção de leite, o que tem ocasionado a procura por fontes alternativas de alimentos, que mantenham os níveis de produção e a composição do leite padrão, sem comprometer o desempenho animal (PINA *et al.*, 2006).

Apesar da importância em relação a volume produzido, a preocupação com a qualidade do leite é tema recorrente, pois influencia diretamente o processamento e aceitação dos produtos lácteos (MARTINS *et al.*, 2012). Dentre os produtos oriundos do processamento do leite, o queijo Minas Frescal destaca-se por ser um dos mais consumidos no país (IBGE, 2010), sendo caracterizado como um queijo semigordo e de alta umidade (BRASIL, 2004). Para manter o padrão de qualidade em sua fabricação no processo industrial, além do processamento adequado, é fundamental a qualidade da matéria prima, a qual pode ser influenciada, dentre outros fatores, pela dieta do animal (PARK *et al.*, 2007).

Assim, o interesse pelo cultivo e o conhecimento da palma forrageira têm crescido muito nos últimos anos, por parte dos produtores rurais, envolvidos com a pecuária leiteira nas regiões áridas e semiáridas do país, onde ocorre escassez hídrica em maior parte do ano (FERREIRA *et al.*, 2008). A palma forrageira se adapta às condições adversas do semiárido, dada a sua fisiologia caracterizada pelo processo fotossintético denominado Metabolismo Ácido Crassulaceo (CAM), que se expressa com maior intensidade sob condições de estresses abióticos severos (FARIAS *et al.*, 2000).

A palma é um alimento rico em carboidratos não fibrosos (60,7%), que são fermentados rapidamente no rúmen e com alto teor de material mineral (10,21%), com destaque para o cálcio, 2,25 %, potássio 2,45% e fósforo 0,14%,

além de ser fonte de água, apresentando elevado teor de umidade, ao redor de 90%, sendo importante para a sobrevivência dos animais nas regiões áridas e semiáridas do país (WANDERLEY *et al.*, 2002).

Em várias pesquisas, comprovou-se potencial da palma para substituição a fontes energéticas e volumosos tradicionais, devido a sua satisfatória característica nutricional, principalmente nos períodos prolongados de seca, quando é limitada a oferta de outras forrageiras, reduzindo assim os custos com a alimentação do rebanho (OLIVEIRA *et al.*, 2007; CAVALVANTE *et al.*, 2008).

Cavalcante *et al.* (2008), em pesquisa com palma forrageira enriquecida com ureia em substituição ao feno de capim tifton 85, em dietas para vacas holandesas em lactação, constataram aumento no consumo de energia e na produção de leite, mas não mostraram diferenças no teor de gordura do leite. Esses mesmos autores relataram que a palma pode ser uma alternativa de substituição a volumosos e, provavelmente, a ingredientes com características similares presentes no concentrado, podendo aumentar a produção de leite, mantendo sua qualidade e, conseqüentemente, dos produtos derivados. Entretanto, mesmo considerado um alimento de alto valor energético, a palma forrageira não pode ser fornecida aos animais exclusivamente, pois apresenta limitações quanto ao valor proteico e de fibra, não atendendo a todas as necessidades nutricionais do rebanho (SILVA & SANTOS, 2006). O uso exclusivo de palma forrageira na dieta ou em quantidades excessivas pode causar distúrbios digestivos, além de fezes moles e diminuição da ruminação, sendo necessário que a forrageira seja fornecida associada a outros volumosos e alimentos proteicos (WANDERLEY *et al.*, 2002).

Desta forma, a utilização da palma forrageira na fração volumosa da dieta de vacas em lactação deve ser avaliada com cautela, pois pode comprometer a qualidade do leite e de seus derivados, tendo em vista que, a queda do teor de

gordura do leite pode estar relacionada à fermentação ruminal anormal devido ao excesso de concentrado ou baixa quantidade de fibra na dieta, com diminuição do pH e alteração na relação acetato:propionato.

Assim, objetivou-se por meio deste trabalho avaliar os efeitos da utilização da palma forrageira em associação a diferentes volumosos sobre a qualidade do queijo Minas Frescal e do leite de vacas F1 Holandês x Zebu.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética em Experimentação e Bem-estar Animal - CEEBEA da Universidade Estadual de Montes Claros, sob registro 138/2017.

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, localizada no município de Janaúba, no Norte de Minas Gerais, cujas coordenadas geográficas são 15° 48' 32'' de latitude e 43° 19' 3'' de longitude, na altitude de 533 m, onde o clima, segundo a classificação de Koppen (1948), é do tipo Aw, caracterizado por um verão chuvoso e inverno seco.

Foram utilizadas 08 vacas F1 Holandês x Zebu com  $72 \pm 11$  dias de lactação ao início do experimento. O delineamento experimental foram dois quadrado latino 4 X 4 simultâneos, compostos, cada um, com quatro animais, quatro tratamentos e quatro períodos experimentais. Foram utilizadas quatro dietas experimentais, sendo: Tratamento 1 – Dieta sem inclusão da palma forrageira (*Opuntia fícus indica Mill*), tendo como volumoso a silagem de sorgo; Tratamento 2 – Dieta com 50% de substituição da silagem de sorgo pela palma forrageira; Tratamento 3 – Dieta sem inclusão da palma forrageira, tendo como volumoso o capim-elefante; Tratamento 4 – Dieta com 50% de substituição do capim-elefante pela palma forrageira. A relação volumoso : concentrado, na matéria seca total da dieta, foi de 75:25.

O experimento teve duração de 72 dias, divididos em quatro períodos de 18 dias, sendo os primeiros 14 dias de cada período para adaptação dos animais às dietas e os quatro últimos dias para coleta de dados e amostras.

As dietas foram formuladas para serem isoproteicas, conforme o NRC (2001), para atender vacas com média de 550 kg de peso vivo e produção média de 15 kg de leite corrigido para 3,5 % de gordura  $\text{dia}^{-1}$  e foram fornecidas para as

vacas duas vezes ao dia, às 07h e às 14h, em sistema de dieta completa. A ureia foi utilizada para correção dos teores de proteína bruta da fração volumosa das dietas experimentais.

As vacas foram mantidas em baias individuais e ordenhadas com ordenhadeira mecânica duas vezes ao dia, às 8h e às 14h. Utilizou-se a presença do bezerro para estimular a decida do leite e, após a ordenha, estas permaneceram com as mães para mamada do leite residual por, aproximadamente, 30 minutos.

Durante os quatro últimos dias de cada período experimental, foram registradas as produções de leite por vaca. As produções de leite corrigidas para 3,5% de gordura foram calculadas por meio da equação proposta por Skalan *et al.* (1994).

A palma forrageira utilizada foi a espécie *Opuntia ficus-indica* Mill, cv.gigante, obtida na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Localizada no município de Nova Porteirinha.

Os alimentos ofertados diariamente foram pesados em balança digital e o fornecimento foi ajustado de forma que as sobras representassem 5% da quantidade de matéria seca fornecida. A proporção dos ingredientes utilizados nas dietas e a sua composição química encontram-se na tabela 1. As análises foram realizadas conforme descrição em Detmann *et al.* (2012).

**TABELA 1.** Proporção dos ingredientes das dietas experimentais (%) e composição química das dietas, na base da matéria seca

Ingredientes	Dietas Experimentais (% MS)			
	Silagem de sorgo	Silagem + palma	Capim-elefante	Capim+ palma
Silagem de sorgo	75	37,5	0	0
Capim-Elefante	0	0	75	37,5
Palma Forrageira	0	37,5	0	37,5
Milho moído	17,01	17,01	17,01	17,01
Farelo de soja	7,12	7,12	7,12	7,12
Suplemento mineral <sup>1</sup>	0,87	0,87	0,87	0,87
Composição Química (% da MS)				
Matéria Seca (%)	47,41	38,07	38,19	33,46
Matéria Orgânica (%)	93,15	95,02	92,72	94,68
Proteína Bruta (%)	11,17	10,97	11,49	11,22
Extrato Etéreo (%)	2,44	2,27	2,53	2,25
CNF <sup>2</sup>	25,35	40,68	20,09	39,17
FDN(%) <sup>3</sup>	53,33	38,45	58,12	41,84
FDNcp <sup>4</sup> (%)	52,39	38,12	56,89	40,43
FDA <sup>5</sup> (%)	31,32	23,93	59,3	37,92
Lignina (%)	8,32	6,44	8,43	6,5

<sup>1</sup>Níveis de Garantia por kg de produto: cálcio (128g min)(157g max), fósforo (100g min), sódio (120g min), magnésio (15g), enxofre (33g), cobalto (135mg), cobre (2160mg), ferro (938 mg), iodo (160mg), manganês (1800 mg), selênio (34mg), zinco (5760mg), flúor (1000mg); <sup>2</sup>CNF = Carboidratos não fibrosos; <sup>3</sup>FDN = Fibra em detergente neutro; <sup>4</sup>FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; <sup>5</sup>FDA = Fibra em detergente Acido; Percentuais de Ureia/AS (9:1) nas frações volumosas das dietas: 0,72% (silagem de sorgo), 1,07% (silagem com palma), 0,4% (capim-elefante), 0,64% (capim com palma).

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. Em frascos contendo o conservante Bronopol foram adicionados e homogeneizados 50 mL das amostras de leite, para posterior encaminhamento à Clínica do Leite, setor do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de

Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, localizada em Piracicaba – SP, onde foram determinados os teores de gordura, proteína, lactose, extrato seco total (EST), extrato seco desengordurado (ESD), nitrogênio uréico do leite (NUL), caseína, caseína em porcentagem da proteína total, pelo método infravermelho e contagem de células somáticas (CCS), pelo método de citometria de fluxo.

O queijo Minas Frescal foi fabricado no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal da UNIMONTES – *Campus* Janaúba, de acordo com a técnica recomendada por Furtado & Lourenço Neto (1994). O leite de cada dieta experimental, separadamente, foi pesado, filtrado e submetido à pasteurização lenta (65°C por 30 minutos). Após, 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. Seguida da drenagem do soro, a massa foi colocada em formas plásticas e procedeu-se à salga (700g/100L de sal branco refinado). Os queijos foram resfriados numa temperatura de 4°C por aproximadamente 12 horas, no dia seguinte foram retirados das formas, embalados, pesados em balança digital para determinação do rendimento e reservados para posteriores análises de textura, composição química, microbiológicas e sensorial.

