



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**QUALIDADE DO LEITE DE VACAS F1 HOLANDÊS/ZEBU
ALIMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE
FORNECIMENTO DA DIETA**

DEIYSE ALVES SILVA

2017

DEIYSE ALVES SILVA

**QUALIDADE DO LEITE DE VACAS F1 HOLANDÊS/ZEBU
ALIMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE
FORNECIMENTO DA DIETA**

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

Orientador

Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior

**UNIMONTES
MINAS GERAIS - BRASIL
2017**

Silva, Deiyse Alves

S586q

Qualidade do leite de vacas F1 Holândes/Zebu alimentadas com diferentes níveis de fornecimento da dieta [manuscrito] / Deiyse Alves Silva. – 2017.

48 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. Ácidos graxos. 2. Holandês (Bovino). 3. Leite Produção. 4. Zebu. I. Rocha Júnior, Vicente Ribeiro. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 637.14

Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

DEIYSE ALVES SILVA

**QUALIDADE DO LEITE DE VACAS F1 HOLANDÊS/ZEBU
ALIMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE
FORNECIMENTO DA DIETA**

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.

APROVADA em 07 de Março de 2017

 Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior (Orientador)	 Prof. Dr. José Ronaldo Mendes Russ UNIMONTES
 Prof. Dr. Fredson Vieira e Silva UNIMONTES	 Prof. Dra. Maria Dulcineia da Costa UNIMONTES
 Dra. Janna Christina de Almeida UFMG	

JANAÚBA

MINAS GERAIS – BRASIL

2017

*os meus pais José e Maria Francisca,
As minhas irmãs Alda Lúcia e Denize,
Ao meu querido sobrinho Gabriel,
Dedico!!!*

AGRADECIMENTOS

A Deus pela presença constante em minha vida me guiando e iluminando;

Ao meu orientador, Prof. Vicente Ribeiro, a quem tenho profunda admiração pelo seu profissionalismo, pela orientação, amizade e por todos os ensinamentos transmitidos;

Ao Prof. José Reinaldo pela co-orientação e colaboração fundamental para que este trabalho fosse concluído e aos demais professores da PPGZ, pelo conhecimento transmitido durante o mestrado;

Ao Prof. Sidnei Tavares, pela presteza nas análises estatísticas;

Aos meus pais, minhas irmãs e meu sobrinho pelo amor incondicional, pelos incentivos pela compreensão e por permitirem que essa conquista se tornasse realidade;

À Luana e Pedro, pela contribuição e esforços para desenvolver este experimento;

À Amanda, Hugo Lelis, Jéssica Gusmão, e Jordana que tanto contribuíram com amizade e companheirismo;

Ao Flávio Monção, pela paciência e disponibilidade de sempre;

Aos funcionários da Fazenda Experimental da EPAMIG/Felixlândia pela colaboração;

À Fazenda Experimental da EPAMIG/Felixlândia;

Aos meus familiares e amigos, pela motivação e incentivo em todos os momentos que necessitei;

Aos colegas de mestrado e estagiários, pelo apoio, amizade e bons momentos de descontração;

À FAPEMIG, pelo auxílio financeiro ao projeto;

À Capes pela concessão de bolsas de estudo;

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

A todos aqueles que Deus colocou no meu caminho e que, de alguma forma, foram importantes para mais uma etapa da minha vida.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	i
RESUMO GERAL.....	ii
GENERAL ABSTRACT	iii
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Panorama da Produção de Leite.....	3
2.2 Composição e característica do leite.....	5
2.3 Perfil dos ácidos graxos da gordura do leite	9
2.4 Nível de oferta de alimentos sobre a qualidade do leite	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15
RESUMO GERAL.....	23
GENERAL ABSTRACT	24
1 INTRODUÇÃO.....	25
2 MATERIAL E MÉTODOS	27
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4 CONCLUSÃO.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Composição físico-química, contagem de células somáticas (CCS) e produção de leite de vacas alimentadas com diferentes níveis de oferta, com respectivas equações de regressão (ER), coeficientes de variação (CV) e valores reais de P ($Pr>Fc$)..... 30
- Tabela 2.** Composição físico-química, contagem de células somáticas (CCS) e produção de leite de vacas alimentadas com diferentes níveis de oferta em três períodos de lactação, com respectivas médias, coeficientes de variação (CV) e valores reais de P ($Pr>Fc$)..... 33
- Tabela 3.** Perfil de ácidos graxos da gordura do leite de vacas F1 Holandês X Zebu alimentadas com diferentes níveis de oferta da dieta, com respectivas Equações de Regressão (ER), coeficientes de variação (CV) e valores reais de P ($Pr>Fc$)..... 34
- Tabela 4.** Perfil de ácidos graxos da gordura do leite de vacas F1 Holandês X Zebu em diferentes períodos de lactação, com respectivas médias, coeficientes de variação (CV) e valores reais de P ($Pr>Fc$)..... 37
- Tabela 5.** 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), relação $\omega 6/ \omega 3$ do leite de vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com diferentes níveis de oferta da dieta e suas respectivas equações de regressão (ER), coeficientes de variação (CV) e valor real de P ($Pr>Fc$)..... 40
- Tabela 6.** 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) e relação $\omega 6/ \omega 3$ do leite vacas em diferentes períodos de lactação e suas respectivas médias, coeficiente de variação (CV) e valor real de P ($Pr>Fc$). 41

RESUMO GERAL

SILVA, Deiyse Alves. **Qualidade do leite de vacas F1 Holandês/Zebu alimentadas com diferentes níveis de fornecimento da dieta.** 2017. 44 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG¹.

Objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes níveis de fornecimento da dieta para vacas F1 Holandês/Zebu sobre a composição química e perfil de ácidos graxos do leite. Foram utilizadas sessenta vacas em lactação. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 3, com 5 níveis de oferta da dieta e 3 períodos de lactação. Os níveis de oferta da dieta foram: dieta fornecida à vontade e dietas fornecidas em, 2,75; 2,5; 2,25; 2,0% do peso corporal. Os valores médios dos dias de lactação em cada período experimental foram: 1º período ($50,0 \pm 12,80$ dias); 2º período ($111,5 \pm 11,75$ dias); 3º período ($183,0 \pm 17,5$ dias). Foram utilizadas 20 vacas por período experimental, sendo 4 vacas por tratamento. O experimento foi dividido em três períodos de 21 dias, com 16 dias de adaptação e 5 dias de coletas. As amostras de leite de cada vaca foram analisadas quanto à composição química, contagem de células somáticas e perfil de ácidos graxos do leite. Os diferentes níveis de oferta da dieta em relação à porcentagem do peso vivo não influenciaram a produção de leite corrigida a 3,5% de gordura. Para os períodos de lactação, os animais apresentaram maior produção de leite no primeiro período de lactação ($13,27 \text{ kg}^{-1}$). Não houve efeito dos níveis de oferta da dieta, em diferentes períodos de lactação, para teor de gordura (3,34%), proteína (3,41%), lactose (4,60%), sólidos totais (12,0%), extrato seco desengordurado (8,80%), nitrogênio urético ($14,5 \text{ mg dL}^{-1}$) e contagem de células somáticas ($89,98 \text{ mil mL}^{-1}$). Diminuiu o somatório dos ácidos graxos saturados do leite e aumentou o dos monoinsaturados à medida que reduziu os níveis de oferta da dieta. Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade diminuíram com a redução dos níveis de oferta e os ácidos graxos desejáveis apresentaram efeito linear crescente. A restrição alimentar de vacas F1 Holandês x Zebu, não alterou a composição química, entretanto, melhorou a qualidade da gordura do leite com a redução dos teores de ácidos graxos saturados, aumento da concentração de ácidos graxos monoinsaturados e ácidos graxos desejáveis e elevação da relação entre os ácidos graxos hipo e hipercolesterolêmicos. Com o avanço da lactação há um aumento no somatório de ácidos graxos saturados e uma redução dos ácidos graxos monoinsaturados do leite, além da diminuição do NUL e aumento dos teores de caseína.

Palavras-chave: ácidos graxos, composição do leite, restrição alimentar.

¹**Comitê Orientador:** Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (orientador); Prof. – José Reinaldo Mendes Ruas DCA/UNIMONTES (coorientador).

GENERAL ABSTRACT

SILVA, Deiyse Alves. **Quality of milk from F1 Holstein X Zebu cows fed with different levels of diet supply.** 2017. 44p. Dissertation (Master's Degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brazil.²

The objective of this study was to evaluate the effects of different dietary levels of diet for F1 Holstein / Zebu cows on a physicochemical composition and milk fatty acid profile. Sixty lactating cows were used. The experimental design was completely randomized in a 5 x 3 factorial scheme, with 5 diet supply levels and 3 lactation periods. Dietary supply levels were: diet bread at will and diets provided in, 2.75; 2.5; 2.25; 2.0% of body weight. The mean values of lactation days in each experimental period evaluated and their objectives are: 1st period (50.0 ± 12.80 days); 2nd period (111.5 ± 11.75 days); 3rd period (183.0 ± 17.5 days). Twenty cows were used per experimental period, four cows per treatment. The experiment was divided into three periods of 21 days, with 16 days of adaptation and 5 days of collection. As samples of milk from each cow were analyzed for the physicochemical composition, somatic cell count and milk fatty acid profile. The different levels of diet supply in relation to the percentage of live weight did not influence the production of milk corrected to 3.5% of fat. For the lactation periods, the animals presented higher milk production in the first lactation period (13.27 kg^{-1}). There was no effect of dietary supply levels, in different lactation periods, for fat content (3.34%), protein (3.41%), lactose (4.60%), total solids (12.0%), defatted dry extract (8.80%), urinary nitrogen (14.5 mg dL^{-1}) and somatic cell count (89.98 ml mL^{-1}). It decreased the sum of saturated fatty acids in milk and increased that of monounsaturated fatty acids as it reduced levels of dietary supply. The rates of atherogenicity and thrombogenicity decreased with a reduction in supply levels and the desirable fatty effects showed an increasing linear effect with a decrease in supply levels. The cooling of the diet supply to 2% of the F1 Holstein cow weight x Zebu did not alter a physical-chemical physics of milk and improved the quality of milk fat from the point of view of human nutrition. These have been reducing the levels of saturated fatty acids, increasing the concentration of desirable fatty acids and increasing the relationship between hypo and hypercholesterolemic fatty acids.

Keywords: fatty acids, milk composition, food restriction.

²**Guidance Committee:** Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DAC/UNIMONTES (Adviser); Prof. José Reinaldo Mendes Ruas – DAC/UNIMONTES (Co-adviser).

1 INTRODUÇÃO GERAL

As tendências mundiais previstas indicam que o sucesso do sistema de produção leite depende da eficiência de produção, o que pode promover essa atividade mais competitiva por mercados consumidores (CARNEIRO, 2006).

Para isso é necessário os produtores lançarem mão do uso de práticas precisas de manejo principalmente no que se refere à nutrição, uma vez que em sistemas leiteiros os gastos com a alimentação sem dúvida, representam um dos fatores que mais onera o custo de produção (BOSA *et al.*, 2012). Além disso, atender à demanda de um mercado consumidor que é cada vez mais exigente em relação ao consumo de produtos lácteos de qualidade.

Desta forma, a composição nutricional tem sido fator cada vez mais importante para a decisão de comprar determinado produto. Não somente a composição do leite, mas também o perfil de ácidos graxos pode ser alterado pelo manejo alimentar, torná-los mais saudáveis do ponto de vista nutricional, tal como reduzindo os ácidos graxos saturados e aumentando os ácidos graxos poli-insaturados que atuam na redução da incidência de doenças coronarianas, através do aumento do HDL (CASTRO, 2009; SANTOS, 2013).

O rebanho brasileiro leiteiro é composto principalmente de animais mestiços. Do cruzamento de zebuínos com animais da raça Holandesa são produzidos animais que unem as características tais como, de rusticidade do Zebu com a produtividade do Holandês, visando à produção econômica de leite em condições tropicais e subtropicais (RUAS, 2010). As vacas mestiças podem expressar seu potencial produtivo em ambientes tropicais se selecionadas e manejadas corretamente, por estarem mais adaptadas (MATOS, 2001).

Entretanto, a criação desse tipo de rebanho ainda segue o mesmo padrão e tecnologia desenvolvida primariamente para sistemas de criação em que se utilizam raças especializadas de base genética pura, como a raça Holandesa (LIMA, 2011).

O nível nutricional está entre os principais fatores que alteram a produção e a qualidade do leite (RESTLE *et al.*, 2003). O principal efeito da restrição alimentar em bovinos que estejam consumindo dietas de alta digestibilidade é a redução da

taxa de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal (DRAGER *et al.*, 2005). Proporcionando assim, uma utilização mais eficiente da absorção dos nutrientes devido ao aumento do tempo disponível para o ataque microbiano e fermentação nos pré-estômagos e no intestino grosso.