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, cuja velocidade aplicada foi de 3 mm/segundo.

O rendimento bruto e ajustado dos queijos foi calculado de acordo com o proposto por Furtado (2005).

Para determinação das características 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 peagâmetro digital Tecnozon; 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 (BRASIL, 2006), umidade foi determinada pela subtração dos sólidos totais; e atividade de água (Aw), por meio de medidor de Aw, modelo Aqua Lab®.

As análises microbiológicas dos queijos foram realizadas por determinação do NMP (número mais provável) de coliformes, conforme descrito por Silva *et al.* (2010).

A avaliação dos queijos pelos julgadores não treinados foi realizada por meio do teste de aceitação sensorial descrito por Meilgaard *et al.* (1999). A análise sensorial do queijo foi feita em cinco períodos, com 25 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. O teste de ordenação de preferência seguiu metodologia descrita por Meilgaard *et al.* (1999) (Figura 1).

<b>TESTE DE ACEITAÇÃO</b>				
Nome: _____ Data: _____				
Por favor, avalie a amostra utilizando a escala abaixo para escrever o quanto você gostou ou desgostou, em relação aos atributos impressão global, aparência, consistência e sabor.				
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				
Amostra	Aparência	Consistência	Sabor	Impressão Global
<b>ORDENAÇÃO DE PREFERÊNCIA</b>				
Favor ordenar as amostras, em ordem crescente, conforme a preferência				
_____ <b>- preferido</b> <span style="margin-left: 200px;"><b>+ preferido</b></span>				

**FIGURA 1.** Ficha de avaliação sensorial apresentada aos provadores.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativas, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste de Tukey, tendo-se considerado  $\alpha = 0,05$ .

Quando significativos, os dados de ordenação de preferência das amostras de queijo foram submetidos à análise da diferença mínima significativa, tendo-se considerado  $\alpha = 0,05$ .

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As porcentagens de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e extrato seco desengordurado do leite de vacas F1 Holandês x Zebu, não foram influenciadas ( $P>0,05$ ) pela associação da palma forrageira com os diferentes volumosos na dieta (Tabela 2).

**TABELA 2.** Composição química do leite, contagem de células somáticas (CCS) e produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, de vacas alimentadas com palma forrageira associada a diferentes volumosos

Variáveis	Tratamentos				Média Geral	CV (%)	Pr>Fc
	Silagem de sorgo	Silagem de sorgo + palma	Capim-elefante	Capim-Elefante +palma			
Gordura (%)	4,31	4,64	4,19	4,23	4,34	13,57	0,4200
Proteína (%)	3,39	3,40	3,29	3,30	3,34	4,36	0,2664
Lactose (%)	4,56	4,46	5,50	4,49	4,75	3,01	0,5264
ST (%) <sup>1</sup>	13,26	13,52	12,93	12,99	13,17	5,24	0,3311
ESD (%) <sup>2</sup>	8,95	8,88	8,75	8,76	8,83	2,52	0,2473
NUL <sup>3</sup> (mg/dL)	12,45b	10,97b	16,08a	11,90b	-	15,47	0,0002
Caseína (%)	2,64	2,64	2,51	2,54	2,58	5,42	0,1610
Caseína/(%Proteína) <sup>4</sup>	77,67	77,59	76,34	77,91	77,38	1,39	0,0670
CCS <sup>5</sup> (mil/ml)	142,87	311,00	156,62	199,65	407,37	29,49	0,6904
PLCG (Kg) <sup>6</sup>	15,31	14,49	13,47	13,98	14,31	18,21	0,5484

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si ( $P>0,05$ ), pelo teste Tukey. <sup>1</sup>Teor de Sólidos Totais, <sup>2</sup>Teor de Extrato Seco Desengordurado, <sup>3</sup>Nitrogênio Uréico do Leite, <sup>4</sup> % de caseína em relação a proteína, <sup>5</sup>Contagem de células somáticas <sup>6</sup>Produção de leite corrigida para 3,5% gordura.

Mattos *et al.* (2000) avaliaram a associação da palma com sacharina, silagem de sorgo, bagaço de cana hidrolizado e bagaço de cana *in natura* e não verificaram alteração na produção de leite corrigida, bem como no teor de

gordura do leite de vacas mestiças, verificando média de 3,91%. Melo *et al.* (2003), ao avaliarem a substituição parcial do farelo de soja por ureia, associado a palma forrageira em dietas com níveis crescentes de nitrogênio não protéico, para vacas em lactação, também não observaram efeito significativo para o teor de gordura no leite.

De acordo com Fagan *et al.* (2008), a nutrição é responsável por até 50% da variação nos teores de proteína e gordura do leite. A alteração no teor de sólidos totais é altamente dependente das oscilações nos teores de gordura e proteína, pois estes componentes são os que apresentam maior resposta de variação à alimentação, com destaque para a gordura (REIS *et al.*, 2012). Portanto, era esperado que este componente não fosse alterado pelas dietas, em harmonia com os teores de gordura e proteína encontrados no presente trabalho. Esta ausência de significância pode ser justificada pela elevada proporção de fibra em todas as dietas e, possivelmente, teores adequados de proteína e disponibilidade energética para o nível de produção de leite verificado.

A caseína e sua porcentagem na proteína do leite, também não foram influenciadas pela associação da palma com os demais volumosos (Tabela 2). O fato desta fração protéica do leite ter se mantido estável entre os tratamentos, indica que não houve influência das dietas sobre o metabolismo protéico da glândula mamária (GANDRA *et al.* 2010). Esses resultados sugerem que as dietas contendo palma forrageira podem possibilitar níveis adequados de energia e proteína degradável no rúmen para síntese de proteína microbiana, disponibilizando proteína metabolizável, o que favorece a síntese de proteína do leite (RIBEIRO *et al.*, 2014), especialmente para o nível de produção de leite verificado.

O nitrogênio uréico do leite apresentou maior valor (16,08mg/dL) na dieta contendo capim-elefante exclusivo (Tabela 2). Resultados diferentes foram encontrados por Oliveira *et al.* (2007), que trabalharam com vacas holandesas

em lactação, alimentadas com dietas formuladas com diferentes níveis (0; 12,0; 25,0; 38,0 e 51,0%) de palma forrageira em substituição total ao milho e parcial ao feno de capim-tifton, em que não observaram diferença significativa na excreção e nas concentrações de ureia e nitrogênio uréico no leite.

O NUL constitui-se um indicador importante em termo nutricional protéico, bem como para determinação da eficiência de uso do nitrogênio pelo ruminante e está diretamente relacionado ao nitrogênio uréico do plasma (NUP), o qual, por sua vez, é influenciado por diversos fatores, dentre eles a proteína bruta e a relação proteína energia da dieta (GALVÃO JUNIOR *et al.*, 2010). O valor médio de NUL em um rebanho leiteiro deve estar entre 12-16mg/dL, sendo que valores médios acima de 16mg/dL indicariam deficiência na fermentação de carboidratos não fibrosos, um excesso de proteína na dieta e/ou desequilíbrio entre as disponibilidades de energia e nitrogênio (GRANT *et al.*, 2007). O valor mais alto de NUL na dieta com capim-elefante ocorreu, possivelmente, devido à maior degradabilidade da proteína no rúmen. Segundo Soares (2002), a degradabilidade efetiva da proteína bruta de gramíneas está relacionada a fatores como clima, época de colheita, tipo de solo, intensidade de adubação, além da taxa de redução das partículas, o tempo de colonização delas, assim como a taxa de saída da digesta. Soares *et al* (2009) avaliaram a degradabilidade ruminal da proteína do capim-elefante com três idades de corte (30, 45 e 60 dias) e foram observados valores altos de degradabilidade, 87,5; 87,8 e 83,8%, respectivamente, onde valores mais elevados foram observados nos cortes de 30 e 45 dias.

A contagem de células somáticas (CCS) não foi influenciada pelas dietas (Tabela 2). Os resultados estão de acordo com a Instrução Normativa 62 para leite cru refrigerado (BRASIL, 2011). A contagem de células somáticas elevada pode indicar uma contaminação por microorganismos, bem como a mastite subclínica. Estudos revelam, ainda, a influência dessa contagem sobre os

componentes do leite, em especial, as frações protéicas do mesmo, podendo influenciar no rendimento dos produtos lácteos (ZAFALON *et al.*, 2008; ANDREATTA *et al.*, 2009). No presente estudo, entretanto, não houve influência dos mesmos sobre os constituintes do leite, os quais apresentaram concentrações normais.

A composição química do queijo Minas Frescal não apresentou diferença para gordura, proteína, sólidos totais (ST), umidade e resíduo mineral fixo (RMF), entre as dietas com e sem a presença da palma (Tabela 3). A umidade dos queijos apresentou resultados de acordo com a legislação vigente que classifica o queijo Minas Frescal como de muita alta umidade, ou seja, umidade não inferior a 55% (BRASIL, 2004). Foi observado valor médio de 57,74% de umidade para os queijos obtidos neste estudo (Tabela 3).

**TABELA 3.** Composição 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 palma forrageira associada a diferentes volumosos

Variáveis	Tratamentos				Média Geral	CV (%)	Pr>Fc
	Silagem de sorgo	Silagem de sorgo +palma	Capim-elefante	Capim-elefante +palma			
Umidade (%)	56,82	57,35	57,47	59,33	57,74	6,34	0,7842
<sup>1</sup> EST (%)	42,47	42,62	42,62	40,76	42,11	8,28	0,8455
Gordura (% EST)	33,2	32,64	30,07	28,02	30,97	16,09	0,4569
Proteína (% EST)	30,44	27,73	30,98	29,70	29,71	12,76	0,6501
<sup>2</sup> RMF (% EST)	7,55	6,20	6,18	7,98	6,97	21,29	0,2493
Acidez titulável (%)	0,61	0,51	0,45	0,45	0,50	23,07	0,2137
pH	6,63	7,13	7,37	6,62	6,93	10,56	0,4125
Textura (Kg)	1,20	0,80	0,89	0,99	0,97	21,34	0,0879
<sup>3</sup> RB (kg/kg)	3,04	3,19	3,15	2,85	3,05	12,17	0,5933
<sup>4</sup> RA (kg/kg)	2,32	2,40	2,38	2,20	2,32	16,59	0,8766

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si (P>0,05), pelo teste Tukey. <sup>1</sup>Teor de Sólidos Totais, <sup>2</sup>Resíduo Mineral Fixo, <sup>3</sup>Rendimento Bruto do queijo <sup>4</sup>Rendimento Ajustado para umidade do queijo.

O extrato seco total (EST) dos queijos foi em média de 42,11%. Resultados próximos aos desse trabalho foram encontrados por Martins *et al.* (2012) trabalhando com vacas alimentadas com diferentes volumosos, obtendo valor médio de 43% de EST no queijo Minas Frescal.

Segundo Brasil (2004), a proteína do queijo Minas pode variar em até 40%, comprovando que os queijos obtidos neste estudo estão dentro das normas de identidade e qualidade de queijos no Brasil.

Os queijos produzidos neste estudo podem ser classificados como semi-gordos, pois possuem entre 28,02 e 33,9% de gordura no extrato seco total e, portanto, estão dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente, de acordo com Brasil (2004).

As dietas estudadas conferiram, em média, 6,97% de resíduo mineral fixo no EST dos queijos Minas Frescal (Tabela 3). Os valores de acidez titulável e pH não foram influenciados pelas dietas (Tabela 3). Figueiredo *et al.* (2015) avaliando características do queijo Minas Frescal artesanal em diferentes meses do ano reportou valores de pH, variando de 4,69 a 5,31. Por outro lado, Andreatta *et al.* (2009), que seguiram o mesmo processo industrial de fabricação dos queijos deste experimento, reportou valores médios variando de 6,67 a 6,74, quando avaliou queijos provenientes de leite com diferentes concentrações de células somáticas, os quais são condizentes com os resultados do presente estudo.

A textura dos queijos também não foi influenciada pelas dietas ( $P > 0,05$ ). Segundo O'Callaghan & Guinee (2004), a textura do queijo é uma das mais importantes características para a definição da identidade e aceitabilidade do produto, pois é principalmente através dessa propriedade que os consumidores identificam e julgam cada variedade.

A associação da palma forrageira a diferentes volumosos não alterou os rendimentos bruto e ajustado para o teor de umidade do queijo Minas Frescal

(Tabela 3). De acordo com Ribeiro (2001), o rendimento do queijo depende da concentração de caseína no leite. Assim, a ausência de significância para rendimento era esperado, sendo que o mesmo ocorreu para a caseína do leite. A composição do leite tem influência direta sobre o rendimento, sendo o teor das gorduras e proteínas fundamentais nesse quesito. O teor de proteína e, mais especificamente, a relação entre a caseína e proteína total do leite tem papel decisivo no rendimento (PERES, 2001; FURTADO, 2005; MESQUITA *et al.* 2006).

Para análises microbiológicas do queijo Minas Frescal, foram observados resultados dentro dos requisitos propostos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001). Na análise dos micro-organismos do grupo dos coliformes, foram encontrados resultados de  $2,9 \times 10^2$  NMP/g para coliformes a 35°C e  $3,2 \times 10^2$  NMP/g para coliformes a 45°C. Dessa forma, os queijos encontravam-se dentro do limite tolerado para queijo de “muito alta umidade” (55%), prevista pela legislação que é de no máximo  $5 \times 10^2$  NMP/g, para coliformes a 45°C, sendo então as amostras submetidas à análise sensorial.

Na análise sensorial foram observadas diferenças para o teste de aceitação (Tabela 4), empregando-se escala hedônica de nove pontos. Para aparência foi atribuído maior nota ao queijo oriundo do leite das vacas alimentadas com a dieta contendo apenas silagem de sorgo como volumoso, indicando que os provadores gostaram de forma moderada dos mesmos. Entretanto, os provadores gostaram da aparência de todos os queijos, apesar de ser ligeiramente, para as dietas contendo palma.

**TABELA 4.** Resultado do teste de aceitação na análise sensorial do queijo Minas Frescal produzido do leite de vacas F1 Holandês X Zebu alimentadas com palma forrageira associada a diferentes fontes de volumosos

Variáveis	Tratamentos			
	Silagem de sorgo	Silagem de sorgo + palma	Capim-Elefante	Capim-Elefante + palma
Aparência	7,2 <sup>a</sup>	6,54 <sup>b</sup>	7,15 <sup>ab</sup>	6,06 <sup>b</sup>
Consistência	6,5 <sup>a</sup>	6,14 <sup>a</sup>	6,6 <sup>a</sup>	5,28 <sup>b</sup>
Sabor	7,22 <sup>a</sup>	6,68 <sup>a</sup>	6,75 <sup>a</sup>	5,91 <sup>b</sup>
IG <sup>1</sup>	7,03 <sup>a</sup>	6,5 <sup>ab</sup>	6,85 <sup>a</sup>	5,93 <sup>b</sup>
N <sup>2</sup>	100	100	100	100

Médias com mesma letra na linha não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste de Tukey.<sup>1</sup>Impressão Global, <sup>2</sup>número de provadores

Quando analisado a consistência e o sabor, maiores notas foram para os queijos dos tratamentos com apenas silagem de sorgo ou silagem de sorgo e palma, e apenas capim elefante. Para impressão global, maiores notas foram dadas para o queijo dos tratamentos com silagem exclusiva e capim-elefante exclusivo, diferindo do tratamento onde foi ofertado capim associado com palma. De acordo com Minin (2006), valores que se aproximam da escala 7 (gostei moderadamente) indicam resultados satisfatórios para o teste de aceitação, o que ocorreu no presente trabalho, para o atributo aparência, em todas as dietas ofertadas, porém, para consistência, sabor e impressão global, os resultados encontrados no tratamento com 50% de substituição do capim-elefante pela palma forrageira, foram inferiores a 6, mostrando uma influencia negativa para os queijos oriundos do leite de vacas alimentadas com essa dieta.

Para o teste de ordenação de preferência (Tabela 5) houve diferença ( $P<0,05$ ) entre os tratamentos, mostrando que o queijo mais preferido foi o da dieta sem inclusão da palma forrageira, tendo como volumoso a silagem de sorgo, e o menos preferido foi o da dieta com 50% de substituição da silagem de sorgo pela palma forrageira. A palma forrageira em 37,5% da matéria seca total

da dieta pode ter proporcionado alterações sensoriais ao queijo Minas Frescal, que foram perceptíveis aos provadores.

**TABELA 5.** Resultado da ordenação de preferência da análise sensorial do queijo Minas Frescal produzido do leite de vacas F1 Holandês X Zebu alimentadas com palma forrageira associada a diferentes fontes de volumosos

	<b>Tratamentos</b>			
	Silagem de sorgo	Silagem de sorgo + palma	Capim-Elefante	Capim-Elefante +palma
Soma de ordens	207 <sup>a</sup>	359 <sup>c</sup>	243 <sup>ab</sup>	278 <sup>bc</sup>
N <sup>2</sup>	100	100	100	100

Totais com mesma letra na linha não diferem entre si ( $p < 0,05$ ) quando avaliada a diferença mínima significativa (DMS); <sup>2</sup>número de provadores

Segundo Costa *et al.* (2009) há muitos fatores que podem interferir nas características sensoriais do queijo, entre esses fatores, destaca-se a gordura, sendo que essas alterações não ocorrem somente com relação a sua concentração, mas também com a composição, atuando principalmente sobre a cor, odor, sabor e brilho do derivado lácteo.

#### **4 CONCLUSÕES**

A associação da palma forrageira em 37,5% da dieta total com a silagem de sorgo ou com o capim-elefante não alterou a qualidade do leite e do queijo Minas Frescal, entretanto, influenciou no teste de aceitação e de preferência do queijo pelos consumidores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREATTA, E.; FERNANDES, A.M.; SANTOS, M.V; Mussarelli,c; Marque, m.c. Quality of Minas Frescal cheese prepared from milk with different somatic cell counts. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.320-326, 2009.

ASSOCIATION OF ANALITICAL CHEMIST-OAC. 1990. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington: Virginia. 117 p.

BRASIL. Leis, Decretos, etc. Resolução RDC 12 de 02 de Janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União, Brasília – DF**, n.7 – E, seção 1, p. 45-53, 10 de janeiro de 2001.

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. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/diarios/481206/pg-5-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-05-03-2004>>. Acesso em: 25 jan. 2017.

CAVALCANTE, C.V.A. *et al* Palma forrageira enriquecida com uréia em substituição ao feno de capim tifton 85 em rações para vacas da raça Holandesa em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.689-693, 2008.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A., VALADARES FILHO, S.C. **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 214p.

DRUDICK, D.; KEOWN, J.F.; KONONOFF, J.P. Milk urea nitrogen testing. Lincoln: IANR - University of Nebraska. 2007. Disponível em:<<http://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/g1661.pdf>>. Acesso em 20 jan 2017.

FAGAN, E. P. *et al*. Avaliação de padrões físico-químicos e microbiológicos do leite em diferentes fases de lactação nas estações do ano em granjas leiteiras no estado do Paraná - Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 3, p. 651-660, 2008.

FIGUEIREDO, S.P. *et al*. Características do leite cru e do queijo minas

artesanal do serro em diferentes meses. **Archives of Veterinary Science**, v.20, n.1, p.68-82, 2015.

FURTADO, M. M. **Principais problemas dos queijos: causas e prevenção**. São Paulo: Fonte, 2005. 200p

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.

GALVÃO JÚNIOR, J.G.B. *et al.* Efeito da produção diária e da ordem de parto na composição físico-química do leite de vacas de raças zebuínas. **Acta Veterinária Brasileira**, v.4, n.1, p.25-30, 2010.