Algumas características de qualidade do leite podem ser prejudicadas com a adoção da estratégia de restrição alimentar por determinado período de tempo. Agenäs *et al.* (2003) apresentou resultados de que, após os bovinos passarem por severa restrição alimentar, houve 66% de redução na produção de leite, encontraram redução na porcentagem de lactose e de proteína bruta do leite. No entanto, a utilização da restrição em níveis moderados melhora a eficiência alimentar e podem reduzir custos de produção, visto que a alimentação constitui o item de maior custo no sistema de produção leiteiro (DRAGER *et al.*, 2005, BOSA *et al.*, 2012).

A restrição alimentar pode tornar o sistema de produção de leite mais rentável, pois possibilita maximizar potencial produtivo dos animais e conseqüentemente a redução das despesas com a alimentação, no entanto, confronta com a necessidade de manter a qualidade do leite, sendo necessário o melhor ajuste da quantidade ingerida que proporcione maior retorno econômico.

Portanto, objetivou-se com esse trabalho avaliar a composição física química e o perfil de ácidos graxos do leite de vacas F1 Holandês x Zebu, em diferentes períodos de lactação, recebendo diferentes níveis de fornecimento da dieta, em porcentagem do peso corporal.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Panorama da Produção de Leite

A pecuária leiteira e a agroindústria láctea são importantes segmentos no agronegócio mundial. Aproximadamente 150 milhões de famílias em todo o mundo estão envolvidos na produção de leite. Na maioria dos países em desenvolvimento, o leite é produzido por pequenos agricultores, e a produção de leite contribui para a subsistência do agregado familiar, segurança alimentar e nutricional. O leite fornece retorno relativamente rápido para os produtores de pequena escala e é uma importante fonte de renda apresentando, portanto, importante papel social (FAO, 2010).

Nas últimas três décadas, a produção mundial de leite aumentou em mais de 50%, passando de 500 milhões de toneladas em 1983 para 769 milhões de toneladas em 2013 (IBGE, 2015). De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (United States Department of Agriculture - USDA), o Brasil ocupou a 5ª posição no ranking mundial de produção de leite em 2014, atrás da União Europeia, Índia, Estados Unidos e China.

A exploração da atividade leiteira é importante para as regiões onde é desenvolvida, desempenha papel significativo no desenvolvimento econômico e social do país, pois exerce forte influência sobre outros segmentos da própria cadeia, como o de insumos agropecuários e o industrial, além de sua estrutura caracterizada por pequenas propriedades de base familiar, reduz as pressões sociais nas áreas urbanas e contribui para a minimização do desemprego e da exclusão social com a fixação do homem no campo. (DALCIN, 2009; SOUZA *et al.*, 2010; CÔNSOLI e NEVES, 2006).

Minas Gerais é o principal Estado produtor de leite no Brasil, respondendo por 26% do total de leite produzido, seguido por Rio Grande do Sul, com 15 %, e Paraná, com 12 %. Minas Gerais aumentou a sua produção em 14,5 % em 2014, em comparação ao ano anterior. A Região Sul, pela primeira vez na série de dados, foi à região com maior produção do país. Em 2014, foi responsável por 34,7% da

produção nacional, enquanto a região Sudeste produziu 34,6% do total (IBGE, 2015).

Uma das alternativas para melhorar a produtividade dos sistemas tem-se utilizado em larga escala o cruzamento de raças zebuínas, que apresentam excelente adaptação às condições tropicais, com raças de origem europeia, especializadas para produção de leite (FACÓ *et al.*, 2002). As raças taurinas apresentam maior diversidade genética para produção de leite que são os atributos de interesse, porém, não são adaptados às condições tropicais. A capacidade de adaptação ao ambiente tropical diminui com o aumento do grau de sangue taurino. Animais F1 apresentam melhor desempenho em relação às médias das características desejadas devido à heterose (ABEYGUNAWARDENA e DEMATAWEWA, 2004; ALENCAR e BARBOSA, 2009).

A introdução de sangue Zebu contribui para a elevação do teor de gordura do leite e, também, para a melhoria da rusticidade o que possibilita maiores variações no ambiente e nos sistemas de manejo e sua criação é economicamente viável apresentando baixo custo quando compara a sistemas com utilização de animais puros (GUIMARÃES *et al.*, 2002; VASCONCELOS *et al.*, 2003).

Paulino *et al.* (1999) confirmam esses resultados ao verificar em estudo maiores teores de gordura corporal em zebuínos em relação a mestiços leiteiros, em decorrência da seleção natural, que leva alguns ruminantes a armazenarem, nos períodos de abundância e de melhor qualidade dos pastos, reserva corporal para manutenção nas épocas de escassez alimentar, apresentando maior probabilidade de sobrevivência que animais menos adaptados. Dados de estudos publicados registram médias de produção de leite total em vacas mestiças (Zebu x Holandês) que variaram de 2.075 litros a 3.810 litros por lactação (CARVALHO *et al.*, 2001; GUIMARÃES *et al.*, 2002).

A estimativa da população brasileira, para 2026, é de 219 milhões de pessoas, segundo informações disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Para abastecer o mercado interno, a produção deverá ser de 37 bilhões de litros, mantendo o mesmo nível de consumo atual, que é de cerca de 170 litros de

leite/habitante/ano. Para atender à demanda de produção de leite estimada há necessidade de melhorar a qualidade genética dos animais, com a rápida multiplicação de material genético superior e adaptado às condições do país, além de melhorias no manejo como um todo (VIANA *et al.*, 2007).

2.2 Composição e característica do leite

De acordo a Instrução Normativa nº 62, Regulamento de Identidade e Qualidade de Leite Cru, “entende-se por leite, sem outra especificação, o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas” (BRASIL, 2011). Sob o ponto de vista físico-químico, o “Leite é uma emulsão natural perfeita, na qual os glóbulos de gordura estão mantidos em suspensão, em um líquido salino adocicado, devido à presença de substâncias proteicas e minerais em estado coloidal” (ABREU, 2005).

Na IN 62 (BRASIL, 2011) está estabelecido que o leite cru refrigerado deve apresentar os teores mínimos de gordura, proteína e sólidos totais de 3,0, 2,9 e 11,4%, respectivamente. A água é o componente mais abundante no qual se encontram em solução os demais compostos. Os termos sólidos totais (ST) ou extrato seco total (EST) englobam todos os componentes do leite, exceto a água (PACHECO, 2011).

O conhecimento da composição do leite é essencial para a determinação de sua qualidade nutricional, pois define diversas propriedades organolépticas e industriais (NORO *et al.* 2006). A composição do leite é fator determinante para o processamento de seus subprodutos como queijo, manteiga, iogurte, entre outros produtos lácteos (GLANTZ *et al.* 2009). Os parâmetros de qualidade são utilizados como ferramenta nas práticas de manejo para identificação de falhas, utilizado cada vez mais como parâmetro na valorização da matéria prima (DÜRR, 2004). Monardes (1998) relata que os principais parâmetros utilizados pela maioria dos programas de qualidade industrial do leite são os conteúdos de gordura, proteína, sólidos totais e a contagem de células somáticas.

A produção e a composição do leite de vaca são influenciadas por diferentes fatores, ligados ao indivíduo, tais como espécie, raça, idade, estágio de lactação, número de lactações, fatores ambientais, como temperatura, umidade, radiação solar, fatores fisiológicos e patológicos, como porção da ordenha, existência de mastite, fatores nutricionais e relacionados ao manejo, como intervalo entre ordenhas, persistência de lactação, relação volumoso:concentrado da dieta (MILANI, 2011). A modificação na concentração de sólidos totais é explicada devido à variação genética (55%) e ambiental (45%) (GRANT, 1993).

A gordura do leite é constituída primariamente por triacilgliceróis sendo originada dos lipídios sintetizados na glândula mamária (40 a 50%) e dos ácidos graxos pré-formados absorvidos da corrente sanguínea. Aproximadamente 10% dos AG circulantes têm origem na mobilização dos lipídios corpóreos, enquanto o restante é de origem dietética (DEMEYER e DOREAU, 1999).

A redução do teor de gordura no leite tem relação com situações onde ocorrem anormalidades na fermentação ruminal devido menor proporção de fibra efetiva, excesso de concentrado ou excesso de ácidos poliinsaturados da dieta. Isto causa prejuízo na síntese de ácidos graxos com menos de 16 carbonos (síntese de novo), a qual tem o acetato como principal precursor, conseqüentemente, reduz o teor de gordura no leite (NRC, 2001). A teoria mais aceita para a síndrome da baixa gordura do leite é a causa da inibição direta da síntese de lipídeos por certos ácidos graxos formados no rúmen. Um destes ácidos é o ácido linoleico conjugado (CLA) trans-10 cis-12, este pode causar a inibição da atividade das enzimas lipogênicas acetil CoA carboxilase e ácido graxo sintetase (PIPEROVA *et al.*, 2000; HAYASCHI *et al.*, 2002).

A fase da lactação, o balanço energético, o nível de alimentação, a proporção de concentrado, o pH do rúmen e a utilização de tampões e ionóforos são fatores que influenciam o perfil da gordura do leite (PALMQUIST *et al.*, 1993). A mobilização de tecidos corporais no período inicial de lactação consiste em uma fonte alternativa de energia de vacas leiteiras para suprir a demanda energética de manutenção e a produção que não foi atendida pela dieta (WALTNER *et al.*, 1993).

Avaliando vacas a pasto de diferentes grupamentos genéticos, Prendiville *et al.* (2011) encontraram maior percentagem de gordura ao longo da lactação no leite em vacas da raça Jersey, percentagem de gordura intermediária para vacas Holandês x Jersey e menor percentagem de gordura para vacas da raça Holandesa.

As proteínas representam entre 3 e 4% dos sólidos encontrados no leite. A concentração de proteína no leite apresenta menor variação 1 (0,1-0,2%) que a de gordura (KNIGHT *et al.*, 1994) e as proteínas do leite podem ser separadas em dois grandes grupos: as caseínas e as proteínas do soro. A caseína é definida como a parte que sofre precipitação a um pH igual 4,6, sendo as que não sofrem este tipo de precipitação coletivamente denominadas proteínas do soro (MEPHAN *et al.*, 1992).

Além do elevado valor nutritivo, as proteínas do leite conferem aos produtos formulados melhor aparência e melhores características sensoriais, em virtude de suas propriedades funcionais, destacando-se a solubilidade e dispersibilidade, a opacidade, a capacidade de ligação e retenção de gordura, retenção de água, emulsificação, viscosidade, estabilidade térmica e formação de filmes, entre outras (CHEN, 1995; LAWSON, 1994).

A maior parte das proteínas do leite é sintetizada na glândula mamária, com exceção das imunoglobulinas e da albumina bovina, pré-formadas no sangue e transferidas para o leite (HARDING, 1995). No leite bovino, a proteína verdadeira constitui 95,1% do nitrogênio total, sendo que maior parte do nitrogênio não proteico (NNP) é ureia.

Segundo Santos *et al.* (2013), a proteína também apresenta variação significativa, porém, menor que a gordura, influenciada pela sazonalidade, quando as pastagens apresentam baixa qualidade não atendendo as exigências para a produção de leite com alto teor de proteína, principalmente em sistemas extensivos de produção de leite. Neste sistema, os animais ficam mais dependentes do pastejo, que associado à falta de volumoso de qualidade e baixa suplementação proteica, fazem com que o teor de proteína diminua em razão da baixa fermentação microbiana (REIS, 2004).

Fruscalso *et al.* (2006) em estudo com vacas holandesas, não observaram alteração no teor de proteína do leite dos animais durante a restrição alimentar em

animais confinados e a pasto. Por outro lado, Zanela *et al.* (2006) relataram redução no teor de proteína total, provocada por restrição na alimentação oferecida.

A composição proteica do leite é influenciada de diversos fatores ambientais como a raça, alimentação, manejo e doenças (NG-KWAI-HANG *et al.*, 1982), seguidos de estação do ano, estagio da lactação e idade da vaca.

Além do tipo de alimento, aceitabilidade, e níveis de oferta do mesmo pode afetar a composição do leite. Freitas Júnior *et al.* (2010) observaram redução na proteína com a oferta de uma dieta baseada em soja crua para vacas em lactação devido a menor utilização de nutrientes e redução da digestibilidade da matéria seca. Auld *et al.* (2000) compararam vacas Holandesas em pastejo *ad libitum* (oferta > 45 kg MS/vaca/dia) com vacas em pastejo restrito (oferta < 18 kg/MS/vaca/dia). Animais pastejando *ad libitum* tiveram maior porcentagem de proteína e caseína no leite. O resultado foi justificado pelo maior consumo de matéria seca e energia, propiciando economia de aminoácidos que seriam utilizados na gliconeogênese, para a síntese da proteína do leite.

A proteína é valorizada pela indústria do leite devido, em grande parte, ao crescente aumento de consumo de queijos, uma vez que o teor de proteína é um dos fatores que apresentam maior correlação com o rendimento industrial para a fabricação de queijos (SANTOS e FONSECA, 2007).

O período de lactação influencia a produção de proteína dos animais, sendo que se registram menores concentrações de proteínas durante os três primeiros meses de lactação, aumentando progressivamente na medida em que a lactação evolui. Segundo Ribas *et al.* (2001), a porcentagem de proteína é contrária à produção de leite, com as menores porcentagens de proteína entre 45 e 54 dias de lactação.

Entre os três principais componentes do leite, a lactose parece ser aquela que menos altera as modificações alimentares. Sua concentração no leite, de modo geral, permanece constante, em média, 5%. A lactose é o principal glicídio do leite. Apresenta papel importante na síntese do leite, como principal fator osmótico, atraindo água para as células epiteliais mamárias. Devido a essa estreita relação entre a síntese de lactose, a quantidade de água drenada para o leite é o componente que menos apresenta variação (GONZÁLEZ, 2001).

Verneque *et al.* (2006), trabalhando com rebanhos puros da raça Holandesa, Gir ou Guzerá e seus mestiços, avaliaram as variações na produção de leite e nos teores de gordura, de proteína, de lactose e de sólidos totais de leite. E os rebanhos da raça Holandesa, no geral, apresentaram menores médias para praticamente todos os constituintes do leite. Entretanto, à medida que aumentou a composição genética zebuína, observou-se aumento de elementos sólidos no leite. Estes autores concluíram que maiores teores dos constituintes sólidos do leite podem ser obtidos pelo uso de animais mais azebuados.

Os efeitos da restrição alimentar interferem na composição do leite e pode variar de acordo com o estágio de lactação, magnitude e duração da restrição. Para vacas com 162 dias em lactação, restrição de 30% na oferta de matéria seca (MS) durante 21 dias diminuem a produção de leite, gordura e proteína em 12,0, 18,0 e 18,5%, respectivamente (GUINARD-FLAMENT *et al.*, 2007). Da mesma forma, Burk *et al.* (2010) observaram que a restrição alimentar de 44% de MS durante 14 dias reduziu a produção de leite, gordura e proteína em 25,6, 31,6 e 33,3%, respectivamente, para vacas com mais de 28 dias em lactação.

2.3 Perfil dos ácidos graxos da gordura do leite

Os lipídios ou gorduras são compostos de ácidos graxos pertencentes, em grande número, a dois grupos: o dos ácidos graxos insaturados e dos ácidos graxos saturados. O estado de saturação ou não-saturação é uma importante característica química e nutricional (FRANCO, 2001). Os ácidos graxos saturados são resultantes do processo da síntese de novo que ocorre na glândula mamária (LANIER e CORL, 2015). Esses ácidos graxos são precursores das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), que têm sido associados à elevação dos níveis de colesterol e ao risco de doenças cardíacas (FERNANDES *et al.*, 2008).

Os principais ácidos graxos do leite são: C14:0-mirístico (11%), C16:0-palmítico (26%), C18:0-esteárico (10%), C18:1-oleico (20%), que são os ácidos graxos de cadeia média e longa. Apenas 11% dos ácidos graxos são de cadeia curta,

quais sejam: C4: 0-butírico, C6:0- caproico, C8:0-caprílico e C10:0-cáprico (ABREU, 2005).

Os ingredientes da dieta contribuem de forma variada na quantidade e composição de ácidos graxos ingeridos. Os ácidos graxos insaturados principalmente os poli-insaturados, são convertidos pelas bactérias ruminais em ácidos graxos saturados, que são considerados inertes para o ambiente ruminal (BOERMAN E LOCK, 2014). Através do processo de biohidrogenação onde dentro do ambiente ruminal, os lipídios da dieta são extensivamente metabolizados através do processo de lipólise, os lipídios sofrem ação de lipases microbianas (PALMQUIST *et al.*, 2005). Estas enzimas têm capacidade de hidrolisar as ligações do tipo “éster” e liberarem ácidos graxos livres (LOURENÇO *et al.*, 2010).

A manipulação deste processo por alterações na dieta pode influenciar a síntese de ácidos graxos benéficos à saúde humana. Atualmente, existe grande demanda dos consumidores por alimentos saudáveis, com baixos teores de gordura saturada e, preferencialmente, com fatores que atuem na promoção de efeitos fisiológicos benéficos à saúde, tais como aumento dos ácidos graxos de cadeia longa, mono e poli-insaturados que contribuem com o aumento do colesterol sanguíneo de alta densidade (HDL), contribuindo com a redução da incidência de doenças cardiovasculares (SANTOS *et al.*, 2013; PELLEGRINI *et al.*, 2012).

Onetti e Grummer (2004), trabalhando com a utilização de silagem de milho como volumoso, observaram mudanças na população bacteriana no rúmen, favorecendo o processo de biohidrogenação que causa a formação de CLA (*trans*-10, *cis*-12), reduzindo a síntese de gordura do leite (BAUMMAN e GRINARI, 2001). Além disso, alta proporção de silagem de milho na dieta diminui no rúmen a proporção molar de acetato e reduz a de propionato quando comparadas a dietas ricas em silagem de alfafa, ou dietas com proporções iguais das duas forragens (DHIMAN e SATTER, 1997; ONETTI *et al.*, 2001).

A redução do desempenho animal devido à menor quantidade de fibra na dieta é descrita através de uma série de eventos que se iniciam pela redução da atividade mastigatória, o que leva a menor secreção de saliva, o que favorece a redução do pH ruminal, alteração do padrão de fermentação, redução da relação

acetato:propionato, que em última análise, altera o metabolismo animal, com redução do teor de gordura do leite (CARVALHO *et al.*, 2001). Croissant *et al.* (2007), em estudo comparando dois grupos de vacas, um alimentado com 60% de pastagem e o restante com uma suplementação de milho e caroço de algodão e outro com uma ração total composta de silagem de milho, feno de alfafa milho moído e farelo de soja, encontraram maiores concentrações de carotenos, especialmente de β -caroteno, acarretando em uma cor mais amarela do leite, 60% mais CLA e uma menor razão entre gordura insaturada/saturada no leite de vacas a pasto, sem diferenças no percentual de gordura entre os tratamentos.

A fase da lactação, o balanço energético, o nível de alimentação, a proporção de concentrado, o pH do rúmen e a utilização de tampões e ionóforos são fatores que influenciam o perfil da gordura do leite (PALMQUIST *et al.*, 1993). A mobilização de tecidos corporais no período inicial de lactação consiste em uma fonte alternativa de energia de vacas leiteiras para suprir a demanda energética de manutenção e a produção que não foi atendida pela dieta (WALTNER *et al.*, 1993)

Os ruminantes têm a capacidade de se adaptarem a certos períodos de subnutrição, pois reduzem as necessidades de manutenção por meio da diminuição da taxa de metabolismo basal (LIMA *et al.*, 2011). A restrição dos alimentos desencadeia a mobilização rápida dos tecidos do corpo para suprir a demanda energética de manutenção, bem como atividades produtivas e reprodutivas do animal (SCHÜTZ *et al.*, 2013). Este período é caracterizado por alterações de curto prazo que mobilizam nutrientes armazenados para manter a disponibilidade de substratos energéticos para tecidos metabolicamente ativos, causando alterações metabólicas e adaptativas do corpo. Burke *et al.* (2010) concluíram que a restrição alimentar por períodos mais curtos, mas com alta severidade, afeta negativamente a produção de leite com diminuição da porcentagem de gordura e proteína do leite após o quinto dia de restrição.

Nogalski *et al.* (2012), avaliando o perfil de ácidos graxos do leite de vacas holandesas no período de seca e início da lactação, observaram que a taxa de mobilização de reservas de energia do corpo teve um efeito significativo do perfil de ácidos graxos da gordura do leite durante os dois primeiros meses de lactação. A

gordura do leite no grupo de vacas com baixa perda de condição corporal teve uma proporção significativamente maior de ácidos graxos de cadeia curta e ácidos graxos de cadeia média, e uma menor proporção de ácidos graxos de cadeia longa, em comparação com a gordura do leite dos grupos de alta e moderada perda de condição corporal.

2.4 Nível de oferta de alimentos sobre a qualidade do leite

O conhecimento da composição dos alimentos e das exigências nutricionais dos animais possibilita o balanceamento de dietas para os diferentes níveis de produção, de forma a proporcionar maior aproveitamento de nutrientes pelo animal sem existir o desperdício de alimentos (TEIXEIRA *et al.*, 2011). Nesse sentido, é necessário investigar respostas produtivas de animais das diferentes raças ao suprimento de nutrientes a fim de elaborar recomendações mais precisas e seguras da utilização de nutrientes. Portanto, o bom manejo nutricional é importante para que os animais expressem seu potencial, maximizando a resposta produtiva para o uso eficiente de nutrientes (LANA, 2007).

De acordo Van Soest (1994), a estrutura e composição dos conteúdos ruminais são fortemente influenciadas pela dieta. As dietas contendo elevadas proporções de concentrado promovem maior produção de leite, porém com um teor de gordura mais baixo (PEREIRA *et al.*, 2005). A justificativa tradicionalmente empregada para explicar a relação entre excesso de concentrado e o baixo teor de gordura centraliza-se na alteração da proporção de ácidos graxos produzidos no rúmen. O aumento no fornecimento de concentrado eleva a produção do ácido propiônico e láctico acarretando na redução do pH ruminal. Costa *et al.* (2005) relatam que uma maior participação de concentrado à dieta pode influenciar os valores de pH e, sobretudo afetar a relação acetato:propionato, diminuindo esta relação e, assim, podendo reduzir o teor de gordura do leite.

Segundo Alves Filho (2005), o consumo em níveis adequado de volumoso garante um teor normal de gordura no leite, pois com a fermentação da fibra no

rúmen são produzidos os ácidos acético e butírico, a partir dos quais é formada no úbere, aproximadamente, 50% da gordura do leite.

Experimentos têm sido realizados para avaliar os efeitos dos níveis da dieta sobre a constituição do leite. Acosta *et al.* (2002) ofertaram três níveis de pasto (8, 14 e 20 kg MS/dia) e três níveis de concentrado (0, 3 e 6 kg MS/dia). A suplementação com 6 kg de concentrado aumentou em 0,09% a proteína e reduziu em 0,18% a gordura do leite. Lacy-Hulbert *et al.* (1999) avaliaram a composição do leite de vacas em pastejo, no terço final da lactação, com oferta de 8 ou 16 kg MS/vaca/dia. Com exceção da lactose e do potássio que diminuíram todos os demais constituintes analisados (proteína, gordura, proteína verdadeira, soro proteínas, caseínas, imunoglobulinas, albumina do soro bovino, sódio e cálcio) aumentaram no leite das vacas com menor oferta de pasto. Segundo os autores, o aumento ocorreu pela concentração, em virtude da redução em 36% no volume de leite produzido.

Em estudo, Silva *et al.* (2009) avaliaram o efeito de níveis de concentrado (0, 1, 3 e 5 kg/vaca/dia) e dois de PB (11 e 13% na MS da dieta) na dieta de vacas leiteiras sob pastejo e relataram efeito substitutivo, no qual o consumo diário de capim elefante diminuiu com o aumento do nível de concentrado na dieta, variando de 2,7 a 2,1% do peso vivo. Também foi observado aumento para o consumo de PB quando foram elevados os níveis de concentrado e de PB, em decorrência do maior teor deste nutriente na dieta, assim como a produção de leite (normal e corrigida para 3,5% de gordura) também foi aumentada somente com os níveis de concentrado, com eficiência de apenas 0,32 kg de leite/kg de concentrado.

Arias e Alonso (1997) afirmam que excessos de PB na dieta estão relacionados a menores produções de leite, a altos níveis de nitrogênio ureico no leite e ao maior custo de alimentação. Resultados obtidos por Teixeira *et al.* (2010) mostram que a utilização de maiores níveis de concentrado e PB promovem maiores ingestões de nutrientes e de matéria seca total, porém, não proporcionam produção de leite mais elevada. Já Pereira *et al.* (2005) realizaram trabalho com níveis crescentes de PB de 12,7; 14,1; 15,5 e 16,9% na MS, para vacas no terço inicial da lactação, alimentadas com silagem de milho e concentrado à base de fubá de milho e

farelo de soja, e não observaram alterações na produção e na composição do leite em função dos níveis de PB da dieta.

De acordo com Costa *et al.* (2011), o fornecimento de quantidades fixas de concentrado pode levar a prejuízos, especialmente em vacas de alta produção, devido ao não suprimento das necessidades nutricionais e consequente inibição da expressão do potencial genético. Por outro lado, em animais de baixa produção pode ocorrer superalimentação e problemas reprodutivos devido ao acúmulo de gordura ovariana. Assim, o oferecimento de concentrado para vacas deve ser feita de forma individual e baseado na produção diária de leite e na qualidade do capim ingerido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEYGUNAWARDENA, H.; DEMATAWEWA, C.M.B. Pre-pubertal and postpartum anestrus in tropical Zebu cattle. **Animal Reproduction Science**, v.82/83, p.373-387, 2004.

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

ACOSTA, Y. M. *et al.* Calidad de leche: alimentación y rendimiento de sólidos. *In: JORNADA DE LECHERÍA*. Estanzuela, Uruguay: INIA, 2002. p. 46-57. (Serie Actividades de Difusión, 287).

AGENÄS, S.; DAHLBORN, K.; HOLTENIUS, K. Changes in metabolism and milk production during and after feed deprivation in primiparous cows selected for different milk fat content. **Livestock Production Science**, v.83, p.153-164, 2003.