GANDRA, J.R.*et al.* Productive performance and milk protein fraction composition of dairy cows supplemented with sodium monensin. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.39, n.8, p.1810-1817, 2010

GRANT, R.J.; DRUDICK, D.; KEOWN, J.F. *Milk urea nitrogen testing*. Lincoln: IANR - **University of Nebraska**. Disponível em: <<http://www.ianrpubs.unl.edu/dairy/g1298.html>>. Acessado em 20 março 2017.

IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. **Aquisição alimentar domiciliar per capita: Brasil e Grandes Regiões**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.

MARTINS, S.C.S. *et al.* Yield, composition and sensory analysis of Minas cheese made with milk from crossbred cows fed different roughages. **Revista Brasileira Zootecnia** vol.41, n.4, p.27-48, 2012

MATTOS, L.M.E.; FERREIRA, M.A.; SANTOS, D.C. *et al.* Associação da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) com diferentes fontes de fibra na alimentação de vacas 5/8 Holandês Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2128-2134, 2000.

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

MELO, A.A.S. **Palma forrageira na alimentação de vacas leiteiras**. 2006. Disponível em:<[www.abz.org.br/files.php?file=documentos/Airon\\_Melo...pdf](http://www.abz.org.br/files.php?file=documentos/Airon_Melo...pdf)>. Acesso em: jan/2017.

MINIM, V.P.R. **Análise Sensorial**: estudos com consumidores. 1.ed. Viçosa: UFV, 2006. 225 p.

MORAIS, D.A.E.F., e VASCONCELOS, A. M. Alternativas para incrementar a oferta de nutrientes no semi-árido brasileiro. **Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)** v.2, n.1, p. 01-24 Janeiro/Julho de 2007.

MOURTHE, M. H. F.*et al.* Desempenho, composição do leite e metabólitos sanguíneos de vacas Holandês x Gir manejadas em pastagem de Brachiaria brizantha cv. Marandu e suplementadas com grão de soja tostado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.5, p.1223-1231, 2012.

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

O'CALLAGHAN, D. J.; GUINEE, T. P. Rheology and texture of cheese. In P. F. FOX, P. L. H. MCSWEENEY, T. M. COGAN, T. P. GUINEE (Eds.), **Cheese: chemistry, physics and microbiology**, 3. ed., p. 511–540. London: Elsevier Academic Press, 2004.

OLIVEIRA, V. S. *et al.* Substituição total do milho e parcial do feno do capimtifton por palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Produção, composição do leite e custos com alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 4, p. 928-935, 2007.

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**, v.35, p.1543-1551, 2006

PIRES, M. F. A.; VERNEQUE, R. S.; VILELA, D. Ambiente e comportamento animal na produção de leite. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 211, p. 11-21, 2001.

REIS A.M. *et al.* Efeito do grupo racial e do número de lactações sobre a produtividade e a composição do leite bovino. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, suplemento 2, p. 3421-3436, 2012.

RIBEIRO, E.P. Queijos. In: AQUARONE, E. *et al.* Biotecnologia industrial na produção de alimentos. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v.4. cap.8, p.225-253.

RIBEIRO, C.G.S. *et al.* Desempenho produtivo e perfil de ácidos graxos do leite de vacas que receberam níveis crescentes de óleo de girassol em dietas à base de capim-elefante. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.5, p.1513-1521, 2014.

SILVA, M.P.; CAVALLI, D.R.; OLIVEIRA, T.C.R.M. Avaliação do padrão de coliformes a 45° C e comparação da eficiência das técnicas dos tubos múltiplos e Petrifilm EC na detecção de coliformes totais e *Escherichia coli* em alimentos. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v. 26, n.2. Campinas p. 352-359. abr./jun, 2006.

SILVA, C. C. F. da; SANTOS, L. C. Palma forrageira (*Opuntia fícus indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária REDVET** ®, ISSN 1695-7504, Vol. VII, nº 10, Out. 2006. Disponível em: [www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101006/100609.pdf](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101006/100609.pdf) Acesso em: 30 jan. 2017

SOUZA, V.M. *et al.* Efeito de níveis crescentes de ureia na alimentação de vacas sobre o rendimento, composição, perfil de ácidos graxos e sensorial do queijo minas frescal. **Revista brasileira de Ciência Veterinária**, v.22, n.2, p.107-113, abr./jun. 2015.

SKLAN, D. R; SHKENAZI, R; BRAUN, A, DEVORIM, A, TABORI, K. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 9, p. 2463-2472, 1994.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS user's guide: statistics**. 5. ed. Cary: 1985. (CD-ROM).

ZAFALON, L. F.; NADER FILHO, A.; CARVALHO, M. R. B. de; LIMA, T. M. A. Influência da mastite subclínica bovina Sobre as frações protéicas do leite **Arquivo Instituto de Biologia**, São Paulo, v.75, n.2, p.135-140, 2008.

WANDERLEY, W. *et al.* Palma forrageira (*Opuntia fícus indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) *Moench*) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.273-281, 2002.

WILDMAN, E. E. *et al.* A dairy condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 65, n. 3, p. 495-498, 1982.

**CAPÍTULO II- COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DA GORDURA DO  
QUEIJO E DO LEITE DE VACAS F1 HOLANDÊS X ZEBU  
ALIMENTADAS COM PALMA FORRAGEIRA ASSOCIADA A  
DIFERENTES VOLUMOSOS<sup>1</sup>**

## RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos da associação da palma forrageira a diferentes volumosos na dieta de vacas F1 Holandês x Zebu sobre o perfil de ácidos graxos do leite e do queijo Minas Frescal. Os tratamentos foram assim definidos: (T1) silagem de sorgo exclusivo; (T2) substituição de 50% da silagem de sorgo por palma forrageira; (T3) capim-elefante exclusivo; (T4) substituição de 50% do capim-elefante pela palma forrageira. Foram utilizadas 8 vacas, com  $72 \pm 11$  dias de lactação ao início do experimento. No delineamento experimental foram utilizados dois quadrados latinos 4 x 4, simultâneos, com períodos de 18 dias, sendo 14 dias de adaptação e quatro dias de coletas. As amostras de leite de cada vaca, da ordenha da manhã e da tarde, foram coletadas, misturadas e analisadas quanto ao perfil de ácidos graxos. No quarto dia de coleta, o leite obtido das vacas foi pasteurizado para fabricação do queijo Minas Frescal, dos quais amostras foram retiradas e congeladas para posterior determinação do perfil de ácidos graxos. Houve efeito das dietas sobre o somatório dos ácidos graxos saturados e monoinsaturados do leite, apresentando menor e maior valor, respectivamente, com a dieta contendo capim-elefante. O teor do ácido C16:0 foi menor nas dietas com capim-elefante ou silagem de sorgo como volumoso exclusivo. Já a concentração do C18:0 foi mais baixa nas dietas que continham palma. Maiores teores do ácido oléico foram verificadas com as dietas que continham capim. O ácido linoléico conjugado (CLA) foi mais alto no leite das vacas alimentadas com palma. No queijo, não foram verificadas variações nos somatórios de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados. Entretanto, menor teor do ácido esteárico foi observado no queijo proveniente do leite das vacas alimentadas com capim associado com palma e menor valor de CLA para dieta com apenas silagem. Quanto aos índices nutricionais, diferenças foram verificadas apenas no leite, que apresentou menor índice de aterogenicidade para dieta com capim e maiores proporções de ácidos graxos desejáveis. A associação da palma forrageira em 37,5% da dieta total fornecida a vacas F1 Holandês X Zebu, com produção média de 14,31 Kg de leite corrigido para 3,5% de gordura, influenciou nos teores dos ácidos graxos do leite e do queijo Minas Frescal, com redução da concentração do ácido graxo esteárico e aumento no teor de CLA.

**Palavras-chave:** capim-elefante, nutrição, qualidade do leite, silagem de sorgo

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the association effects of indian fig opuntia to different fodders in the diet of Dutch and Zebu F1 cows on the fatty acid profile of milk and Minas Frescal cheese. The treatments were defined as follows: (T1) sorghum silage as the fodder; (T2) Diet with 50% of sorghum silage replaced by *Opuntia ficus sp*; (T3) Diet without the inclusion of the spineless cactus, with elephant grass as the fodder; (T4) Diet with 50% of elephant grass replacement. Eight cows were used, with  $72 \pm 11$  days of lactation at the beginning of the experiment. The experimental design was two simultaneous 4 x 4 Latin squares, with periods of 18 days, therefore, 14 days of adaptation and four days of data gathering. Milk samples from morning and afternoon milking of each cow, were collected, mixed and analyzed for the fatty acid profile. On the fourth day of collection, the milk obtained from the cows was pasteurized for the production of the Minas Frescal cheese, samples were collected and frozen for later determination of the fatty acid profile. There was an effect of the diets on the sum of the saturated and monounsaturated fatty acids of the milk, presenting lower and higher values, in same order, with the diet containing elephant grass. The content of C16: 0 acid were lower in the diet with only elephant grass or sorghum silage as bulky. The concentration of C18: 0 was lower in the diets containing indian fig opuntia. Higher levels of oleic acid was observed with diets containing grass. Conjugated linoleic acid (CLA) was higher in the milk of cows fed palm. In the cheese, no changes were observed in the sum of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids. However, lower stearic acid content was observed in cheese from cows fed with grass associated with palm, and lower CLA values for diets with silage as fodder. Regarding nutritional indices, differences were verified only in milk, which presented lower atherogenicity index and higher proportions of desirable fatty acids for diet with grass. The association of indian fig opuntia in 37.5% of the total diet of F1 Dutch X Zebu cows, with average production of 14.31 kg of milk corrected to 3.5% of fat, influenced the fatty acids content of milk and Minas Frescal cheese, with a reduction in stearic fatty acid concentration and increase in CLA content.

**Keywords:** elephant grass, nutrition, milk quality, sorghum silage

## 1 INTRODUÇÃO

A determinação do perfil dos ácidos graxos do queijo e do leite proveniente de vacas submetidas a dietas contendo palma forrageira, até o presente momento não foi determinado, necessitando de pesquisas que avaliem a influencia da utilização dessa forrageira sobre a qualidade lipídica do leite e derivados.