ALENCAR M.M.; BARBOSA, P. F. **Melhoramento genético de gado de corte no brasil**. Embrapa, 2009. Disponível em: Acesso em: 10 de Dez. 2016.

ALVES FILHO, D. C. **Manipulação da composição da gordura do leite**. Porto Alegre: UFRGS, 2005. Disponível em: http://www6.ufrgs.br/bioquimica/posgrad/BTA/gordura_leite.pdf. Acesso em: 5 de dez. 2016.

ARIAS, J.; ALONSO, A. N. Importância dos níveis de nitrogênio ureico no leite e no sangue de vacas leiteiras. **Latin América Animal Science Meeting**, p.73-84, 1997.

AULDIST, M. J. *et al.* Effects of pasture allowance on the yield and composition of milk from cows of different β -lactoglobulin phenotypes. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 83, n. 9, p. 2069-2074, 2000.

BERRY, B. Milk protein content - Maintaining a satisfactory level. **Ontário Milk Producer**, August, p.20-23, 1985

BOERMAN, J. P. E.; LOCK, A. L. Effect of unsaturated fatty acids and triglycerides from soybeans on milk fat synthesis and biohydrogenation intermediates in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 11, 7031-7042p, 2014.

BOSA, R. *et al.* Consumo e digestibilidade aparente de dietas com diferentes níveis de inclusão de torta de coco para alimentação de ovinos. **Acta Scientia-rum. Animal Sciences**, Maringá, v. 34, n. 1, p. 57 62. 2012.

BURKE, C. R. *et al.* Effects of an acute feed restriction at the onset of the seasonal breeding period on reproductive performance and milk production in pasture-grazed dairy cows, **Journal of Dairy Science**, v. 93, 1116- 1125pp, 2010.

CARDOSO, M. **Percepção das empresas de lácteos sobre programas de pagamento por qualidade do leite e evolução dos indicadores de qualidade higiênico-sanitário.** 2012. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

CARNEIRO, T. S. *et al.* Caracterização e eficiência produtiva de rebanhos bovinos leiteiros participantes do programa INFOLEITE no Baixo Parnaíba, Piauí. **Revista Científica de Produção Animal**, v.8, n.2, 2006.

CARVALHO, G. *et al.* Fatores de ajustamento da produção de leite, de gordura e de proteína para idade em bovinos mestiços Europeu – Zebu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, MG, v. 53, n. 6, p. 714-719, 2001.

CARVALHO, S. *et al.* Comportamento ingestivo de cabras alpina em lactação submetidas a dietas com diferentes níveis de fibra em detergente neutro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. (CD-ROM).

CASTRO, T.; MANSO, T.; JIMENO, V.; DEL ALAMO, M.; MANTECÓN, A.R. Effects of dietary sources of vegetable fats on performance of dairy ewes and conjugated linoleic acid (CLA) in milk. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 84, p. 47-53, 2009.

CHEN, H. Functional properties and applications of edible films made of milk proteins. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n. 11, p. 2563-2583, 1995.

CÔNSOLI, M. A.; NEVES, M. F. **Estratégias para o leite no Brasil.** São Paulo: Atlas, 2006.

COSTA, L. T. *et al.* Análise econômica da adição de níveis crescentes de concentrado em dietas para vacas leiteiras mestiças alimentadas com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1155-1162, 2011.

COSTA, M. G. *et al.* Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2437-2445, 2005. Supl.

CROISSANT, A. E. *et al.* Chemical properties and consumer perception of fluid milk from conventional and pasture-based production systems. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.11, p.4942-4953, 2007.

DALCIN, D. *et al.* A atividade leiteira no contexto da agricultura familiar: um estudo de caso. Apresentação oral – Agricultura familiar e ruralidade. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. **Anais eletrônicos...** Porto Alegre: SOBER. Disponível em: <www.sober.org.br/palestra/13/809.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2016.

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.

DHIMAN, T. R.; SATTER, L. D. Yield response of dairy cows fed different proportions of alfalfa silage and corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 2069-2087, 1997.

DRAGER, C. D. *et al.* Effects of feed intake restriction on performance and carcass characteristics of finishing beef steers. **Professional Animal Science**, v. 20, p. 255-261, 2005.

DÜRR, J.W. **Programa nacional de melhoria da qualidade do leite: uma oportunidade única.** In: DÜRR, J.W.; CARVALHO, M.P.; SANTOS, M.V. (Eds.). O compromisso com a qualidade do leite no Brasil. Passo Fundo, RS: Editora Passo Fundo, p.38-55, 2004.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. Disponível em:<<http://www.usda.gov>>. Acesso em: 14 dez. 2016.

FACÓ, O. *et al.* Análise do Desempenho Produtivo de Diversos Grupos Genéticos Holandês x Gir no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 1944-1952, 2002.

FERNANDES, M. F. *et al.* Características físico-químicas e perfil lipídico do leite de cabras mestiças Moxotó alimentadas com dietas suplementadas com óleo de semente de algodão ou de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.703-710, 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. FAO. Homepage da FAO, 2010. Disponível em: <www.fao.org>. Acesso em: 02 jan.2017.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos.** 9.ed. São Paulo: Atheneu, 307p., 2001.

FREITAS JÚNIOR, J. E. *et al.* Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras suplementadas com diferentes fontes de gordura. **Ciências Rural**, v.40, p.950-956, 2010.

FRUSCALSO, V. **Influência da oferta da dieta, ordem e estágio de lactação sobre as propriedades físico-químicas e microbiológicas do leite bovino e a ocorrência do Leite Instável Não Ácido**. Porto Alegre, 2007. 134p. Dissertação (Mestrado)– Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

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

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

GRANT, R.J. **Feeding to maximize milk solids**. Agricultural publication G3110-revisado em outubro 1993. University of Nebraska – Lincoln. Disponível em Acesso em: 06 dez. 2016.

GUIMARÃES, J. D. *et al.* Eficiências reprodutiva e produtiva em vacas das raças Gir, Holandês e cruzadas Holandês x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 641- 647, 2002.

GUINARD FLAMEND, J. *et al.* Adaptations of mammary uptake and nutrient use to one daily milking and feed restriction in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.5062-5072, 2007.

HAYASCHI, A.A. *et al.* Effect of conjugated linolenic acid (CLA) on milk fatty acid profiles and activities of lipogenic enzymes in the mammary gland, liver and adipose tissue of lactating rats. **Journal of Dairy Science**, v.85, Suppl.1, p.10, 2002.

IBGE. Instituto brasileiro de geografia e estatística. 2016. **Banco de dados**. Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br> >. Acesso em: 16 set. 2016.

KNIGHT C. H. *et al.* Nutrient metabolism and utilization in the mammary gland. **Livestock Production Science**. v. n39, p129-137, 1994.

LANA, R.P. **Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades)**. 2.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 344p., 2007.

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.

LAWSON, M. A. Milk proteins as food ingredients. **Food Technology**, v.48, n.10, p. 101, 1994.

LIMA, A.S. *et al.* Bovinos submetidos a dietas deficientes em energia por longo período: desempenho animal e sua relação com os teores de T3 e IGF-1. Brazilian

Journal of Veterinary Research and Animal Science. São Paulo, v. 48, n. 1, p. 19-26, 2011.

MATOS, L.L. Do pasto ao leite com tecnologia. *In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO DE GADO DE LEITE, 2., 2001, Belo Horizonte. Anais...* Belo Horizonte: R. B. Reis *et al.* p.50 -65, 2001.

MEPHAN, T. B. *et al.* Biosynthesis of milk protein. *In: Fox, P.F. (Ed.). Advanced dairy chemistry – Proteins. London, Elsevier Applied Science, v.1, p. 457-491, 1992.*

MILANI, M. P. **Qualidade do leite em diferentes sistemas de produção, anos e estações climáticas no Noroeste do Rio Grande do Sul.** 2011. 67 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2011.

MONARDES, H. Programa de pagamento de leite por qualidade em Quebec, Canadá. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE, 1., 1998, Curitiba. Anais...* Curitiba: Universidade Federal do Paraná p.40-43, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7. rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

NG-KWAI-HANG, K.F. *et al* Environmental influences on protein content and composition of bovine milk. **Journal of Dairy Science.** v.65, p. 1993-1998, 1982.

NOGALSKI, Z., M. *et al.* The effect of body energy reserve mobilization on the fatty acid profile of milk in high-yielding cows. **Journal of Animal Sciences,** v. 25, p.1712-1720, 2012.

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

ONETTI, S. G. *et al.* Effect of type and level of dietary fat on rumen fermentation and performance of dairy cows fed corn silage-based diets. **Journal of Dairy Science,** v. 84, p. 2751-2759, 2001.

PACHECO, M. S. **Leite cru refrigerado do agreste pernambucano: caracterização da qualidade e do sistema de produção.** 2011. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

PALMQUIST, D. L. *et al.* Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants and humans. **Adv. Food & Nutrition Research,** v. 50, p. 179 -217, 2005.

PALMQUIST, D. L. *et al.* Feed and animal factors influencing milk fat composition. **Journal of Dairy Science,** v.76, p.1753-1771, 1993.

PAULINO, M. F. *et al.* Composição corporal e exigências de energia e proteína para ganho de peso de bovinos de quatro raças zebuínas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.28, n.3, p.627-63, 1999.

PELEGRINI, L.G. *et al.* Características físico químicas e cor instrumental de ricota fresca de leite de cabra. **Revista Synergismus Scientifica UFTPR**. v.7, n.1, 2012.

PEREIRA, M. L. A. *et al.* Consumo, digestibilidade aparente total, produção e composição do leite em vacas no terço inicial da lactação alimentadas com níveis crescentes de proteína bruta no concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.1029-1039, 2005.

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

PRENDIVILLE, R. *et al.* Animal performance and production efficiencies of Holstein-Friesian, Jersey and Jersey ?? Holstein-Friesian cows throughout lactation. **Livestock Science**, v. 138, n. 1-3, p. 25–33, 2011.

REIS, R. B. *et al.* Manipulação da composição do leite pela nutrição da vaca. In: SIMPÓSIO DO AGRONEGÓCIO DO LEITE: PRODUÇÃO E QUALIDADE (CD-ROM), 1., 2004, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2004.

RESTLE, J. *et al.* Grupo genético e nível nutricional pós-parto na produção e composição do leite de vacas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.585-597, 2003.

RESTLE, J. *et al.* Grupo genético e nível nutricional pós-parto na produção e composição do leite de vacas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.585-597, 2003.

RIBAS, N. P. *et al.* Produção diária de leite, porcentagens de gordura e proteína em vacas da raça Holandesa no Estado do Paraná. **Revista Batavo**, v.8, p.26-33, 2001.

RUAS, J. R. M. *et al.* Cruzamento Holandês x Zebu para produção de vacas leiteiras. In: ENCONTRO DE ZOOTECNISTAS DO NORTE DE MINAS GERAIS, 6., 2010, Montes Claros. **Anais...** Montes Claros, 2010. p.153- 174.

SANTOS, M. V. *et al.* **Estratégias para o controle da mastite e melhoria da qualidade do leite**. Editora Manole: Barueri, SP, 2007. 314p.

SANTOS, T. M. F. *et al.* Teores de gordura e proteína do leite cru refrigerado individual e comunitário de propriedades rurais do Vale do Rio Doce (MG). In: Simpósio de Produção Acadêmica. **Anais...** Viçosa, v. 5, n.1, 2013.

SILVA, C. V. *et al.* Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e desempenho de vacas leiteiras em pastejo com dietas com diversos níveis de concentrado e proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1372-1380, 2009.

TEIXEIRA, R. M. A. *et al.* Desempenho produtivo de vacas da raça Gir leiteira em confinamento alimentadas com níveis de concentrado e proteína bruta nas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2527-2534, 2010.

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

VASCONCELOS, J. L. M. *et al.* Acute reduction in serum progesterone concentrations after feed intake in dairy cows. **Theriogenology**, v.60, p.795-807, 2003.

VERNEQUE, R. S. *et al.* **Seleção para objetivos econômicos em gado de leite**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 152p., 2006.

VIANA, J. H. M. *et al.* **Desenvolvimento de embriões produzidos in vitro da raça Gir e Holandesa criadas em clima tropical**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. 16p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 22).

WALTNER, S. S. *et al.* Relationships of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.11, p.3410-3419, 1993.

ZANELA, M. B. *et al.* Leite instável não ácido e composição do leite de vacas Jersey sob restrição alimentar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.835-840, 2006.

**CAPITULO I - QUALIDADE DO LEITE DE VACAS F1 HOLANDÊS/ZEBU
ALIMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE FORNECIMENTO DA
DIETA**

RESUMO

SILVA, Deiyse Alves. **Qualidade do leite de vacas F1 Holandês/Zebu alimentadas com diferentes níveis de fornecimento da dieta.** 2017. 44 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.³

Objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes níveis de fornecimento da dieta para vacas F1 Holandês/Zebu sobre a composição química e perfil de ácidos graxos do leite. Foram utilizadas sessenta vacas em lactação. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 3, com 5 níveis de oferta da dieta e 3 períodos de lactação. Os níveis de oferta da dieta foram: dieta fornecida à vontade e dietas fornecidas em, 2,75; 2,5; 2,25; 2,0% do peso corporal. Os valores médios dos dias de lactação em cada período experimental foram: 1º período ($50,0 \pm 12,80$ dias); 2º período ($111,5 \pm 11,75$ dias); 3º período ($183,0 \pm 17,5$ dias). Foram utilizadas 20 vacas por período experimental, sendo 4 vacas por tratamento. O experimento foi dividido em três períodos de 21 dias, com 16 dias de adaptação e 5 dias de coletas. As amostras de leite de cada vaca foram analisadas quanto à composição química, contagem de células somáticas e perfil de ácidos graxos do leite. Os diferentes níveis de oferta da dieta em relação à porcentagem do peso vivo não influenciaram a produção de leite corrigida a 3,5 % de gordura. Para os períodos de lactação, os animais apresentaram maior produção de leite no primeiro período de lactação ($13,27 \text{ kg}^{-1}$). Não houve efeito dos níveis de oferta da dieta, em diferentes períodos de lactação, para teor de gordura (3,34%), proteína (3,41%), lactose (4,60%), sólidos totais (12,0%), extrato seco desengordurado (8,80%), nitrogênio urético ($14,5 \text{ mg dL}^{-1}$) e contagem de células somáticas ($89,98 \text{ mil mL}^{-1}$). Diminuiu o somatório dos ácidos graxos saturados do leite e aumentou o dos monoinsaturados à medida que reduziu os níveis de oferta da dieta. Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade diminuiram com a redução dos níveis de oferta e os ácidos graxos desejáveis apresentaram efeito linear crescente. A restrição alimentar de vacas F1 Holandês x Zebu, não alterou a composição química, entretanto, melhorou a qualidade da gordura do leite com a redução dos teores de ácidos graxos saturados, aumento da concentração de ácidos graxos monoinsaturados e ácidos graxos desejáveis e elevação da relação entre os ácidos graxos hipo e hipercolesterolêmicos. Com o avanço da lactação há um aumento no somatório de ácidos graxos saturados e uma redução dos ácidos graxos monoinsaturados do leite, além da diminuição do NUL e aumento dos teores de caseína.

Palavras-chave: ácidos graxos, composição do leite, restrição alimentar.

¹**Comitê Orientador:** Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (orientador); Prof. – José Reinaldo Mendes Ruas DCA/UNIMONTES (coorientador).

ABSTRACT

SILVA, Deiyse Alves. **Quality of milk from F1 Holstein X Zebu cows fed with different levels of diet supply**. 2017. 44p. Dissertation (Master's Degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brazil.⁴

The objective of this study was to evaluate the effects of different dietary levels of diet for F1 Holstein / Zebu cows on a physicochemical composition and milk fatty acid profile. Sixty lactating cows were used. The experimental design was completely randomized in a 5 x 3 factorial scheme, with 5 diet supply levels and 3 lactation periods. Dietary supply levels were: diet bread at will and diets provided in, 2.75; 2.5; 2.25; 2.0% of body weight. The mean values of lactation days in each experimental period evaluated and their objectives are: 1st period (50.0 ± 12.80 days); 2nd period (111.5 ± 11.75 days); 3rd period (183.0 ± 17.5 days). Twenty cows were used per experimental period, four cows per treatment. The experiment was divided into three periods of 21 days, with 16 days of adaptation and 5 days of collection. As samples of milk from each cow were analyzed for the physicochemical composition, somatic cell count and milk fatty acid profile. The levels of diet supply in relation to the percentage of body weight did not influence the milk production corrected to 3.5% fat for the lactation periods, 27 kg⁻¹). (3.34%), protein (3.41%), lactose (4.60%), total solids (12%), 80%), urinary nitrogen (14.5 mg dL⁻¹) and somatic cell count (89.98 thousand mL⁻¹). It decreased the sum of the saturated fatty acid levels of milk and increased that of the monounsaturated fatty acids as it reduced dietary supply levels. The rates of atherogenicity and thrombogenicity decreased with a reduction in supply levels and the desirable fatty effects showed an increasing linear effect with a decrease in supply levels. The cooling of the diet supply to 2% of the Holstein F1 cow weight x Zebu did not alter a physical-chemical physics of milk and improved the quality of milk fat from the point of view of human nutrition. These have been reducing the levels of saturated fatty acids, increasing the concentration of desirable fatty acids and increasing the relationship between hypo and hypercholesterolemic fatty acids.

Keywords: fatty acids, milk composition, food restriction.

⁴**Guidance Committee:** Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DAC/UNIMONTES (Adviser); Prof. José Reinaldo Mendes Ruas – DAC/UNIMONTES (Co-adviser).

1 INTRODUÇÃO

A composição do leite tem assumido uma importância crescente porque a sua qualidade é uma exigência direta das indústrias de laticínios que querem garantir maior rendimento de seus produtos e aceitação pelos consumidores finais que, por sua vez, buscam produtos de boa qualidade com perfil de ácidos graxos mais favorável à saúde humana (EIFERT *et al.*, 2006; PELEGRINI, 2007)

O nível nutricional está entre os principais fatores que alteram a produção e a qualidade do leite (RESTLE *et al.* 2003). Estudos demonstraram que a restrição alimentar e/ou desequilíbrios nutricionais que são geralmente observados nos sistemas de criação brasileiros, além de alterar a produção leiteira, diminui a densidade (MARQUES *et al.*, 2010) e os teores de proteína e caseína do leite (BARBOSA, 2012; GUINARD-FLAMEND *et al.*, 2007; GABBI, 2016). No entanto, os resultados variaram entre experimentos e sua comparação é difícil devido à diversidade e duração da restrição alimentar (GABBI, 2016).

A restrição alimentar pode levar a redução na taxa de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal uma vez que a ingestão alimentar do animal é limitada (MACEDO JUNIOR *et al.* 2012), isto proporciona maior tempo de retenção e provoca lenta degradação ruminal, o que pode favorecer uma utilização mais eficiente dos nutrientes devido o aumento do tempo disponível para o ataque microbiano e fermentação nos pré-estômagos e no intestino grosso. Todavia, para que seja eficiente a utilização da restrição alimentar, é necessário considerar estágio de lactação, magnitude e duração da restrição (GUINARD-FLAMEND *et al.*, 2007).

A necessidade de buscar animais mais adaptados e de maior produtividade, torna de relevante importância a utilização de mestiços Holandês-Zebu na produção leiteira brasileira, uma vez que apresentam dentre as suas características alta capacidade de produção de leite, rusticidade, adaptação ao ambiente tropical e períodos de baixa disponibilidade de alimentos, o que é adequadamente eficiente no sistema de produção (RUAS *et al.*, 2008).

Estudos são necessários para avaliar os impactos da restrição alimentar em vacas mestiças, permitindo assim, aumentar o potencial desses animais nos sistemas

de produção de leite. A resposta dos animais em relação à dieta ofertada pode ser verificada pela avaliação dos componentes do leite (GONZÁLEZ, 2001).

Os parâmetros de qualidade do leite, entre eles as análises físico-químicas e a contagem de células somáticas, estão intimamente ligados às condições de produção e às estratégias de alimentação adotadas (MONARDES, 1998; DÜRR, 2004; BOVOLENTA *et al.*, 2009). Assim, uma estimativa acurada que previne a sub ou superalimentação, promove, dessa maneira, o uso eficiente dos nutrientes. Uma subalimentação, além de influenciar negativamente a produção, pode prejudicar a saúde do animal, enquanto maiores custos de produção, elevada excreção de nutrientes para o ambiente e efeitos adversos à saúde, são consequências da superalimentação (NRC, 2001).

O sistema de produção de leite pode tornar-se mais rentável com a utilização da restrição alimentar, pois possibilita por meio do aumento da eficiência alimentar, redução dos custos com alimentação, sendo importante a utilização acompanhada por melhoria na qualidade do leite preferencialmente, com aumento de fatores que atuem na promoção de efeitos fisiológicos benéficos à saúde humana.

Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar a composição físico-química e o perfil de ácidos graxos do leite de vacas F1 Holandês x Zebu, em diferentes períodos de lactação, recebendo diferentes níveis de fornecimento da dieta em porcentagem do peso corporal.

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 128/2016.

O experimento foi realizado no Campo Experimental da EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), localizada no município de Felixlândia - Minas Gerais, situado a uma latitude 18° 43' 52'' S, longitude 44° 52' 33'' W e com altitude de 628 metros. O clima na região é classificado, segundo Köppen, como tropical de savana, com duas estações distintas, o inverno seco e o verão chuvoso. A precipitação média anual é 1.126 mm e a temperatura média anual de 22,6°C, com mínimas de 16,6°C e máximas de 30,2°C.

Foram utilizadas 60 vacas F1 Holandês x Zebu em lactação. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 3, com 5 níveis de oferta da dieta e 3 períodos de lactação. Os níveis de oferta da dieta foram definidos em porcentagem do peso corporal, sendo: dieta fornecida à vontade, permitindo 5% de sobras em relação à quantidade de matéria seca fornecida; dietas fornecidas em, 2,75%; 2,5%; 2,25%; 2% do peso corporal. Os valores médios dos dias de lactação em cada período experimental avaliado e respectivos desvios padrão foram: 1º período (50,0 ± 12,80 dias); 2º período (de 111,5 ± 11,75 dias); 3º período (183,0 ± 17,5 dias). Foram utilizadas 20 vacas por período experimental, sendo 4 vacas por níveis de oferta da dieta.

O experimento teve duração de 77 dias. Antes do primeiro período experimental, durante 14 dias, todas as vacas receberam a dieta experimental fornecida *ad libitum*. Os três períodos experimentais foram de 21 dias cada, sendo que os 16 primeiros dias de cada período foram para adaptação dos animais às dietas, e os 5 últimos dias para coleta de dados e amostras.

As vacas foram mantidas em baias individuais de 26 m², dotadas de cochos e bebedouros. A dieta foi formulada com uma relação volumoso:concentrado de 75:25, na base da matéria seca, e foi fornecida às vacas duas vezes ao dia, às 08h e às

15h, em sistema de dieta completa. A base volumosa da dieta foi à silagem de milho. As sobras foram pesadas diariamente, mantendo a relação volumoso:concentrado com base na matéria seca da dieta. A composição química da dieta, com base na matéria seca foi de: 60,85% de matéria seca, 4,80% de matéria mineral, 10,50% de proteína bruta, 2,80% de extrato etéreo, 32,67% de carboidratos não fibrosos, 49,16% de FDNcp e 8,65% de lignina. As análises foram realizadas conforme descrição em Detmann *et al.* (2012).

As vacas foram ordenhadas com ordenhadeira mecânica duas vezes ao dia, às 07h e às 14h, com a presença do bezerro para o estímulo da descida do leite. As amostras de leite de cada animal foram coletadas duas vezes ao dia, nos últimos quatro dias de cada período, proporcionalmente à quantidade produzida de manhã e à tarde. Em frascos contendo o conservante bronopol foram adicionados 50 mL da amostra, 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 realizadas as análises físico-químicas. As produções de leite corrigidas para 3,5 % de gordura foram calculadas utilizando-se a equação proposta por Sklan *et al.* (1994). Para determinação das características físico-químicas do leite, foram realizadas as seguintes análises: teor percentual de gordura, proteína, lactose, extrato seco desengordurado (ESD), nitrogênio uréico do leite (NUL), caseína, pelo método infravermelho e a contagem de células somáticas (CCS) foi determinada pelo método de citometria de fluxo.

As amostras de leite foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal da ESALQ/Piracicaba para determinação do perfil de ácidos graxos. 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. Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões de ácidos graxos de manteiga e 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 do leite foi avaliada pelos dados de composição em ácidos graxos, empregando-se os seguintes cálculos: Índice de Aterogenicidade (IA) = $\frac{(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)}{(\Sigma \text{ácidos graxos monoinsaturados} + \Sigma \omega 6 + \Sigma \omega 3)}$ e Índice de Trombogenicidade (IT) = $\frac{(C14:0 + C16:0 + C18:0)}{\{(0,5 \times \Sigma \text{Ácidos graxos monoinsaturados}) + (0,5 \times \Sigma \omega 6 + (3 \times \Sigma \omega 3) + (\Sigma \omega 3 / \Sigma \omega 6))\}}$, segundo Ulbricht e Southgate (1991); razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH) = $\frac{(\text{monoinsaturado} + \text{poli-insaturado})}{(C14:0 + C16:0)}$ e Ácidos Graxos Desejáveis (AGD) = $\frac{(\text{insaturados} + C18:0)}{(\text{insaturados} + C18:0)}$; razão entre ácidos graxos poli-insaturados e ácidos graxos saturados é razão entre $\omega 6$ e $\omega 3$ (Costa *et al.*, 2008).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando o teste de “F” foi significativo, os planos nutricionais foram submetidos ao estudo de regressão ($P < 0,05$), e os períodos de lactação comparados pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), por meio do programa SAS (SAS Institute, 2004). Quando houve significância da interação entre estes fatores os mesmos foram desdobrados adotando-se o mesmo procedimento supracitado. Para efeito de comparação da testemunha (dieta fornecida à vontade), em relação aos tratamentos utilizou-se o teste de Dunnett ($P < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação dos níveis de oferta da dieta com os períodos de lactação. Os níveis de oferta da dieta em relação à porcentagem do peso corporal não influenciaram os teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, extrato seco desengordurado, nitrogênio uréico e contagem de células somáticas do leite (Tabela 1).