A palma forrageira vem sendo muito utilizada pelos produtores rurais envolvidos com a pecuária leiteira, principalmente em épocas de estiagem, onde há uma escassez de alimentos, em especial nas regiões áridas e semiáridas do país, tornando-se um importante alimento volumoso para os rebanhos, bastante utilizado na época crítica por possuir capacidade de produção nas condições climáticas dessas regiões. Entretanto, mesmo considerado um alimento de alto valor energético, a palma forrageira não pode ser fornecida aos animais exclusivamente, pois apresenta limitações quanto ao valor proteico e teor de fibra (MENEZES *et al.*, 2002). Assim, torna-se necessário que a forrageira seja fornecida associada a outros volumosos ricos em fibra e alimentos proteicos para atender as exigências nutricionais dos animais (SILVA & SANTOS, 2006)

Os ácidos graxos secretados no leite de ruminantes podem ser originados da circulação sanguínea, como ácidos graxos pré-formados oriundos da dieta ou mobilização das reservas corporais, enquanto que a outra parte é sintetizada na própria glândula mamária, a partir, principalmente, de acetato e beta-hidroxibutirato. Este último mecanismo é denominado *síntese de novo*, no qual são formados os ácidos graxos de cadeia curta (C4-C10) e média (C12-C16) secretados no leite (FONSECA & SANTOS, 2000). Parte dos ácidos graxos com 16 carbonos e aqueles com mais de 18 são obtidos da circulação sanguínea (MONTREZOR, 2006).

A principal característica do leite de ruminantes é sua grande proporção em ácidos graxos de cadeia curta e média, que está relacionada com o aroma e o sabor, assim como com a sua fluidez (SANTOS *et al.*, 2001). De acordo com Fernandes (2004), os ácidos graxos de maior participação no leite bovino, em ordem crescente são C14:0, C16:0, C18:1 e C18:0. Outro ácido graxo que tem sido frequentemente abordado em pesquisas que visam seu aumento na gordura do leite é o ácido linoléico conjugado (CLA), especialmente seu isômero no leite, o ácido rumênico (C18:2 cis-9, trans-11) e seu precursor para síntese endógena na glândula mamária que é o ácido vacênico (C18:1 trans-11) (EIFERT *et al.*, 2006; GARCÍA *et al.*, 2010; Mourthé *et al.*, 2015). Dentre os possíveis efeitos benéficos deste ácido graxo à saúde humana, destaca-se sua atuação como imunomoduladores, na diminuição da gordura corporal e como anticarcinogênico (LUCATTO *et al.*, 2014).

A biohidrogenação de ácidos graxos poliinsaturados no rúmen para 18:2 trans-10 cis-12 parece ser favorecida em alguns tipos específicos de dietas. Além da presença de gordura poliinsaturada, baixos valores de pH ruminal parece ser determinante para formação de isômeros de CLA com ligações duplas do tipo trans na posição 10 na cadeia do ácido graxo. Dietas com alto teor de concentrados, baixo teor de forragens, presença de forragens finamente picadas e adição de ionóforos tem resultado em valores mais elevados de C18:2 trans-10 cis-12 (BAUGARD *et al.* 2000). Griinari (1999) relatou que dietas com baixo volumoso podem aumentar a taxa de passagem e assim diminuir a biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados, sendo que esses são considerados tóxicos sobre a população bacteriana do rúmen.

Objetivou-se por meio deste trabalho avaliar os efeitos da utilização da palma forrageira em associação a diferentes volumosos sobre o perfil de ácidos graxos do queijo Minas Frescal e do leite de vacas F1 Holandês x Zebu.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética em Experimentação e Bem-estar Animal - CEEBEA da Universidade Estadual de Montes Claros, sob registro 138/2017.

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, localizada no município de Janaúba, no Norte de Minas Gerais, cujas coordenadas geográficas são 15° 48' 32'' de latitude e 43° 19' 3'' de longitude, na altitude de 533 m, onde o clima, segundo a classificação de Köppen (1948), é do tipo Aw, caracterizado por um verão chuvoso e inverno seco.

Foram utilizadas 08 vacas F1 Holandês x Zebu com  $72 \pm 11$  dias de lactação ao início do experimento. O delineamento experimental foi quadrado latino 4 X 4, com dois quadrados simultâneos, compostos, cada um, com quatro animais, quatro tratamentos e quatro períodos experimentais. Foram utilizadas quatro dietas experimentais, sendo: Tratamento 1 – Dieta sem inclusão da palma forrageira, tendo como volumoso a silagem de sorgo; Tratamento 2 – Dieta com 50% de substituição da silagem de sorgo pela palma forrageira; Tratamento 3 – Dieta sem inclusão da palma forrageira, tendo como volumoso o capim-elefante; Tratamento 4 – Dieta com 50% de substituição do capim-elefante pela palma forrageira. A relação volumoso: concentrado, na matéria seca total da dieta, foi de 75:25.

O experimento teve duração de 72 dias, divididos em quatro períodos de 18 dias, sendo os primeiros 14 dias de cada período para adaptação dos animais às dietas e os quatro últimos dias para coleta de dados e amostras.

As dietas foram formuladas para serem isoproteicas, conforme o NRC (2001), para vacas com média de 550 kg de peso vivo e produção média de 15 kg de leite corrigido para 3,5 % de gordura  $\text{dia}^{-1}$  e foram fornecidas para as

vacas duas vezes ao dia, às 07h e às 14h, em sistema de dieta completa. A ureia foi utilizada para correção dos teores de proteína bruta da fração volumosa das dietas experimentais.

As vacas foram mantidas em baias individuais e ordenhadas com ordenhadeira mecânica duas vezes ao dia, às 8 h e às 15 h. Utilizou-se a presença do bezerro para estimular a decida do leite, e após a ordenha estes permaneceram com as mães para mamada do leite residual por, aproximadamente, 30 minutos.

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. Destas amostras, 50mL de cada uma foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal da ESALQ – USP para serem realizadas as análises do perfil de ácidos graxos.

A palma utilizada foi a espécie *Opuntia ficus-indica* Mill, cv gigante, sendo obtida da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada no município de Nova Porteirinha.

Os alimentos ofertados diariamente foram pesados em balança digital e o fornecimento foi ajustado de forma que as sobras representassem 5% da quantidade de matéria seca fornecida. A proporção dos ingredientes utilizados nas dietas e a sua composição química encontram-se na tabela 6. As análises foram realizadas conforme descrição em Detmann *et al.* (2012).

**TABELA 6.** Proporção dos ingredientes das dietas experimentais (%) e composição química das dietas, na base da matéria seca

Ingredientes	Dietas Experimentais (% MS)			
	Silagem de sorgo	Silagem + palma	Capim-elefante	Capim+ palma
Silagem de sorgo	75	37,5	0	0
Capim-Elefante	0	0	75	37,5
Palma Forrageira	0	37,5	0	37,5
Milho moído	17,01	17,01	17,01	17,01
Farelo de soja	7,12	7,12	7,12	7,12
Suplemento mineral <sup>1</sup>	0,87	0,87	0,87	0,87
Composição Química (% da MS)				
Matéria Seca (%)	47,41	38,07	38,19	33,46
Matéria Orgânica (%)	93,15	95,02	92,72	94,68
Proteína Bruta (%)	11,17	10,97	11,49	11,22
Extrato Etéreo (%)	2,44	2,27	2,53	2,25
CNF <sup>2</sup>	25,35	40,68	20,09	39,17
FDN(%) <sup>3</sup>	53,33	38,45	58,12	41,84
FDNcp <sup>4</sup> (%)	52,39	38,12	56,89	40,43
FDA <sup>5</sup> (%)	31,32	23,93	59,3	37,92
Lignina (%)	8,32	6,44	8,43	6,5

<sup>1</sup>Níveis de Garantia por kg de produto: cálcio (128g min)(157g max), fósforo (100g min), sódio (120g min), magnésio (15g), enxofre (33g), cobalto (135mg), cobre (2160mg), ferro (938 mg), iodo (160mg), manganês (1800 mg), selênio (34mg), zinco (5760mg), flúor (1000mg); <sup>2</sup>CNF = Carboidratos não fibrosos; <sup>3</sup>FDN = Fibra em detergente neutro; <sup>4</sup>FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; <sup>5</sup>FDA = Fibra em detergente Acido; Percentuais de Ureia/AS (9:1) nas frações volumosas das dietas: 0,72% (silagem de sorgo), 1,07% (silagem com palma), 0,4% (capim-elefante), 0,64% (capim com palma).

O queijo Minas Frescal foi fabricado no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal da UNIMONTES – *Campus Janaúba*, de acordo com a técnica recomendada por Furtado & Lourenço Neto (1994). 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 foi adicionado 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-se a mexedura e o repouso para promover a dessoragem. Seguida da drenagem do soro, a massa foi colocada em formas plásticas e procedeu-se à salga (700g/100L de sal branco refinado). Os queijos foram resfriados numa temperatura de 4 °C por aproximadamente 12 horas, no dia seguinte foram retirados das formas, embalados, pesados e congelados para o envio das amostras ao laboratório de Nutrição e Crescimento Animal- ESALQ – USP para determinação do perfil dos ácidos graxos.

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 µm 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-se 7 °C/min até 230 °C, permanecendo por 5 min, totalizando-se 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.

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) = aterogenicidade (IA) =  $\{(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)\} / (\Sigma \text{ácidos graxos monoinsaturados} + \Sigma \omega 6 + \Sigma \omega 3)$  e Índice de Trombogenicidade (IT) =  $(C14:0 + C16:0 + C18:0) / \{(0,5 \times \Sigma \text{Ácidos graxos monoinsaturados}) + (0,5 \times \Sigma \omega 6 + (3 \times \Sigma \omega 3) + (\Sigma \omega 3 / \Sigma \omega 6))\}$ , segundo Ulbricht e Southgate (1991); b) razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH) =  $(\text{monoinsaturado} + \text{poli-insaturado}) / (C14:0 + C16:0)$  e Ácidos Graxos Desejáveis (AGD) =  $(\text{insaturados} + C18:0)$  segundo Costa *et al.* (2008); c) razão entre ácidos graxos poli-insaturados e ácidos graxos saturados é razão entre  $\omega 6$  e  $\omega 3$  (COSTA *et al.*, 2008)

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativas, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste de Tukey, tendo-se considerado  $\alpha = 0,05$ .