Tabela 1. Composição físico-química, contagem de células somáticas (CCS) e produção de leite de vacas alimentadas com diferentes níveis de oferta, com respectivas equações de regressão (ER), coeficientes de variação (CV) e valores reais de P (Pr>Fc)

Variáveis	Níveis de oferta da dieta (%PC)					CV (%)	Média	Pr>Fc
	**À vontade	2,75	2,50	2,25	2,00			
Gordura (%)	3,34	3,01	3,64	3,23	3,37	19,77	Y= 3,32	0,140
Proteína (%)	3,41	2,98	3,04	3,15	3,21	9,53	Ŷ=3,15	0,252
Lactose (%)	4,69	4,57	4,58	4,54	4,56	4,94	Ŷ=4,60	0,847
ST ¹ (%)	12,42	11,92	11,81	12,42	11,76	7,33	Ŷ=12,0	0,252
ESD ² (%)	8,96	8,72	8,9	8,69	8,76	4,88	Ŷ=8,80	0,441
CCS (mil CS/mL) ³	101,16	82,33	52,92	39,58	173,91	23,63	Ŷ=1,60	0,128
NUL ⁴ (mg/dL)	13,51	15,53	14,08	14,77	13,83	13,38	Ŷ=14,5	0,091
CAS (%m/m)	2,61	2,23	2,23	2,42	2,43	11,42	Ŷ=2,30	0,154
PCAS ⁶	76,67	74,61	74,44	74,79	75,45	2,82	Ŷ=74,8	0,316
PLCG ⁷ (Kg)	13,02	11,00	11,30	10,72	9,57	17,90	12,25	0,147

¹Sólidos Totais, ²Extrato Seco Desengordurado, ³Contagem de células somáticas, ⁴Nitrogênio Uréico do Leite, ⁵Caseína, ⁶Percentual de caseína na proteína total, ⁷Produção de leite corrigida para 3,5% gordura. Médias seguidas por *diferem da testemunha (dieta fornecida à vontade) pelo teste Dunnett (P<0,05).** Consumo médio de matéria seca em porcentagem do peso vivo igual a 3,39%.

Os teores de lactose, gordura, proteína e extrato seco total, estão dentro dos estabelecidos pelo IN62, que determina que os mesmos sejam superiores a 4,3; 3,0; 2,9 e 11,4%, respectivamente, para que o leite cru refrigerado possa ser considerado normal e, portanto, aceito pela indústria de laticínios sem penalização ao produtor.

A gordura do leite pode variar de 1,5 a 7,0%, com média em torno de 3,5%. A interação da fibra com os carboidratos não fibrosos contidos na dieta possivelmente contribuiu para adequada fermentação ruminal, em função da efetividade física da fibra que proporciona maior mastigação e ruminação, garantindo as condições normais no rúmen e estabilidade na produção e teor de gordura do leite, que apresentaram resultados satisfatórios (SILVA & NEUMANN, 2012).

Diferente desse trabalho, Zanela *et al.* (2006), Burke *et al.* (2010) e Guinard & Flamend *et al.* (2007) têm demonstrado que, em períodos de carência alimentar, ou deficiência nutricional, ocorre redução no teor de proteína do leite. A ingestão de energia é o fator nutricional primário que influencia a percentagem e produção de proteína do leite, sendo dependente da ingestão de matéria seca e da densidade energética da dieta (BACHMAN, 2001). Neste sentido, os níveis reduzidos de oferta da dieta aos animais, possivelmente, mantiveram a produção microbiana no rúmen, disponibilizando proteína metabolizável para síntese de proteína no leite (NRC, 2001), satisfatória ao nível de produção verificada.

Como a glicose é o precursor primário para a síntese de lactose e a lactose é o principal agente osmótico no leite, a captação reduzida da glicose mamária tem um efeito limitante na síntese do leite. A lactose é um dos nutrientes de menor variação percentual da composição química do leite e tem relação direta com a regulação da pressão osmótica (GONZÁLEZ *et al.*, 2001). Certamente, a redução dos níveis de oferta da dieta não ocasionou limitação dos precursores de glicose, uma vez que a lactose está associada à secreção de água e ao volume de leite produzido e são dependentes de glicose para sua síntese (EIFERT, 2006).

O teor de sólidos totais é altamente dependente das variações dos teores de gordura e proteína, pois estes componentes são os que apresentam maior resposta de variação à alimentação (REIS *et al.*, 2012), estando, portanto, de acordo com os resultados verificados para gordura e proteína do leite (Tabela 1).

Os resultados para CCS corroboram com aqueles apresentados por Zanela (2004), que não constatou diferença significativa (393 vs 206 mil cel/ml) entre animais com 60% e 100% das necessidades nutricionais atendidas. Os valores

verificados para CCS situaram-se dentro de amplitudes consideradas normais para leite *in natura*, que deve apresentar valor máximo de CCS de 500 mil células mL⁻¹ (BRASIL, 2011).

Também não houve diferença significativa ($P>0,05$) para o nitrogênio uréico no leite (NUL), nos diferentes níveis de oferta da dieta com média de 14,5 mg dL⁻¹ (Tabela 1). Esta medida pode proporcionar indicação sobre o balanço de energia e proteína da dieta. O valor médio de referência para NUL deve estar entre 12-18 mg dL⁻¹, sendo que valores médios acima de 16 mg dL⁻¹ apontariam excesso de proteína na dieta, deficiência na fermentação de carboidratos não fibrosos, e/ou desequilíbrio entre as disponibilidades de energia e nitrogênio dentro do rúmen (GRANT *et al.*, 2007), o que não foi observado no presente estudo, indicando eficiência das vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com diferentes níveis de ofertas, na utilização do nitrogênio dietético e, conseqüentemente, menor excreção de nitrogênio, favorecendo o meio ambiente (SANTOS *et al.*, 2010).

Os resultados da composição proteica do leite estão de acordo com os de Barbosa (2012), em que os níveis de oferta da dieta não causaram alteração no teor de caseína (% CAS) e da qualidade da proteína (% PCAS - % da fração caseína em relação à proteína total). O fato desta fração proteica do leite ter se mantida estável entre os tratamentos, indica que as dietas utilizadas proporcionaram valores adequados de aminoácidos ao tecido secretor de leite, pois os valores médios de caseína e seu percentual em relação ao teor de proteína bruta estão de acordo com os resultados descritos na literatura que são de 2,25 a 2,40% e 75 a 80 %, respectivamente (DUARTE *et al.*, 2005). Quanto à composição ao longo dos períodos de lactação, os percentuais de CAS e PCAS variaram, com os percentuais mais elevados no terceiro período de lactação em relação ao primeiro período (Tabela 2), o que pode ser justificado pelas modificações fisiológicas próprias do metabolismo animal (DUKES, 2006).

Tabela 2. Composição físico-química, contagem de células somáticas (CCS) e produção de leite de vacas alimentadas com diferentes níveis de oferta em três períodos de lactação, com respectivas médias, coeficientes de variação (CV) e valores reais de P (Pr>Fc)

Variáveis	Períodos de lactação (dias)			CV(%)	Pr>Fc
	1	2	3		
Gordura (%)	3,17	3,58	3,20	19,77	0,2356
Proteína (%)	3,00	3,21	3,27	9,53	0,0542
Lactose (%)	4,69	4,61	4,52	4,94	0,1739
ST ¹ (%)	11,83	12,42	11,95	7,33	0,1651
ESD ² (%)	8,66	8,96	8,63	4,88	0,4093
CCS(mil CS/mL)	68,81	73,06	119,68	23,63	0,5616
NUL (mg/dL) ⁴	15,04 a	15,86 a	12,12 b	13,38	0,0001
CAS ⁴ (m/m) ⁵	2,23 b	2,42 ab	2,49 a	11,42	0,0029
PCAS ⁶	74,23 b	75,37ab	76,42 a	2,82	0,0163
PLCG ⁷ (Kg)	13,27 a	10,97b	9,10b	17,90	0,0000

¹Sólidos Totais, ²Extrato Seco Desengordurado, ³Contagem de células somáticas, ⁴Nitrogênio Uréico do Leite, ⁵Caseína, ⁶Percentual de caseína na proteína total, ⁷Produção de leite corrigida para 3,5% gordura. Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). Períodos de lactação 1(50 ±12,80 dias); 2(111,5±11,75 dias); 3(183 ±17,25 dias)

Os diferentes níveis de oferta da dieta em relação à porcentagem do peso vivo não influenciaram a produção de leite corrigida a 3,5 % de gordura (P=0,147) (Tabela1). Isto evidencia que, vacas F1 Holandês x Zebus, mesmo submetidas a uma restrição alimentar moderada, são capazes de manter a produção de leite, com qualidade físico-química semelhante àquela quando alimentadas à vontade.

Houve efeito significativo para produção de leite em relação aos períodos de lactação (Tabela 2). Os animais apresentaram maior produção de leite no primeiro período (P=0,000), apresentando média de 13,27 kg dia⁻¹, sendo a produção superior aos demais períodos estudados (Tabela 2). Este período coincide com o período mais próximo do pico de lactação das vacas mestiças. Conforme literatura, a ocorrência do pico de lactação é mais precoce em vacas F1 Holandês/Zebu, como demonstrado por Glória *et al.* (2010) e Carvalho (2008), que observaram a ocorrência do pico nos dias 23,3 e 26,3, respectivamente.

Conforme observado na tabela 3, foram verificadas diferenças significativas ($P > 0,05$) para os níveis de oferta da dieta sobre o somatório dos ácidos graxos saturados (AGS) e monoinsaturados (AGMI) do leite. Houve efeito linear decrescente para o somatório dos ácidos graxos saturados (AGS) ($P < 0,05$), com a diminuição dos níveis de oferta da dieta (Tabela 3), com uma redução de 9,15% para o nível de 2% do peso corporal em relação ao nível à vontade. O somatório de AGS foi maior para dieta fornecida à vontade quando comparado aos níveis de 2,0 e 2,25% do peso corporal.

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos da gordura do leite de vacas F1 Holandês X Zebu alimentadas com diferentes níveis de oferta da dieta, com respectivas Equações de Regressão (ER), coeficientes de variação (CV) e valores reais de P ($Pr > Fc$)

Variáveis	Níveis de oferta da dieta (% PC)					CV (%)	ER	R ² (%)	Pr > Fc
	À vontade**	2,75	2,5	2,25	2,00				
Σ AGS¹	73,08	72,8	71,7	68,86*	66,39*	4,8	1	97,4	0,000
C4:0	2,84	2,78	2,78	2,8	2,81	12,5	$\hat{Y}=2,8$		0,997
C6:0	1,81	1,78	1,7	1,69	1,57*	8,53	2	90,6	0,010
C8:0	1,31	1,17	1,21	1,10*	1,05*	11,2	3	73,1	0,028
C10:0	3,36	2,86	2,82	2,59	2,48	22,7	$\hat{Y}=2,8$		0,379
C11:0	0,70	0,07	0,06	0,06	0,05*	26,2	4	65,54	0,018
C12:0	4,31	3,55	3,99	3,15	3,01*	18,4	5	66,6	0,002
C13:0 iso	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	14,5	$\hat{Y}=0,03$		0,061
C13:0 anteiso	0,09	0,09	0,08	0,07	0,09*	23,4	6	68,5	0,030
C13:0	0,14	0,12	0,11*	0,10*	0,90*	19,2	7	39,9	0,016
C14:0 iso	0,11	0,09	0,09	0,09	0,11	24,9	$\hat{Y}=0,09$		0,060
C14:0	12,4	11,0	11,0	12,4	11,6	10,3	$\hat{Y}=11,68$		0,069
C15:0 iso	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	12,2	$\hat{Y}=0,23$		0,060
C15:0 aiso	0,47	0,48	0,45	0,43	0,48	14	$\hat{Y}=0,46$		0,135
C15:0	0,89	0,89	0,94	0,83	0,87	10,7	8	82,1	0,048
C16:0 iso	0,36	0,35	0,37	0,36	0,42	23,6	$\hat{Y}=0,37$		0,248
C16:0	33,61	36,8	35,1	34,47*	31,70*	10,3	9	94,3	0,011
C17:0 iso	0,31	0,33	0,36	0,36*	0,40*	12,4	10	85,6	0,008
C17:0	0,63	0,60*	0,62	0,60*	0,67*	5,76	11	75,2	0,001
C18:0	9,73	8,75	8,04	8,73	9,19	22,2	$\hat{Y}=8,88$		0,541
C20:0	0,12	0,11	0,11	0,11	0,12	26,4	$\hat{Y}=0,12$		0,724
C22:0	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	46,4	$\hat{Y}=0,03$		0,542

C21:0	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	29,2	$\hat{Y}=0,01$	0,356	
C23:0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	48,9	$\hat{Y}=0,01$	0,815	
C24:0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	52,4	$\hat{Y}=0,02$	0,496	
Σ AGMI²	24,16	24,5	25,2	28,05*	30,34*	12,1	12	95,5	0,002
C10:1	0,34	0,35	0,40	0,380	0,35	23,2	$\hat{Y}=0,36$	0,535	
C12:1	0,08	0,08	0,08	0,08	0,90	45,6	0,08	0,016	
C14:1 c9	1,28	1,34	1,34	1,36	1,27	23,6	$\hat{Y}=1,32$	0,901	
C16:1c9	2,01	2,28	2,28	2,39	2,29	17,4	$\hat{Y}=2,25$	0,893	
C18:1 trans	1,15	1,26	1,26	1,32	1,40	20,4	$\hat{Y}=1,28$	0,597	
C18:1 c9	16,06	16,1	16,1	18,7	20,84*	14,1	13	92,9	0,001
C18:1 c11	2,07	1,9	1,9	1,52*	1,48*	15,9	14	99,6	0,000
C18:1 c12	0,89	0,83	0,83	0,67*	0,66*	17,2	15	96,6	0,000
C18:1 c13	0,50	0,46	0,46	0,42*	0,38*	13,6	16	96,3	0,005
C18:1 t16	0,26	0,22	0,22	0,22	0,24	19,5	$\hat{Y}=0,23$	0,530	
C18:1 c15	0,07	0,06*	0,06*	0,07	0,06*	27,4	17	78,9	0,024
C20:1	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	29,2	$\hat{Y}=0,06$	0,413	
C22:1n9	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	77,3	$\hat{Y}=0,00$	0,274	
C24:1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	62,4	$\hat{Y}=0,01$	0,682	
Σ AGPI³	1,83	1,91	1,91	2,11	2,19	15,2	$\hat{Y}=1,9$	0,073	
c18:2 c9 c12	1,37	1,26	1,32	1,24	1,26	15,8	$\hat{Y}=1,2$	0,449	
C18:3 n6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	37,7	$\hat{Y}=0,01$	0,84	
C18:3 n3	0,15	0,15	0,15	0,18	0,18*	19,2	18	82,5	0,008
C18:2 c9 t11(CLA)	0,25	0,44	0,44	0,34	0,34	15,9	$\hat{Y}=0,36$	0,059	
C18:2 t10c1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	693	$\hat{Y}=0,00$	0,404	
C20:2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	142	$\hat{Y}=0,00$	0,353	
C20:3 n6	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	33,8	$\hat{Y}=0,03$	0,631	
C20:3 n3	0,05	0,07	0,06	0,06	0,07	21,7	$\hat{Y}=0,06$	0,044	
C20:4 n6	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	29,9	$\hat{Y}=0,02$	0,105	
C22:2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	311	$\hat{Y}=0,00$	0,393	
C20:5 n3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	47,8	$\hat{Y}=0,01$	0,069	
C22:5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,7	$\hat{Y}=0,00$	0,065	
C22:6 n3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	123	$\hat{Y}=0,00$	0,058	

¹Ácidos graxos saturados; ²Ácidos graxos monoinsaturados; ³Ácidos graxos poli-insaturados. Médias seguidas por * diferem da testemunha (dieta fornecida à vontade) pelo teste Dunnett (P<0,05). **Consumo médio de matéria seca em porcentagem do peso corporal igual a 3,39%.

¹ $\hat{Y} = 49,01 - 8,80x$; ² $\hat{Y} = 1,1 - 0,25x$; ³ $\hat{Y} = 0,68 - 0,19x$; ⁴ $\hat{Y} = 0,01 - 0,02x$; ⁵ $\hat{Y} = -11,68 - 11,88x - 2,29x^2$; ⁶ $\hat{Y} = 0,020 - 0,025x$; ⁷ $\hat{Y} = 0,04 - 0,02x$;

$${}^8\hat{Y} = 0,80 - 0,02x; {}^9\hat{Y} = 27,34 - 2,92x; {}^{10}\hat{Y} = 0,54 - 0,07x; {}^{11}\hat{Y} = 1,83 - 0,96x + 0,19x^2;$$

$${}^{12}\hat{Y} = 46,53 + 8,22x; {}^{13}\hat{Y} = 33,85 + 6,67x; {}^{14}\hat{Y} = 0,63 - 0,42x; {}^{15}\hat{Y} = 0,31 - 0,17x;$$

$${}^{16}\hat{Y} = 0,24 - 0,07x; {}^{17}\hat{Y} = 0,13 + 0,02x; {}^{18}\hat{Y} = 0,29 + 0,05x$$

Os maiores percentuais encontrados de ácidos graxos saturados foram para o ácido palmítico (C16:0) e para o ácido mirístico (C14:0). Observou-se que as concentrações dos ácidos graxos saturados C6:0, C8:0, C11:0, C13:0, C16:0 tiveram efeito linear decrescente ($P < 0,05$) com redução de 13,25; 19,84; 28,57 35,71 e 5,68%, respectivamente, para o nível de 2% da oferta da dieta em relação à dieta fornecida à vontade. O ácido graxo saturado C17:0 iso aumentou com a redução dos níveis de oferta. Os ácidos C12:0 e C17:0 apresentaram efeito quadrático em relação aos níveis de oferta da dieta, com ponto de mínimo de 2,59% e ponto de máximo de 2,56%, respectivamente (Tabela 3).

A menor ingestão de alimentos com a redução dos níveis de oferta alterou o balanço de energia e conseqüentemente reduziram o teor de ácidos graxos saturados no leite. Têm-se buscado a diminuição dos teores dos ácidos graxos saturados de cadeia média no leite (DEWHURST *et al.*, 2006) por estarem relacionados a aumento de risco doenças cardiovasculares. Entre o primeiro e segundo período de lactação das vacas F1 Holandês x Zebu, o teor de ácidos graxos saturados não diferiu entre si. O último período de lactação obteve média semelhante ao segundo período e diferente do primeiro (Tabela 4). Os ácidos graxos saturados C10:0, C13:0, C15:0, C16:0, C17:0 e C21:0, apresentaram maiores teores nos dois primeiros períodos de lactação (Tabela 4). No início da lactação, um desequilíbrio no balanço energético pode provocar mobilização das reservas de gordura, sendo o perfil de ácidos graxos fortemente influenciados (DE PETERS & CANT, 1992). A maior proporção dos ácidos graxos saturados no leite está relacionada à maior concentração dos lipídios do tecido adiposo dos ruminantes serem geralmente mais saturados, devido à biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos insaturados (DRACKLEY *et al.*, 2000).

Os ácidos láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) e os ácidos graxos trans têm sido associados epidemiologicamente a doenças cardiovasculares por induzirem o aumento de colesterol no sangue (SANTOS *et al.*, 2013). Os teores

encontrados para esses ácidos nesse estudo com exceção do ácido graxo C14:0, que manteve sua concentração, reduziram linearmente com a redução da oferta da dieta.

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).

Os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) apresentaram efeito linear crescente para o seu somatório ($P < 0,05$) com a redução da oferta da dieta, e os níveis 2,0 e 2,5 % do peso corporal diferiram da dieta à vontade (Tabela 3), com aumento de 25,28% para o nível de 2% do peso corporal em relação ao nível à vontade. O ácido C18:1 *cis* 9, um dos isômeros do ácido oléico, foi o que mais contribuiu para o total de monoinsaturados dentre os níveis e apresentou efeito linear crescente com a redução do nível da oferta da dieta. 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). Em relação aos períodos de lactação não houve diferenças significativa ($P < 0,05$) entre o primeiro e segundo período de lactação e o último período diferiu do primeiro apresentando teor semelhante ao segundo período de lactação (Tabela 4).

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos da gordura do leite de vacas F1 Holandês X Zebu em diferentes períodos de lactação, com respectivas médias, coeficientes de variação (CV) e valores reais de P ($Pr > F_c$)

Variáveis	Períodos de lactação (dias)			CV	Pr>F _c
	1	2	3		
Σ AGS¹	67,85 b	70,45 ab	71,50 a	4,88	0,011
C4:0	2,83	2,78	2,76	12,49	0,847
C6:0	1,75	1,67	1,75	8,53	0,064
C8:0	1,13	1,19	1,08	11,21	0,074
C10:0	2,42 b	3,00 a	2,65 ab	22,68	0,035
C11:0	0,06	0,06	0,06	26,5	0,588
C12:0	3,24	3,33	3,70	18,36	0,100
C13:0 iso	0,02 b	0,03 a	0,03a	14,49	0,001
C13:0 anteiso	0,08	0,08	0,08	23,39	0,900
C13:0	0,10	0,10	0,10	19,24	0,360

C14:0 iso	0,10	0,09	0,10	24,99	0,340
C14:0	11,05	11,4	12,04	10,32	0,072
C15:0 iso	0,23	0,24	0,24	12,25	0,512
C15:0 aiso	0,42 b	0,49 a	0,48 ^a	14,00	0,007
C15:0	0,85	0,88	0,91	10,70	0,238
C16:0 iso	0,34	0,39	0,39	23,59	0,211
C16:0	33,01 b	34,19 ab	36,42a	10,32	0,031
C17:0 iso	0,38	0,36	0,35	12,45	0,195
C17:0	0,60b	0,64 a	0,63 a	5,76	0,011
C18:0	8,29	9,04	8,71	22,19	0,538
C20:0	0,10	0,11	0,12	26,40	0,226
C22:0	0,03	0,03	0,03	46,42	0,404
C21:0	0,00 b	0,01 a	0,01 a	29,24	0,002
C23:0	0,10	0,10	0,10	48,90	0,092
C24:0	0,10	0,10	0,10	52,36	0,041
Σ AGMI²	28,70 a	26,61 ab	25,69 b	12,09	0,040
C10:1	0,34	0,38	0,38	23,2	0,361
C12:1	0,09	0,09	0,09	45,64	0,073
C14:1 c9	1,17	1,37	1,44	23,61	0,06
C16:1c9	2,20	2,37	2,36	17,38	0,394
C18:1 trans	1,47 a	1,18 b	1,28 ab	20,4	0,012
C18:1 c9	19,35 a	17,85 ab	16,82 b	14,06	0,02
C18:1 c11	2,06 a	1,64 b	1,65 b	15,98	0,00
C18:1 c12	0,90 a	0,72 b	0,69 b	17,16	0,00
C18:1 c13	0,50 a	0,42 b	0,40 b	13,57	0,00
C18:1 t16	0,23	0,22	0,22	19,52	0,80
C18:1 c15	0,07	0,07	0,07	27,36	0,72
C20:1	0,06 b	0,08 a	0,06 b	29,24	0,00
C22:1n9	0,00b	0,00 b	0,10 a	77,28	0,00
C24:1	0,10	0,10	0,10	62,38	0,06
Σ AGPI³	2,12	2,02	1,95	15,16	0,27
c18:2 c9 c12	1,35	1,33	1,22	15,79	0,15
C18:3 n6	0,01	0,01	0,02	37,75	0,06
C18:3 n3	0,15	0,17	0,17	19,2	0,13
C18:2 c9 t11	0,44 a	0,33 b	0,39 ab	15,98	0,029
C18:2 t10c12	0,00	0,00	0,00	692,82	0,37
C20:2	0,00	0,00	0,00	142,15	0,42
C20:3 n6	0,3	0,4	0,4	33,85	0,89
C20:3 n3	0,06 b	0,07 a	0,07a	21,71	0,25
C20:4 n6	0,01 b	0,02 a	0,02a	29,96	0,00
C22:2	0,06 b	0,07 a	0,07 a	311,26	0,01
C20:5 n3	0,01	0,10	0,10	47,78	0,06
C22:5	0,04	0,04	0,03	30,69	0,11
C22:6 n3	0,00	0,00	0,00	123,23	0,70

¹Ácidos graxos saturados; ²Ácidos graxos monoinsaturados; ³Ácidos graxos poli-insaturados; Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). Períodos de lactação 1(50 ±12,80 dias); 2(111,5±11,75 dias); 3(183 ±17,25 dias).

Os ácidos graxos monoinsaturados C18:1 c9; C18:1 c11; C18:1 c12; C18:1 c13 apresentaram efeito linear crescente com a redução dos níveis de oferta, com aumento de 54,66%; 28,50%; 25,0% e 24%, respectivamente, para o nível de 2,0% em relação à dieta fornecida à vontade (Tabela 3).