### 3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Houve efeito ( $P < 0,05$ ) das dietas sobre o somatório dos ácidos graxos saturados (AGS) do leite (Tabela 7), sendo que a dieta com capim-elefante como volumoso exclusivo, apresentou menor valor em relação à dieta à base de silagem de sorgo associada com palma forrageira.

**TABELA 7.** Perfil de ácidos graxos da gordura do leite de vacas F1 Holandês X Zebu alimentadas com Zebu alimentadas com palma forrageira associada a diferentes volumosos

Componentes	Tratamentos				CV(%)	Pr>Fc
	Silagem de sorgo	Silagem + Palma	Capim elefante	Capim + Palma		
	mg/g de gordura					
$\Sigma$ AGS <sup>1</sup>	76,3373ab	77,5822a	73,0461b	76,5201ab	3,41	0,0119
C4:0	2,8853	2,6254	2,9327	2,6012	14,67	0,1344
C6:0	1,9478	2,1818	2,1292	2,2882	17,94	0,5267
C8:0	1,4193	1,4212	1,3410	1,3528	8,04	0,3420
C10:0	3,1518	3,4278	3,0886	3,1370	15,02	0,4998
C11:0	0,0862	0,0312	0,0788	0,0581	39,35	0,698
C12:0	2,4342	2,4728	2,2317	2,0351	45,45	0,8246
C13:0 iso	0,0352	0,0358	0,0368	0,0397	15,07	0,4014
C13:0 anteiso	0,1636	0,1892	0,1520	0,1512	19,62	0,6922
C13:0	0,1645ab	0,2122a	0,1502b	0,1672ab	24,70	0,0459
C14:0 iso	0,1645ab	0,1413b	0,1843a	0,1466b	10,90	0,0002
C14:0	13,6007	13,6363	13,0468	12,7770	06,90	0,1944
C14:1	1,4988	1,6920	1,4873	1,4337	14,30	0,1246
C15:0 iso	0,3262ab	0,2781b	0,3800a	0,2737b	12,65	0,0000
C15:0 anteiso	0,4940	0,5150	0,5650	0,5112	16,13	0,3886
C15:0	1,0351b	1,3871a	1,1978ab	1,1035ab	17,61	0,0154
C16:0 iso	0,1931b	0,2210ab	0,2723a	0,1615b	21,92	0,008

C16:0	40,8239b	42,2420ab	38,1683b	43,6978a	04,39	0,0000
C16:1	2,5748b	3,1406a	2,6261b	2,9603ab	12,97	0,0144
C17:0 iso	0,3322	0,3890	0,3321	0,4660	33,61	0,1477
C17:0	0,8713ab	0,9622a	0,7858b	0,8683ab	08,84	0,0018
C18:0	6,0386a	4,4813b	5,8275a	4,6026b	7,69	0,0000
C20:0	0,1011a	0,0663bc	0,0783b	0,0621c	11,50	0,0000
C21:0	0,0028	0,0032	0,0056	0,0012	28,92	0,6090
C22:0	0,0153	0,0231	0,0158	0,0135	54,95	0,2076
C23:0	0,0165	0,0140	0,0143	0,0175	44,48	0,1969
C24:0	0,0401a	0,0271b	0,0211b	0,0268b	27,26	0,0007
<b>Σ AGMI<sup>2</sup></b>	<b>20,8373b</b>	<b>19,7873b</b>	<b>24,1736a</b>	<b>20,8421b</b>	<b>11,14</b>	<b>0,0077</b>
C10:1	0,3125	0,3378	0,3405	0,3302	9,72	0,7777
C12:1	0,1045ab	0,1171a	0,0883b	0,0967ab	18,15	0,0324
C17:1	0,1282	0,1400	0,1268	0,1041	46,25	0,8512
C18:1 c9	12,6971ab	10,9028b	14,7688a	12,0791ab	14,96	0,004
C18:1trans	0,7400b	0,8046b	1,0780a	0,9937a	12,17	0,0000
C18:1 c11	1,3060b	1,2652b	1,9388a	1,4501b	16,24	0,0000
C18:1 c12	0,6515b	0,6610b	0,8906a	0,7166b	14,33	0,004
C18:1 c13	0,3589b	0,3543b	0,4670a	0,3548b	13,84	0,0005
C18:1 t16	0,1258	0,1140	0,1356	0,1003	31,15	0,2951
C18:1 c15	0,0177	0,0488	0,0665	0,0452	37,56	0,1587
C20:1	0,0522	0,0588	0,0592	0,0598	28,16	0,4461
<b>Σ AGPI<sup>3</sup></b>	<b>1,5863</b>	<b>1,6871</b>	<b>1,5321</b>	<b>1,6371</b>	<b>10,06</b>	<b>0,2835</b>
C18:2 c9c1	1,1000ab	1,2648a	1,0345b	1,0755b	10,05	0,0026
C18:3 n6	0,0123	0,0093	0,0055	0,0107	62,65	0,1517
C18:3 n3	0,2086a	0,1853ab	0,1562b	0,1545b	17,60	0,0054
C18:2c9t11(CLA)	0,1912bc	0,1485c	0,2663ab	0,3167a	36,19	0,0026
C22:1n9	0,0458	0,0493	0,0478	0,0472	17,72	0,8696
C20:5 n3	0,0103	0,0113	0,0107	0,0131	55,71	0,8294
C22:5	0,0232	0,0235	0,0247	0,0236	33,14	0,4436
C22:6 n3	0,0306	0,0192	0,0027	0,0001	34,89	0,6740

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si ( $P > 0,05$ ), pelo teste Tukey. <sup>1</sup>Ácidos graxos saturados; <sup>2</sup>Ácidos graxos monoinsaturados; <sup>3</sup>Ácidos graxos poli-insaturados.

As concentrações dos ácidos tridecanoico (C13:0) e pentadecanoico (C15:0) no leite, foram maiores com a dieta que continha silagem de sorgo associado com palma em comparação às dietas sem palma forrageira. Para o ácido palmítico (C16:0) no leite, maior valor foi observado com a dieta que continha capim-elefante associado com palma em comparação às dietas sem palma forrageira. Quando observado o ácido esteárico (C18:0), este mostrou menores concentrações no leite de vacas alimentadas com as dietas que continham palma. Para o lignocérico (C24:0) e o araquídico (C20:0), maiores valores foram encontrados na dieta com silagem de sorgo como volumoso exclusivo, isso pode indicar uma baixa concentração desses ácidos nas dietas com palma, pois maior parte desses são originados da dieta, segundo Lock & Bauman (2004).

É importante avaliar o leite do ponto de vista de alimento nutracêutico. Dentre os teores de ácidos graxos de cadeia média estimados podemos dar uma especial atenção aos ácidos graxos saturados, C16:0 (palmítico) e C14:0 (mirístico), que segundo Wood et al. (2003) são considerados ácidos graxos hipercolesterolêmicos.

Quando observado os ácidos C14:0 iso, C15:0 iso e o C16:0 iso, ambos apresentaram menores concentrações no leite oriundo das vacas que receberam a dieta com palma forrageira.

Ribeiro *et al.* (2014) trabalhando com vacas recebendo dietas a base de capim-elefante, com níveis crescentes de óleo de girassol, observou efeito linear decrescente para os ácidos graxos C15:0 iso e C16:0 iso, o mesmo foi observado por Mourthé *et al.* (2015) trabalhando com vacas Holandês x Gir em pastagem de capim-marandu suplementado com quantidades crescentes de grão de soja tostado. Esses ácidos graxos são oriundos, principalmente, dos microorganismos

ruminais que os sintetizam após mudanças na biossíntese dos lipídios da dieta. Nesse sentido, esses ácidos graxos podem ser indicativos de mudanças na população da microbiota ruminal (VLAEMINCK *et al.*, 2006). Ainda, segundo estes autores, bactérias celulolíticas contêm maiores quantidades de ácidos graxos iso, enquanto que as amilolíticas contêm em sua membrana maiores teores de ácidos graxos anteiso e de cadeia linear ímpar, o que pode justificar menores concentrações desses ácidos graxos no leite proveniente das vacas que receberam dieta com palma forrageira.

Boa parte dos ácidos graxos saturados do leite, com 18 ou mais carbonos na cadeia são originados da dieta. Dentre eles, o ácido esteárico é o que normalmente, apresenta os teores mais elevados no leite. O teor de ácido esteárico na gordura láctea está associado à ingestão desse ácido e ao grau de biohidrogênese ruminal por que passam os ácidos graxos poli-insaturados no rúmen (LOCK E BAUMAN, 2011), sendo que essa relação ocorre porque o esteárico é o produto final desse processo. Assim, quanto maior a concentração de esteárico no leite maior foi a ocorrência de biohidrogênese ruminal completa sobre os ácidos poli-insaturados no rúmen (SOYEURT *et al.*, 2008).

Houve diferença ( $P < 0,05$ ) no somatório dos AGM (Tabela 7), com maior valor observado na dieta contendo apenas capim-elefante como volumoso exclusivo. Dentre os AGM foram verificadas diferenças para os ácidos, C12:1, com maior concentração nas dietas contendo silagem em associação a palma. Já para os ácidos C18:1c9, C18:1c11, C18:1c12, C18:1c13, maiores valores foram observados nas dietas contendo apenas capim-elefante como volumoso exclusivo e para o C18:1trans foi observado uma maior concentração do mesmo nas dietas, nas quais foram fornecidos capim-elefante associado a palma e capim elefante como volumoso exclusivo. Ao contrário dos ácidos graxos saturados, os ácidos graxos de cadeia longa, monoinsaturados e poli-insaturados contribuem com o aumento do colesterol sanguíneo de alta densidade (HDL)

(SANTOS *et al.*, 2013). Aos efeitos benéficos, destacam-se os ácidos graxos insaturados oléico (C18:1 *cis*-9) e os isômeros do ácido linoléico conjugado (CLA), relacionados à redução do colesterol e efeitos anticarcinogênicos, respectivamente (HAUG *et al.*, 2007; BENJAMIN & SPENER, 2009). Dentre esses, o ácido vacênico (C18:1 *c11*) é o principal precursor do CLA *cis*-9, *trans*-11 no tecido mamário de ruminantes. Há indicações de que o próprio ácido vacênico tem efeito protetor contra arteriosclerose (BASSETT *et al.*, 2010). Efeitos anticolesterolêmicos são atribuídos ao ácido oléico (C18:1 *c9*), o que o torna importante sob a ótica nutricional do leite (DAUMIERE *et al.*, 1992).

Com exceção dos ácidos C18:2 $c_9c_1$ , C18:3  $n_3$  e C18:2 $c_9t_{11}$  (Tabela 7), os demais ácidos graxos poli-insaturados não sofreram efeito da dieta. Os ácidos linoléico  $\omega$ -6 (ALL - C18:2 *cis*-9 *cis*-12), o ácido  $\alpha$ -linolênico  $\omega$ -3 (C18:3 *cis*-9 *cis*-12 *cis*-15) e os isômeros de CLA são os principais representantes dos ácidos graxos poli-insaturados (PARODI, 1997; JENSEN, 2002; O'DONNELL-MENGARO *et al.*, 2011), e nas dietas com capim-elefante e capim associado à palma, os teores de CLA no leite foram mais elevados ( $P < 0,05$ ) em relação às dietas, nas quais a silagem de sorgo fazia parte da fração volumosa.

Os ácidos graxos poli-insaturados presentes na gordura do leite são derivados dos ácidos graxos do plasma sanguíneo, os quais têm origem a partir de ácidos graxos livres da mobilização de gordura corporal e dos ácidos graxos de origem dietética transportados como triglicerídeos pelas lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) (LANIER & CORL, 2015). Como os AGPI não são sintetizados pelos tecidos dos ruminantes, sua concentração no leite é determinada pela quantidade desses ácidos que chegam ao duodeno (CHILLIARD *et al.*, 2007). A relação volumoso:concentrado foi fixa (75:25) e a mesma para todos os tratamentos, entretanto, as dietas com presença da palma forrageira, apresentavam maiores teores de carboidratos de rápida fermentação, e menores teores de fibra, o que pode ter ocasionado menores valores de pH

ruminal e aumento da taxa de passagem, comprometendo assim a atividade dos microorganismos responsáveis pelos passos metabólicos finais na biohidrogenação dos ácidos graxos, o que pode justificar o menor teor do ácido graxo esteárico no leite proveniente das dietas contendo palma, como também os maiores valores de CLA, que é um intermediário desse processo no rúmen.

Na avaliação do perfil de ácidos graxos do queijo Minas frescal, não houve influência da dieta sobre os somatórios dos AGS, AGMI, AGPI ( $P < 0,05$ ) (Tabela 8). Foi encontrada proporção média de ácidos graxos saturados (AGS) de 76,75%, dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) de 20,01% e dos ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) de 1,65%.

Dentre a classe de ácidos graxos saturados do queijo Minas Frescal, houve diferença ( $P < 0,05$ ) para o ácido C18:0 e C24:0, em que ambos apresentaram maiores valores com a dieta na qual foi fornecido silagem de sorgo como volumoso exclusivo. De maneira geral, a gordura saturada eleva a concentração plasmática de colesterol, entretanto o AGS esteárico (C18:0) é considerado neutro em seus efeitos sobre o colesterol sendo que o mesmo pode ser rapidamente convertido em ácido oléico (monoinsaturado) proporcionando efeito positivo à saúde humana, devido a sua função hipocolesterolêmica (MARTIN *et al.* 2006).

**TABELA 8.** Perfil de ácidos graxos da gordura do queijo de vacas F1 Holandês X Zebu alimentadas com palma forrageira associada a diferentes volumosos

Componentes	Tratamentos				CV(%)	Pr>Fc
	Silagem de sorgo	Silagem + Palma	Capim elefante	Capim + Palma		
$\Sigma$ AGS <sup>1</sup>	77,1747	76,8962	75,9552	77,0322	26,56	0,4230
C4:0	2,9247	2,9624	2,8502	2,9925	07,29	0,8955
C6:0	2,0212	2,0482	2,0352	2,0777	02,45	0,1345
C8:0	1,4082	1,3525	1,3510	1,4022	04,47	0,4220

C10:0	3,3890	3,2785	3,2592	3,4535	12,46	0,8974
C11:0	0,1867	0,1345	0,1967	0,1410	55,63	0,4688
C12:0	4,2432	4,2027	4,0217	4,4362	15,01	0,8334
C13:0 isso	0,0510	0,0457	0,0511	0,0510	13,05	0,5949
C13:0 anteiso	0,1532	0,1710	0,1742	0,1730	14,15	0,5773
C13:0	0,1745	0,2082	0,1690	0,2325	23,93	0,2369
C14:0 iso	0,1585	0,1537	0,1500	0,1587	13,47	0,8878
C14:0	13,3052	13,1050	12,9437	13,2747	6,89	0,9364
C15:0 iso	0,3357	0,3147	0,3357	0,3122	15,60	0,1794
C15:0 anteiso	0,5515	0,5720	0,6185	0,5865	16,88	0,8046
C15:0	1,0015	1,3537	1,2245	1,5827	42,95	0,5331
C16:0 iso	0,0662	0,0745	0,1285	0,1327	18,56	0,7934
C16:0	39,0757	40,7377	37,2860	40,4922	06,11	0,2123
C17:0 iso	0,3892	0,3810a	0,3838a	0,3925ab	8,57	0,3303
C17:0	0,7645	0,7917	0,7232	0,7680	10,13	0,6613
C18:0	5,8605 <sup>a</sup>	4,8637b	5,5237ab	4,5575b	10,07	0,0158
C20:0	0,0772	0,0642	0,0732	0,0645	30,70	0,4487
C22:0	0,0220	0,0237	0,0122	0,0255	58,84	0,4558
C23:0	0,0242	0,0125	0,0232	0,0222	42,98	0,2612
C24:0	0,042 <sup>a</sup>	0,0310ab	0,0215b	0,0270b	20,61	0,0034
<b>Σ AGMP<sup>2</sup></b>	<b>16,0287</b>	<b>20,4705</b>	<b>23,3262</b>	<b>20,2522</b>	<b>27,80</b>	<b>0,3626</b>
C10:1	0,3277	0,4165	0,4150	0,4237	28,96	0,6093
C12:1	0,0157	0,0967	0,0987	0,0785	31,10	0,6190
C14:1c9	1,5357	1,6575	1,6582	1,6302	13,90	0,8559
C16:1c9	2,5530	2,8755	2,6877	2,8900	11,21	0,3895
C17:1	0,1232	0,1220	0,1630	0,1935	87,36	0,8446
C18:1 c9	12,6997b	12,7550b	14,3665a	12,640b	11,79	0,0805
C18:1 trans	0,8022b	0,8027b	1,0990a	1,0981a	15,73	0,0377
C18:1 c11	1,5645	1,3675	1,4857	1,2355	17,78	0,3178
C18:1 c12	0,7270	0,6677	0,7105	0,6075	15,84	0,4319
C18:1 c13	0,3607	0,3527	0,3742	0,3045	15,34	0,3214

C18:1 t16	0,0785	0,0915	0,0942	0,0955	24,16	0,6790
C18:1 c15	0,0702	0,0667	0,0617	0,0672	38,51	0,9720
C20:1	0,0567	0,0237	0,0535	0,0450	35,82	0,2950
C22:1n9	0,0502	0,0507	0,0505	0,0504	21,37	0,6951
C24:1	0,0072	0,0070	0,0071	0,0069	30,51	0,2513
<b>Σ AGPI<sup>3</sup></b>	<b>1,6400</b>	<b>1,6595</b>	<b>1,6297</b>	<b>1,7042</b>	<b>13,53</b>	<b>0,4259</b>
C18:3 n6	0,0037	0,0040	0,0032	0,0045	35,83	0,4593
C18:3 n3	0,2407a	0,1680b	0,1887ab	0,1712b	13,56	0,0067
C18:2c9t11(CLA)	0,1850b	0,2090ab	0,3285a	0,2907ab	26,72	0,0350
C20:2	0,0018	0,0020	0,0019	0,0018	59,39	0,2978
C20:3 n6	0,0370	0,0350	0,0217	0,0250	48,96	0,4053
C20:4 n6	0,0137	0,0115	0,0100	0,0142	55,42	0,8005
C20:5 n3	0,0125	0,0140	0,0102	0,0112	35,72	0,6445
C22:5	0,0250	0,0240	0,0277	0,0402	22,00	0,4609
C22:6 n3	0,0005	0,0002	0,0000	0,0020	51,06	0,3930

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si ( $P > 0,05$ ), pelo teste Tukey. <sup>1</sup>Ácidos graxos saturados; <sup>2</sup>Ácidos graxos monoinsaturados; <sup>3</sup>Ácidos graxos poli-insaturados.

Na classe dos ácidos graxos monoinsaturados, foi observado diferença para o ácido graxo C18:1C9, apresentando maior valor no tratamento em que as vacas receberam capim-elefante como volumoso exclusivo e para o C18:1trans foi observado uma maior concentração do mesmo nas dietas nas quais foram fornecidos capim-elefante associado a palma e capim elefante como volumoso exclusivo, refletindo os valores que foram observados no leite.

A concentração do ácido linoléico conjugado (CLA) (C18:2c9 t11) na gordura do queijo foi mais baixa com a dieta à base de silagem de sorgo como volumoso exclusivo, em relação às demais dietas. Os teores do ácido C18:3 n-3- $\alpha$ -linolênico também variaram em função das dietas ( $P < 0,05$ ). Essa concentração de CLA no queijo reflete a menor concentração verificada no leite das vacas alimentadas com silagem.