Com exceção do ácido graxo C18:3 n3, que apresentou efeito linear crescente com a diminuição dos níveis de oferta da dieta e diferença dos níveis de 2,0 e 2,25% do peso corporal em relação à dieta fornecida à vontade, os demais AG poli-insaturados do leite não apresentaram variação em função do nível de oferta da dieta (P>0,05; Tabela 3). Os ácidos linoléico ω-6 (ALL - C18:2 cis-9 cis-12), α-linolênico ω-3 (C18:3 cis-9 cis-12 cis-15) e os isômeros de CLA são os principais representantes dos ácidos graxos poli-insaturados (JENSEN, 2002; O'DONNELL-MENGARO *et al.*, 2011) e não foram alterados nesse estudo. 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 triglicérides 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 tabela 5 apresenta os índices que indicam a qualidade nutricional do perfil lipídico relacionada com a saúde humana, os resultados para os índices IA e IT, demonstraram efeito linear decrescente (P<0,05) em função da redução dos níveis de oferta, com diminuição de 37,81 e 75,83% para o nível de 2% do peso corporal em relação à dieta fornecida à vontade.

Tabela 5. 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), relação $\omega 6/ \omega 3$ do leite de vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com diferentes níveis de oferta da dieta e suas respectivas equações de regressão (ER), coeficientes de variação (CV) e valor real de P (Pr>Fc)

Variáveis	Níveis de oferta da dieta (%PV)					CV (%)	ER	R ² (%)	Pr>Fc
	À vontade**	2,75	2,5	2,25	2,0				
IA	4,76	3,6	3,56	2,96*	2,63*	20,05	1	91,93	0,001
IT	2,62	2,04*	1,91*	1,71*	1,49*	21	2	98,88	0,006
h/H	0,29	0,55	0,58*	0,68*	0,78*	18,95	3	95,07	0,000
AGD	27,09	35,11	35,13	38,89*	41,72*	10,9	4	90,08	0,001
AGP/AGS	0,02	0,03*	0,03*	0,03*	0,03*	18,05	5	91,97	0,008
w6/w3	0,29	0,30	0,28	0,27	0,26	30,82	$\hat{Y}=0,28$	-	0,732

Médias seguidas por * diferem da testemunha (dieta fornecida à vontade) pelo teste Dunnett (P<0,05). **Consumo médio de matéria seca em porcentagem do peso corporal igual a 3,39%.

$${}^1\hat{Y} = -0,142 - 1,40x; {}^2\hat{Y} = 0,038 - 0,73x; {}^3\hat{Y} = 1,395 + 0,31x; {}^4\hat{Y} = 60,13 + 9,44x; {}^5\hat{Y} = 0,052 + 0,009x$$

Os níveis de oferta da dieta de 2,25 e 2,0% do peso corporal, para o IA e todos os níveis estudados para o IT, diferiram da dieta fornecida à vontade. Os maiores valores de IT coincidem com o primeiro e segundo período de lactação (Tabela 6).

Segundo Assunção (2007), não há valores recomendados para os índices de aterogenicidade e trombogenicidade, considera-se, que valores menores exprimem uma relação de ácidos graxos mais favoráveis e os valores maiores sugerem que o consumo de uma mistura de ácidos graxos que pode trazer malefícios a saúde humana. Sendo assim, à medida que diminuiu os níveis de oferta da dieta ocorreu uma redução nos valores do IA e IT, o que representa um efeito benéfico para a saúde humana, uma vez que previnem o surgimento de doenças coronarianas (TURAN *et al.*, 2007).

Tabela 6 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) e relação $\omega 6/ \omega 3$ do leite vacas em diferentes períodos de lactação e suas respectivas médias, coeficiente de variação (CV) e valor real de P (Pr>Fc)

Variáveis	Períodos de lactação (dias)			CV(%)	Pr>Fc
	1	2	3		
IA	2,93	3,28	3,35	20,05	0,150
IT	1,62 b	1,78 ab	1,97 a	21,00	0,039
h/ H	0,72	0,63	0,59	18,95	0,009
AGD	47,28a	37,67 b	40,20 ab	10,90	0,040
AGP/AGS	0,30	0,30	0,30	18,05	0,079
w6/w3	0,22 b	0,27 ab	0,34 a	30,82	0,010

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). Períodos de lactação 1(50 ±12,80 dias); 2(111,5±11,75 dias); 3(183 ±17,25 dias).

A relação de ácidos graxos hipo e hipercolesterolêmicos apresentou efeito linear crescente com a redução dos níveis de oferta da dieta. Os níveis de oferta de 2,50; 2,25 e 2,0% do peso corporal diferiram do tratamento controle. Segundo Santos e 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. De acordo com Sousa Bentes *et al.* (2009), quanto maior a relação entre h/H mais adequado nutricionalmente é o óleo ou a gordura dos alimentos. De acordo com os resultados observados nesse trabalho, a concentração de ácidos graxos desejáveis (AGD) no leite apresentou um efeito linear crescente (Tabela 5) com a redução dos níveis de oferta da dieta. Os níveis de 2,25 e 2,0% do peso corporal foram diferentes da dieta fornecida à vontade. Segundo Costa *et al.* (2008), a maior concentração de AGD se deve aos processos de biohidrogenação ruminal, relacionado com o ácido esteárico (C18:0), que compõe, junto com o somatório dos ácidos graxos insaturados, os ácidos graxos desejáveis.

A razão entre ácidos graxos poli-insaturados e saturados (AGP/AGS) no leite sofreu efeito linear crescente com a redução dos níveis de oferta das dietas (P>0,05). Todos os níveis estudados diferiram da dieta à vontade (Tabela5).

A relação ω_6/ω_3 não foi alterada significativamente ($P>0,05$) pelos níveis de oferta da dieta com média de 0,28, sendo influenciada pelos períodos de lactação. Com o avanço da lactação houve aumento da relação ω_6/ω_3 (Tabela 6). Considerando a razão ω_6/ω_3 , valores abaixo de 4,0 % sugerem quantidades desejáveis na dieta para a prevenção de riscos cardiovasculares (HAUG *et al.*, 2007; MARTIN *et al.*, 2006). Dessa maneira, os resultados encontrados estão dentro dos limites considerados desejáveis.

4 CONCLUSÃO

A restrição alimentar de vacas F1 Holandês x Zebu não alterou a composição química, entretanto, melhorou a qualidade da gordura do leite com a redução dos teores de ácidos graxos saturados, aumento da concentração de ácidos graxos monoinsaturados e ácidos graxos desejáveis e elevação da relação entre os ácidos graxos hipo e hipercolesterolêmicos. Com o avanço da lactação, há um aumento no somatório de ácidos graxos saturados e uma redução dos ácidos graxos monoinsaturados do leite, além da diminuição do NUL e aumento dos teores de caseína.

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.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSUNÇÃO, J. M. P. **Contribuição para o estudo da composição lipídica e do valor nutricional de leites e produtos lácteos dos Açores**. 2007. 133f. Dissertação (Mestrado em controlo da qualidade e toxicologia de alimentos) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2007.

BACHMAN, K.C. Managing milk composition, In: VAN HORN, H.H.; WILCOX, C.J. (Eds.) Large dairy herd management. Champaign: **American Dairy Science Association**, p.336-346. 1992.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Métodos Analíticos Oficiais Físico-químicos para Controle de leite e Produtos Lácteos**. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em 18 jan. 2017.

Burke, C.R., *et al.* Effects of an acute feed restriction at the onset of the seasonal breeding period on reproductive performance and milk production in pasture-grazed dairy cows, **Journal of Dairy Science**, p. 1116–1125. 2010.

CARVALHO, B. C. **Parâmetros reprodutivos, metabólitos e produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu submetidas a dois manejos pré-parto**. 2008. 193f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; MANSBRIDGE, R. M.; DOREAU, M. Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. **Annales de Zootechnie**, v.49, p.181-205, 2000.

COSTA, R.G. *et al.* Características químicas e sensoriais do leite de cabras Moxotó alimentadas com silagem de maniçoba. **Revista Brasileira de Zootecnia**.v. 37 (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**, v. 89, p. 10797-10801, 1992.

DE PETERS, E. J., CANT, J. P. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: A Review. **Journal Animal Science**, Savoy, v.75, p. 043-2050, 1992.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. **Nutritional aspects and cardiovascular disease**: report on health and social subjects. HMSO, London, n. 46, p. 1-178, 1994.

- DETMANN, E. *et al.* (Eds.) **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p., 2012.
- DEWHURST, R.J. *et al.* Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. **Animal Feed Science and Technology**, v.131, p.168-206, 2006.
- DIEL, J. F. *et al.* Análise do retorno econômico da produção bovina leiteira em uma propriedade rural do Município de São Carlos-SC. *In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS*, 19., 2012 Belo Horizonte. **Anais...** Bento Gonçalves, RS: [s.n.], p.387-401, 2012.
- DRACKLEY, J. K. Lipid metabolism. *In: D' MELLO, J. P. F.(Ed.). Farm animal metabolism and nutrition*. Edinburg: CAB International. p.97-119, 2000.
- DUARTE, L.M.D'A. *et al.* Efeito de diferentes fontes de gordura na dieta de vacas Jersey sobre o consumo, a produção e a composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.2020-2028, 2005.
- DUKES, H. H.; REECE, W. O. **Dukes: Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
- EIFERT, E. C. *et al.* Consumo, produção e composição do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e diferentes fontes de carboidratos na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa , v. 35, n. 1, p. 211-218, 2006 .
- EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. Produção de leite, vacas ordenhadas e produtividade em países selecionados no ano de 2010. **Estatística do leite: leite número**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria>>. Acesso em 26 jan. 2017.
- FREITAS, J. A. **Composição corporal e exigência de energia e proteína de bovinos (Zebuínos e mestiços) e bubalinos não castrados, em confinamento**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 75p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- GABBI, A. M. *et al.* Milk traits of lactating cows submitted to feed restriction. **Tropical Animal Health and Production**, v.48, p.37-43, 2016.
- GLÓRIA, J. R. *et al.* Lactation curves of four genetic groups of Holstein-Zebu crossbred cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v.39, p.2160-2165, 2010.
- GONZÁLEZ, F.H.D. *et al.* **Uso de leite para monitorar a nutrição e metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre, 72p., 2001.

- 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 jan. 2017.
- GUINARD FLAMEND, J. *et al.* Adaptations of mammary uptake and nutrient use to one□daily milking and feed restriction in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.5062-5072, 2007.
- HAUG, A.; HØSTMARK, A. T.; HARSTAD, O. M. Bovine milk in human nutrition – a review. *Lipids in Health and Disease*, v.6, p.25, 2007.
- JENSEN, R. G. The Composition of Bovine Milk Lipids: January 1995 to December 2000. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 295-350, 2002.
- 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.
- BENEVIDES, Y. I. *et al.* Consumo, digestibilidade e taxa de passagem ruminal em ovelhas gestantes. **Ciência Animal Brasileira**. v.13, n.1, p 429-439, 2012.
- MARQUES, L.T. *et al.* Fornecimento de suplementos com diferentes níveis de energia e proteína para vacas Jersey e seus efeitos sobre a instabilidade do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2724-2730, 2010.
- MONARDES, H. Programa de pagamento de leite por qualidade em Quebec, Canadá. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE*, 1., 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, p.40-43, 1998.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 381p., 2001.
- O'DONNELL-MEGARO, A. M.; BARBANO, D. M.; BAUMAN, D. E. Survey of fatty acid composition of retail milk in the United States including regional and seasonal variations. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 59-65, 2011.
- PADILHA, P.C.; PINHEIRO, R.L. O Papel dos Alimentos Funcionais na Prevenção e Controle do Câncer de Mama. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 50, n. 3, p. 251-260, 2004.
- 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.
- RESTLE, J *et al.* Grupo genético e nível nutricional pós-parto na produção e composição do leite de vacas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.585-597, 2003.

RUAS, J. R. M. *et al.* Desempenho produtivo e reprodutivo de vacas F1 Holandês x Zebu em rebanhos da EPAMIG. *In: ENCONTRO DE PRODUTORES DE GADO LEITEIRO F1*, 6., 2008, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: [s.n.], p.146-183, 2008.

SANTOS, R.D. *et al.* Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 100, n. 1, supl. 3, p. 1-40, 2013.

SANTOS-SILVA, J. *et al.* Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: Fatty and composition of meat. **Livestock Production Science**, v. 77, n. 2, p. 187-194, 2002.

SAS Institute Inc. 2004. **Statistical analysis system**. Release 9.1. (Software). Cary. USA.

SILVA, M. R. H.; NEUMANN, M. Fibra efetiva e fibra fisicamente efetiva: conceitos e importância na nutrição de ruminantes. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 9, p. 69-84, 2012.

TURAN, H.; SÖNMEZ, G.; KAYA, Y. Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray (*Raja clavata*, L. 1758) from the Sinop coast in the Black Sea. **Journal Fisheries Science**, v. 1. n. 2, p. 97-103, 2007.

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

VILELA, D. **Sistemas de produção de leite para diferentes regiões do Brasil**. EMBRAPA, 2011. Disponível em <
<http://www.cnpq.embrapa.br/sistemaproducao/>> Acesso em: 09 Fev. 2017.

ZANELA, M. B. **Caracterização do leite produzido no Rio Grande do Sul, ocorrência e indução experimental do Leite Instável Não Ácido (LINA)**. 2004. Tese (Doutorado em Zootecnia - Produção Animal) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, 2004.

ZANELA, M.B. *et al.* Leite instável não ácido e composição do leite de vacas Jersey sob restrição alimentar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.835-840, 2006.