De acordo com Nudda *et al.* (2014), o processamento do leite não causa mudança significativa no perfil de ácidos graxos e, portanto, as concentrações de ácidos graxos na gordura de produtos do leite são essencialmente dependentes do perfil de ácidos graxos do leite antes do seu processamento. A maior modificação no perfil de AG do leite de ruminantes tem sido constatada, principalmente, pela variação na quantidade e tipos de forragens, especialmente pasto, bem como pela adição de fontes de óleo, já que os mesmos têm efeito sobre a bio-hidrogenação ruminal de ácidos graxos poli-insaturados.

No presente estudo, os índices de aterogenicidade (IA), relação hipo/hipercolesterolêmicos (h/H), ácidos graxos desejáveis (AGD) e somatório de ácidos graxos  $\omega 6$  apresentaram efeito significativo ( $P < 0,05$ ) das dietas, apenas para o leite (Tabela 9), sendo que o índice de aterogenicidade foi menor com a dieta à base de capim-elefante como volumoso exclusivo.

De acordo com Turan *et al.* (2007), 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 ácidos graxos antiaterogênicos presentes em determinado óleo/gordura e, conseqüentemente, maior é o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronarianas. Segundo Sousa Bentes *et al.* (2009), não há valores recomendados para os IA e IT em produtos lácteos, portanto, considera-se que quanto menor for o valor desses índices, mais favorável é o perfil de ácido graxo à saúde humana.

**TABELA 9.** Índice de aterogenicidade (IA), Índice de trombogenicidade (IT), relação hipo/hipercolesterolêmicos (h/H), ácidos graxos desejáveis (AGD), relação de ácidos graxos poli-insaturados/ácidos graxos saturados (AGP/AGS), somatório de ácidos graxos  $\omega 6$  e relação  $\omega 6/ \omega 3$  do leite e do queijo de vacas mestiças alimentadas com palma forrageira associadas a outros volumosos

Variáveis	Diets Experimentais					Pr>Fc
	Silagem de sorgo	Silagem + Palma	Capim elefante	Capim + Palma	CV (%)	
	Leite					
IA	4,6492ab	5,0022a	3,8305b	4,7227ab	15,01	0,0191
IT	2,3508	2,4050	1,9885	2,4187	15,07	0,0648
h/H	0,4127b	0,3853b	0,5040a	0,3997b	13,69	0,0021
AGD	28,4823ab	25,9558b	31,5332a	27,0818b	9,29	0,0021
AGP/AGS	0,0207	0,0217	0,0208	0,0216	13,08	0,8467
$\omega 6$	0,0532a	0,0410b	0,0393b	0,04112b	18,88	0,0097
$\omega 6/\omega 3$	0,2450	0,2070	0,2485	0,2351	22,57	0,4046
	Queijo					
IA	4,7185	4,7300	4,0277	4,7585	20,15	0,2833
IT	1,6912	2,2167	1,9077	2,3067	28,25	0,4332
h/H	0,6647	0,4117	0,4952	0,4120	27,33	0,4262
AGD	25,7223	26,9637	30,4797	26,5140	20,08	0,4505
AGP/AGS	0,0223	0,0235	0,0211	0,0199	32,35	0,4262
$\omega 6$	0,0600	0,0437	0,0410	0,0472	44,08	0,6088
$\omega 6/\omega 3$	0,3545	0,2152	0,2065	0,2602	47,20	0,5623

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si ( $P>0,05$ ), pelo teste Tukey

O índice relacionado com as razões entre ácidos graxos hipo e hipercolesterolêmicos (hH) resultou em maior valor (0,5040%) no tratamento 3, onde a dieta fornecida era capim-elefante como volumoso exclusivo. De acordo com Santos & Silva *et al.* (2002), a relação h/H constitui um índice que

considera a atividade funcional dos ácidos graxos no metabolismo das lipoproteínas de transporte do colesterol plasmático, cujos tipo e quantidade estão relacionados com o maior ou menor risco de incidência de doenças cardiovasculares. Na literatura não há valores recomendados para o índice h/H em relação aos produtos lácteos, porém, considera-se que quanto maior o índice melhor é a qualidade nutricional da gordura presente no alimento (SOUSA BENTES *et al.*, 2009)

De acordo com os resultados observados nesse trabalho, a concentração de ácidos graxos desejáveis (AGD) no leite apresentou efeito ( $P < 0,05$ ) das diferentes frações volumosas nas dietas experimentais, com maior valor observado com a dieta contendo apenas capim-elefante como volumoso (Tabela 9). Segundo Costa *et al* (2008), a maior concentração de AGD se deve aos processos de biohidrogenação ruminal (BH), relacionado com o ácido esteárico (C18:0), que compõe, junto com o somatório dos ácidos graxos insaturados, os ácidos graxos desejáveis.

Não foi observada diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre as dietas experimentais para a razão entre ácidos graxos poliinsaturados e saturados (AGP/AGS) para o leite, bem como para o queijo.

Houve efeito ( $P < 0,05$ ) para o ácido graxos  $\omega 6$  no leite, o mesmo não foi observado para a relação  $\omega 6/\omega 3$ . Maior valor para  $\omega 6$  foi encontrado no leite de vacas alimentadas com a dieta com apenas silagem de sorgo como volumoso. O principal ácido graxo da série n-6 é o linoléico (C18:2n6), a partir do qual os demais são sintetizados por uma série de enzimas que promovem o alongamento, dessaturação e  $\beta$ -oxidação das cadeias carbônicas (FAO, 2010). Há uma negativa correlação entre os ácidos graxos da série ômega 6 com risco de doenças cardiovasculares (FERRUCCI *et al.*, 2006).

## **5 CONCLUSÕES**

A associação da palma forrageira em 37,5% da dieta total com a silagem de sorgo ou com o capim-elefante influenciou no perfil de ácidos graxos do leite e do queijo Minas Frescal, com diminuição da concentração do ácido graxo esteárico e aumento do CLA.

## **AGRADECIMENTOS**

À FAPEMIG pelo auxílio financeiro, aos CNPq e CAPES pelo auxílio com bolsas de estudo, ao INCT-Ciência Animal e EPAMIG/Fazenda Experimental de Felixlândia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BASSETT, M. C.C; EDEL, A. L; PATENAUDE, A. F. et al. Dietary vaccenic acid has antiatherogenic effects in LDL LDLr<sup>-/-</sup> mice. **Journal of Nutrition and Disease**, v.140, n.1, p.18-24, 2010. Disponível

CHILLIARD, Y. *et al* M. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v.109, n.8, p.828–855, 2007.

CHRISTIE, W,W, A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesterol esters, **Journal of Lipid Research**, New York, v, 23, p, 1072-1075 1982,

COSTA, R. G.; FERNANDES, M.F.; QUEIROGA, R.C.R.E. Características químicas e sensoriais do leite de cabras Moxotó alimentadas com silagem de maniçoba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.37, n. 4, p. 694-702, 2008.

DAUMERIE, C.M.; WOOLLETT, L.A.; DIETSCHY, J.M. Fatty acids regulate hepatic low density lipoprotein receptor activity through redistribution of intracellular cholesterol pools. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, Vol. 89, pg. 10797-10801, 1992.

EIFERT, E.C. *et al*. Perfil de ácidos graxos e conteúdo de ácido linoléico conjugado no leite de vacas alimentadas com a combinação de óleo de soja e fontes de carboidratos na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4(supl.), p.1829-1837, 2006.

FERRUCCI, L. *et al*. Guralnik. Relationship of Plasma Polyunsaturated Fatty Acids to Circulating Inflammatory Markers. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v.91, n.2, p.439-446, 2006.

FONSECA, L. F. L; SANTOS, M. V. **Qualidade do leite cru e controle de mastite**. São Paulo: Lemos Editorial, 2000. 175 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.

KOPPEN, W, **Climatologia: com um estúdio de los climas de latierra**, México: Fondo de cultura Econômica, 1948, 479p.

LANIER, J.S.; CORL, B.A. Challenges in enriching milk fat with polyunsaturated fatty acids. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v.6, n.26, 2015.

LOCK, A.L.; BAUMAN, D.E. Modifying Milk Fat Composition of Dairy Cows to Enhance Fatty Acids Beneficial to Human Health. **Lipids**, v. 39, n. 12, 2004.

LUCATTO, J.N; MENDONÇA, S.N.T.G; DRUNKLER, D.A. Ácido linoleico conjugado: estrutura química, efeitos sobre a saúde humana e análise em lácteos. **Revista Instituto Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.69, n.3, p.199-211, mai/jun, 2014.

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

MOURTHÉ, M.H.F *et al.* Perfil de ácidos graxos do leite de vacas Holandês x Gir em pastagem de capim-marandu suplementado com quantidades crescentes de grão de soja tostado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.4, p.1150-1158, 2015.

MONTREZOR, J. M. C. D. Estudo genético quantitativo do teor de ácido linoléico conjugado (cla) em leite de búfalas. Tese de Doutorado. 47p. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, **Nutrient requirements of dairy cattle**,7,ed, Washington, D,C,: National Academy Press, 2001, 381p,

NUDDA, A. *et al.* Feeding strategies to desing the fatty acid profile of sheep Milk and cheese. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, n.8, pg. 445-456, 2014.

RIBEIRO, C.G.S. *et al.* Desempenho produtivo e perfil de ácidos graxos do leite de vacas que receberam níveis crescentes de óleo de girassol em dietas à base de capim-elefante. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.5, p.1513-1521, 2014..

SANTOS, R.D. *et al.* Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz sobre o consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v.100, n.1, Supl.3, p.1-40, 2013.

SOUSA BENTES, A; SOUZA, H.A.L; MENDONÇA, X.M.F; SIMÕES, M.G. Caracterização física e química e perfil lipídico de três espécies de peixes amazônicos. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 3, n. 2, p. 97-108, 2009

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

VLAEMINCK, B. *et al.* Milk odd- and branched-chain fatty acids in relation to the rumen fermentation pattern. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.3954-3964, 2006.

WOOD, J.D. *et al.* Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v.66, p.21-32, 2003.